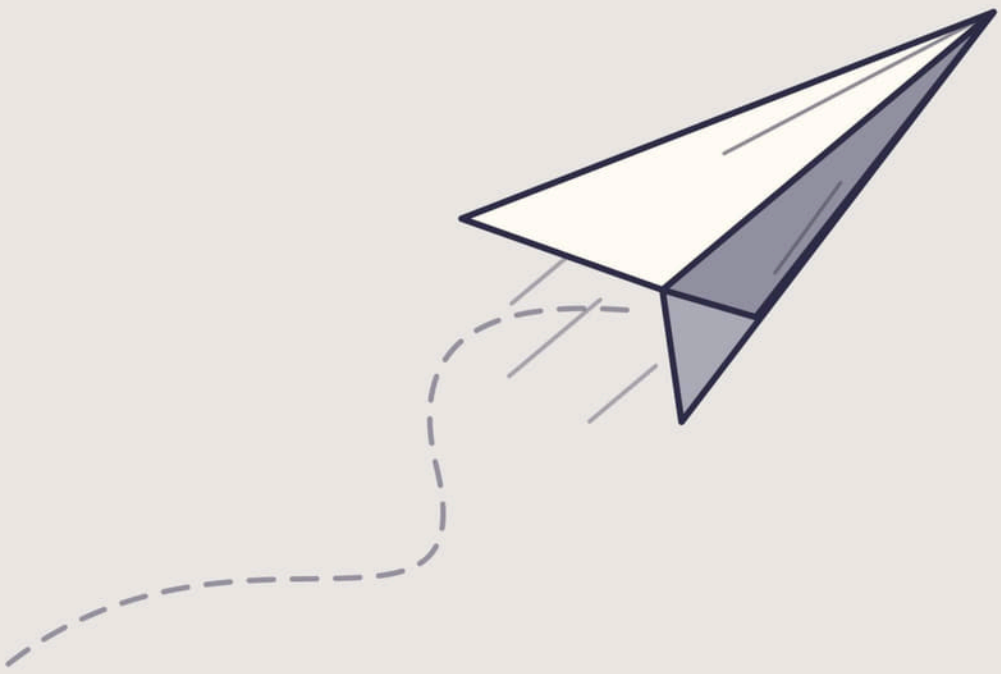
SERI PERSIAPAN TKA SMK

TKA SMK

KIMIA ANALISIS

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu

by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · SMKKA

TKA SMK KIMIA ANALISIS

Materi, Strategi, dan Simulasi

Handaka Lumu

by Next Level Study Indonesia

The Dancer of the Silent Stage

"Semakin kau mengenalku, semakin banyak yang kamu tidak tahu"



KETERANGAN BUKU

TKA SMK Kimia Analisis: Materi, Strategi, dan Simulasi

Penulis: Handaka Lumu

Penyusun soal: Tim Next Level Study Indonesia

Penerbit: Next Level Study Indonesia

Edisi: Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027 · Kode buku SMKKA

© 2026 Next Level Study Indonesia. Hak cipta dilindungi undang-undang.

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

Buku ini dibagikan gratis sebagai dedikasi Next Level Study Indonesia untuk bangsa. Boleh diperbanyak dan dibagikan untuk belajar, tetapi tidak untuk diperjualbelikan.

Sumber soal asli: Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini; bentuk soal mengikuti soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan (Pusat Asesmen Pendidikan, Kemendikdasmen).

Acuan kisi-kisi: https://pusmendik.kemendikdasmen.go.id/tka/tka/view/mata-pelajaran-pilihan/sma/kimia-analisis-smk-mak

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Di balik sebutir obat yang aman diminum, secangkir air yang layak diminum, atau sebungkus makanan yang tidak tercemar, ada seorang analis yang lebih dulu bekerja di laboratorium: menimbang dengan teliti, menitrasi sampai warna berubah satu tetes, mencatat apa adanya, dan berani berkata "hasil ini belum benar" ketika datanya memang belum benar. Kelak, analis itu bisa jadi kamu.

Buku ini lahir dari satu kenyataan. Soal TKA Kimia Analisis jarang bertanya "apa nama alat ini". Soal-soalnya bercerita tentang analis muda di laboratorium pabrik atau balai pengujian: botol asam pekat yang tumpah, titrasi yang hasilnya terus lebih rendah dari seharusnya, atau pelat KLT dengan tiga noda. Lalu kamu diminta menentukan tindakan yang benar, menghitung kadar, atau menemukan kekeliruan prosedur. Karena itu, yang kamu butuhkan bukan hafalan, melainkan pemahaman tentang apa yang sebenarnya terjadi di dalam labu, buret, dan cawan.

Isinya mengikuti kisi-kisi resmi Pusmendik dalam tujuh bab: kecakapan kerja dasar dan K3; larutan pereaksi dan larutan standar; titrimetri dan gravimetri; bahan organik; bahan anorganik; kimia instrumen; dan mikrobiologi. Setiap sub bab menjelaskan materinya sampai tuntas, lengkap dengan gambar dan contoh yang dihitung langkah demi langkah, baru kemudian strategi dan jebakan. Di akhir setiap bab ada kuis, dan di akhir buku ada simulasi TKA berwaktu. Belum ada soal asli TKA untuk mapel ini, jadi saya tidak menjanjikan angka apa pun. Yang bisa saya janjikan hanyalah penjelasan yang jujur dan latihan yang terarah.

Bacalah berurutan dengan pensil dan kalkulator di tangan: hitung ulang setiap contoh. Bila skor kuismu belum memuaskan, kembalilah ke sub bab yang ditunjuk tabel anjuran. Latihan dan kuis yang sama tersedia di LMS NLS lewat kode QR.

Dalam dunia analisis, satu angka yang dipalsukan bisa merugikan banyak orang. Belajarlah seperti analis sejati: berjanjilah untuk teliti saat lelah dan jujur saat hasilmu tidak seperti yang diharapkan. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggu kabar baik, untuk guru yang sabar membimbingmu, dan untuk negeri ini yang membutuhkan data yang bisa dipercaya demi kesehatan dan keselamatan rakyatnya. Belajarlah dengan sepenuh jiwa dan raga, karena ilmu yang kamu kumpulkan hari ini adalah baktimu esok hari.

Selamat belajar. Saya percaya kamu bisa.

Oktober 2026

Handaka Lumu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Panduan Memakai Buku

Buku ini dipakai berurutan: kenali ujiannya (Bagian A), pelajari 7 bab materi (Bagian B), uji kesiapanmu dengan simulasi TKA berwaktu (Bagian C), lalu cocokkan jawaban dan pelajari pembahasannya (Bagian D).

Peta belajar

Langkah	Kamu mengerjakan	Hasil
1	Bagian A: kenali bentuk soal dan peta kisi-kisi	Tahu apa yang diuji
2	Bab demi bab: baca sub bab, kerjakan latihan, lalu Kuis Akhir Bab	Skor kuis per bab
3	Ulangi sub bab yang ditunjuk tabel anjuran di akhir kuis	Titik lemah berkurang
4	Bagian C: 3 simulasi TKA berwaktu	Skor simulasi
5	Bagian D: kunci dan pembahasan semua soal	Paham alasan, bukan hanya jawaban

Tanda di dalam buku

Tanda	Artinya
◎ APA YANG DIUJI	Tujuan belajar sub bab dan indikator resmi yang diuji
◆ KONSEP INTI	Materi lengkap: penjelasan runtut, gambar, dan contoh terselesaikan
▲ STRATEGI DAN JEBAKAN	Langkah menjawab dan pola pengecoh yang sering dipasang
● BEDAH SOAL	Soal dibahas langkah demi langkah
✎ LATIHAN	Soal untuk dikerjakan sendiri; kunci singkat di bawahnya
✔ PERIKSA DIRI	Pertanyaan refleksi dan hal yang perlu diingat
Kotak QR	Membuka latihan dan kuis yang sama di LMS NLS

Kode

SMKKA-1.2 = sub bab 1.2; SMKKA-KB1 = kuis akhir bab 1; SMKKA-FIN1 = simulasi 1. Kode yang sama dipakai di LMS.

Belajar lewat PDF atau LMS

Semua latihan, kunci, dan pembahasan sudah ada di buku ini, jadi kamu bisa belajar hanya dengan PDF atau cetakan. LMS menambahkan latihan dan kuis interaktif, serta menyimpan skormu.

Buka buku ini di LMS NLS

Pindai untuk membuka course buku ini.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Daftar Isi

Kata Pengantar ii
Panduan Memakai Buku iii
Bagian A · Mengenal TKA SMK Kimia Analisis 1
Bagian B · Materi 8
Bab 1 · Kecakapan Kerja Dasar, K3, Budaya Kerja, dan Pengelolaan Laboratorium 8
Sub bab 1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya 9
Sub bab 1.2 · Pengelolaan alat gelas laboratorium 28
Sub bab 1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum 43
Kuis Akhir Bab 1 56
Bab 2 · Larutan Pereaksi, Larutan Standar, dan Analisis Sederhana 71
Sub bab 2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan 72
Sub bab 2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator 85
Sub bab 2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram 99
Sub bab 2.4 · Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri 114
Kuis Akhir Bab 2 125
Bab 3 · Analisis Titrimetri dan Gravimetri 138
Sub bab 3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan 139
Sub bab 3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi 154
Sub bab 3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi 169
Sub bab 3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan 184
Kuis Akhir Bab 3 200
Bab 4 · Analisis Bahan Organik 214
Sub bab 4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi 215
Sub bab 4.2 · Analisis kualitatif lemak 227
Sub bab 4.3 · Analisis kualitatif protein 241
Sub bab 4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air 254
Kuis Akhir Bab 4 266
Bab 5 · Analisis Bahan Anorganik 278
Sub bab 5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah 279
Sub bab 5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi 293
Sub bab 5.3 · Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air 307
Kuis Akhir Bab 5 319
Bab 6 · Analisis Kimia Instrumen 333
Sub bab 6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia 334
Sub bab 6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri 350
Sub bab 6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi 364
Sub bab 6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi 376
Kuis Akhir Bab 6 391
Bab 7 · Analisis Mikrobiologi 408
Sub bab 7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan 409

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi 423
Sub bab 7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number435
Kuis Akhir Bab 7 453
Bagian C · Simulasi TKA 467
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026 468
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 484
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 499
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 514
Penutup 622
Lampiran 623

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian A · Mengenal TKA SMK Kimia Analisis

Apa itu TKA SMK Kimia Analisis

Tes Kemampuan Akademik (TKA) untuk jenjang SMK/MAK memiliki mata pelajaran **pilihan** sesuai bidang keahlian. **Kimia Analisis (KA)** adalah salah satunya. Menurut halaman kisi-kisi Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, TKA Kimia Analisis mengukur kemampuan murid memahami dasar-dasar kimia analisis: teknik pengambilan sampel, analisis titrimetri, gravimetri, bahan organik, bahan anorganik, kimia instrumen, dan mikrobiologi. Soalnya disajikan dalam konteks kehidupan sehari-hari, seperti kesehatan, lingkungan, pertanian, dan industri. Acuan kisi-kisi buku ini: halaman Pusmendik `https://pusmendik.kemendikdasmen.go.id/tka/tka/view/mata-pelajaran-pilihan/sma/kimia-analisis-smk-mak` (diakses 18 Oktober 2026).

Ada dua hal yang perlu kamu ketahui sejak awal, dan keduanya jujur apa adanya.

> **Jumlah soal dan waktu.** Halaman kisi-kisi Pusmendik tidak mencantumkan jumlah soal dan durasi. Buku ini memakai bentuk yang sama dengan mapel pilihan lain: **25 soal dalam 60 menit**, atau rata-rata sekitar **2,4 menit** untuk setiap soal. Pastikan ketentuan resminya lewat pengumuman Pusmendik dan sekolahmu menjelang ujian.

> **Soal asli.** Untuk mapel Kimia Analisis **belum ada soal asli TKA** yang dapat dimuat. Satu-satunya soal asli TKA SMK 2025 yang tersedia adalah mapel Projek Kreatif dan Kewirausahaan. Karena itu, bentuk dan kesulitan soal di buku ini mengikuti soal asli tersebut dan enam contoh soal resmi Kimia Analisis di halaman Pusmendik, sedangkan **isinya** mengikuti kisi-kisi Kimia Analisis. Buku ini tidak memuat angka "persentase benar nasional" untuk mapel ini karena datanya memang belum ada, dan angka seperti itu tidak boleh dikarang.

Apa yang diuji: tujuh elemen

Kisi-kisi resmi membagi muatan TKA Kimia Analisis menjadi **tujuh elemen**, dan buku ini memakainya sebagai tujuh bab. Kolom terakhir memuat sebaran soal pada paket latihan buku ini (rata-rata tiap paket 25 soal), supaya kamu tahu bab mana yang paling banyak keluar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini	Soal per 25
Kecakapan kerja dasar, K3, budaya kerja, dan pengelolaan laboratorium	penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya; pengelolaan alat gelas; kecakapan kerja dasar saat praktikum	Bab 1	2,7
Larutan pereaksi, larutan standar, dan analisis kualitatif dan kuantitatif sederhana	jenis larutan dan konsentrasi; larutan standar dan indikator; pelabelan dan penyimpanan menurut piktogram; prediksi hasil gravimetri sederhana	Bab 2	3,7
Analisis titrimetri dan gravimetri	titrasi penetralan dan redoks; pengolahan data dan pelaporan hasil; gravimetri metode penguapan dan pengendapan	Bab 3	4,8
Analisis bahan organik	uji kualitatif gugus fungsi, lemak, dan protein; analisis kadar air	Bab 4	3,7
Analisis bahan anorganik	uji kualitatif unsur alkali, alkali tanah, dan transisi; penentuan TSS dalam sampel air	Bab 5	2,7
Analisis kimia instrumen	elektrokimia; spektrofotometri; kromatografi (fasa diam, fasa gerak, kepolaran, harga Rf)	Bab 6	3,7
Analisis mikrobiologi	sterilisasi alat, bahan, dan ruangan; pembuatan media; Total Plate Count (TPC) dan Most Probable Number (MPN)	Bab 7	3,8

Bab 3 adalah yang paling banyak soalnya, hampir 5 dari 25 soal. Bab 1 dan Bab 5 paling sedikit, tetapi jangan dilewati: soal-soalnya padat dan teliti (urutan kerja yang aman, pereaksi yang tepat untuk satu ion). Tidak ada bab yang boleh diabaikan.

Kisi-kisi memuat **lima belas sub-elemen**, sedangkan Peta Topik Bank Soal NLS memecahnya menjadi **26 subtopik**. Agar setiap sub bab cukup utuh untuk dipelajari, buku ini memakai **24 sub bab**: hampir setiap subtopik berdiri sendiri, kecuali dua pasang yang digabung karena kisi-kisi menyatukannya dalam satu sub-elemen (gravimetri metode penguapan dengan metode pengendapan, serta TPC dengan MPN). Tabel silang di Lampiran menunjukkan kaitan sub bab, subtopik, dan soal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tiga tingkat kemampuan

Tingkat	Yang diminta	Contoh bentuknya
Pemahaman	mengidentifikasi, menjelaskan	menyebut fungsi sebuah alat gelas; menjelaskan mengapa asam dituang ke dalam air
Penerapan	menerapkan	menghitung molaritas larutan standar; menghitung kadar dari data titrasi; memilih indikator yang tepat
Penalaran	memprediksi, mengevaluasi, menganalisis	memprediksi massa endapan; menilai apakah data duplo memenuhi batas SOP; menemukan langkah prosedur yang keliru dari hasil yang menyimpang

Pada paket latihan buku ini, 44 % soal tergolong sulit. Jumlah soal sulit paling banyak ada di **Bab 3** (13 soal dari 66 soal sulit), sedangkan proporsi tertinggi ada di **Bab 7** (lebih dari separuh soalnya). Soal sulit di sini jarang berarti "konsepnya sangat tinggi". Biasanya soal itu sulit karena kamu harus **teliti**: satu faktor pengenceran yang lupa dikalikan, satu koefisien reaksi yang terlewat, satu pembacaan buret yang tertukar, atau satu syarat prosedur yang tidak terpenuhi sudah mengubah jawaban.

Konteks soal: kasus di laboratorium

Hampir setiap soal berbentuk **kasus**. Tokohnya analis muda, siswa praktik kerja lapangan (PKL), atau teknisi di laboratorium mutu sebuah pabrik, balai pengujian, atau laboratorium praktik SMK. Contoh resmi Pusmendik memperlihatkan hal yang sama: standardisasi larutan HCl dengan boraks, asam sulfat pekat yang tumpah di meja praktikum, uji kualitatif lemak, jumlah koloni pada cawan, media yang tidak memadat, dan elektrogravimetri tembaga.

Konteks	Contoh yang akan kamu temui
Kecakapan kerja, K3, dan alat gelas	pengenceran asam pekat; tumpahan pelarut; pipet bertanda "Ex"; sampel air yang harus didinginkan
Larutan	membuat larutan dari pekat atau padatan tak murni; membakukan NaOH; label dan wadah untuk larutan peka cahaya
Titrimetri dan gravimetri	kadar asam cuka; vitamin C; laporan hasil duplo; kadar abu, kadar sulfat
Bahan organik dan anorganik	tabel hasil uji untuk mengenali cairan tak berlabel; uji lemak dan protein; air sumur berendapan; limbah berwarna
Instrumen	pH meter yang dikalibrasi; kurva kalibrasi besi; pelat KLT dengan beberapa bercak
Mikrobiologi	autoklaf dan LAF; media agar; hitungan koloni; tabung MPN

Cerita pembukanya bisa cukup panjang. Sebagian besar hanya latar, tetapi **petunjuk penting sering diselipkan di dalamnya**: volume yang dipipet, faktor pengenceran, batas penerimaan menurut SOP, atau urutan langkah yang dikerjakan. **Baca kalimat pertanyaannya dulu**, lalu kembali ke cerita untuk mencari petunjuk yang dibutuhkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Satu hal lagi: sebagian istilah memakai bahasa Inggris atau singkatan (*duplo*, *blanko*, TSS, TPC, MPN, LAF, KLT, *Rf*). Buku ini menjelaskan setiap istilah itu saat pertama muncul dan menyediakan glosarium di Lampiran. Angka dalam soal, seperti konsentrasi, batas penerimaan, atau kadar, adalah **angka latihan yang disusun fiktif** dan harus dibaca "menurut SOP pada soal itu", bukan sebagai standar resmi tertentu.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Kisi-kisi resmi menyebut tiga bentuk soal.

Bentuk	Cara menjawab
Pilihan ganda (PG)	pilih **satu** jawaban dari lima pilihan A–E
PG kompleks kategori (Benar/Salah)	tentukan **setiap** pernyataan Benar atau Salah
PG kompleks MCMA (pilih lebih dari satu)	pilih **semua** pilihan yang benar; jumlahnya tidak disebutkan

Tiga contoh berikut sengaja dibuat sendiri dan bukan bagian dari paket latihan mana pun. Tujuannya memperlihatkan bentuk soal dan cara berpikir menghadapinya. Semua tokoh dan angkanya fiktif.

Contoh 1: pilihan ganda dengan hitungan

> Pada 2027, Hana, analis muda di laboratorium sebuah pabrik pembersih lantai, menetapkan kadar larutan asam sulfat, H_2SO_4, dengan titrasi. Sebanyak 25,00 mL larutan asam sulfat dipipet ke erlenmeyer, ditambah indikator fenolftalein, lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0,100 M. Titik akhir tercapai saat NaOH yang keluar dari buret sebanyak 20,00 mL. Konsentrasi larutan asam sulfat tersebut adalah ....
>
> A. 0,0200 M
> B. 0,0400 M
> C. 0,0800 M
> D. 0,0500 M
> E. 0,1000 M

Cara berpikir. Tulis dulu persamaan reaksinya: $H_2SO_4 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O$. Setiap satu mol asam sulfat memerlukan **dua** mol NaOH. Mol NaOH = 0,100 M × 20,00 mL = 2,000 mmol. Mol H_2SO_4 = 2,000 ÷ 2 = 1,000 mmol. Konsentrasinya = 1,000 mmol ÷ 25,00 mL = **0,0400 M**. Jawaban: **B**. Pilihan C lupa perbandingan 1 : 2 (langsung 2,000 ÷ 25,00). Pilihan E mengambil molaritas titran sebagai jawaban. Pilihan A membagi dua kali. Pilihan D memakai volume titran (20,00 mL) sebagai volume asam. Bab 3.1 membahas ini dengan lengkap.

Contoh 2: Benar/Salah

> Pada 2027, Salsa, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik permen, memeriksa pewarna dalam sampel dengan kromatografi lapis tipis (KLT) pada pelat silika gel (fasa diam polar). Pada satu pelat yang sama ia menotolkan sampel, standar pewarna kuning, dan standar pewarna merah. Setelah elusi,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

garis depan eluen berjarak 8,0 cm dari garis awal. Pusat bercak sampel berjarak 4,0 cm dari garis awal, bercak standar kuning 4,0 cm, dan bercak standar merah 2,0 cm.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

1. Harga Rf bercak sampel adalah 0,50.

2. Standar merah kurang polar daripada pewarna dalam sampel karena bergerak lebih pendek.

3. Pewarna dalam sampel diduga sama dengan standar kuning karena harga Rf-nya sama pada pelat dan eluen yang sama.

Cara berpikir. Pernyataan 1 **Benar**: Rf = jarak bercak ÷ jarak garis depan = 4,0 ÷ 8,0 = 0,50. Pernyataan 2 **Salah**: pada silika gel yang polar, senyawa yang lebih polar tertahan lebih kuat sehingga bergerak lebih pendek; jadi standar merah (Rf 0,25) justru **lebih polar**, bukan kurang polar. Pernyataan 3 **Benar**: Rf yang sama pada pelat dan eluen yang sama menjadi petunjuk kuat bahwa senyawanya sama (diduga, belum pasti). Pengecoh seperti pernyataan 2 sering muncul: kata "lebih pendek" dibalik menjadi "kurang polar". Bab 6.3 dan 6.4 membahas ini.

Contoh 3: pilih lebih dari satu (MCMA)

Pada 2027, Naufal menyiapkan buret 50 mL untuk menitrasi sampel cuka dengan larutan NaOH 0,1 M yang sudah dibakukan. Buret baru dicuci bersih dan bagian dalamnya masih basah oleh air suling. Langkah yang tepat dilakukan Naufal adalah (pilih **semua** yang benar) ....

A. membilas buret dua sampai tiga kali dengan sedikit larutan NaOH 0,1 M lalu membuang bilasannya
B. langsung mengisi buret dengan larutan NaOH 0,1 M karena sisa air suling hanya sedikit dan tidak berpengaruh
C. mengeluarkan gelembung udara di ujung buret sebelum membaca volume awal
D. mengisi buret sampai tepat tanda 0,00 mL karena volume awal harus selalu nol
E. mencatat volume awal dan volume akhir, lalu menghitung selisihnya sebagai volume titran

Cara berpikir. Nilai pilihan satu per satu. A **tepat**: sisa air suling akan mengencerkan titran, sehingga buret dibilas dengan larutan yang akan dipakai. B salah karena pengenceran sedikit pun mengubah molaritas titran yang sebenarnya. C **tepat**: gelembung yang lepas saat titrasi akan terhitung sebagai volume titran padahal bukan. D salah: volume awal tidak harus nol; yang penting dicatat dan dikurangkan. E **tepat**. Jawaban: **A, C, dan E**. Jangan menebak jumlahnya, dan jangan berhenti pada jawaban pertama yang kamu temukan. Bab 1.2 dan 3.1 membahas ini.

Ciri khas soal Kimia Analisis

1. Hitungan stoikiometri yang teliti

Banyak soal memuat hitungan: pengenceran, molaritas dari persen, kadar dari data titrasi, faktor gravimetri, Hukum Lambert–Beer, harga Rf, dan angka lempeng total. Rumusnya sedikit dan angkanya dibuat sederhana, tanpa kalkulus. Yang menjatuhkan siswa biasanya bukan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

rumusnya, melainkan **koefisien reaksi yang terlewat**, **faktor pengenceran yang lupa dikalikan**, **massa molar bentuk hidrat dan anhidrat yang tertukar**, atau **satuan yang tidak disamakan** (mL dengan L, mg/L dengan %).

2. Prosedur yang harus kamu nilai

Banyak soal tidak menanyakan "apa hasilnya", melainkan "apa yang salah" atau "tindakan mana yang tepat". Kamu diminta memeriksa sebuah prosedur dan menemukan langkah yang keliru: buret tidak dibilas, endapan tidak dicuci, bobot tetap belum tercapai, cawan kontrol tumbuh koloni. Untuk soal seperti ini, bayangkan dirimu bekerja di meja itu dan tanyakan pada tiap langkah: "apa akibatnya pada hasil?"

3. Gambar dan tabel yang berisi data

Sebagian soal memakai gambar: pembacaan buret, pelat KLT, rangkaian elektrogravimetri, tabung MPN, atau label dengan piktogram. Gambarnya **memuat informasi yang dibutuhkan untuk menjawab**. Baca semua label dan skala sebelum membaca pilihan jawaban. Tabel memuat data titrasi, deret standar, atau hasil uji; bacalah judul kolom dan satuannya dulu.

4. Pilihan yang berupa keputusan

Pada soal kasus, pilihan jawabannya sering berupa tindakan atau kesimpulan: "apa yang paling tepat dilakukan?" atau "kesimpulan mana yang benar?". Beberapa pilihan **benar tetapi tidak menjawab pertanyaan**. Dalam analisis, tindakan yang tepat hampir selalu berarti **mengikuti prosedur dan SOP**, menjaga keselamatan, dan melaporkan data apa adanya.

Dua keterampilan lintas bab

Menulis persamaan reaksi dan satuan di setiap langkah

Hitungan kimia analisis hampir selalu bertumpu pada perbandingan mol dalam persamaan reaksi. Biasakan menulis persamaan reaksi yang sudah setara, lalu menulis satuan (mL, mmol, mg/L) di setiap angka. Dengan mmol dan mL, banyak hitungan menjadi jauh lebih ringkas daripada mol dan L.

Memeriksa kewajaran hasil

Setelah menghitung, tanyakan: apakah hasilnya masuk akal? Kadar tidak mungkin lebih dari 100 %; harga Rf tidak mungkin lebih dari 1; molaritas setelah pengenceran tidak mungkin lebih pekat daripada larutan induk; massa endapan yang jauh lebih besar daripada massa sampel menandakan ada yang salah. Bila hasilmu tidak masuk akal, ulangi langkahnya.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±30 menit):** kerjakan soal yang jawabannya langsung terlihat: K3, alat gelas, label dan penyimpanan, uji kualitatif, serta sterilisasi dan media. Tandai soal hitungan panjang dan soal MCMA yang masih ragu.
2. **Putaran kedua (±25 menit):** kerjakan soal yang ditandai. Untuk soal hitungan, tulis persamaan reaksi, rumus, dan satuan di setiap langkah. Untuk soal gambar, baca skala dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

label dulu. Untuk soal kasus, tulis dulu apa yang sebenarnya ditanyakan dengan satu kalimat pendek.

3. **Lima menit terakhir:** periksa ulang soal Benar/Salah dan MCMA pernyataan demi pernyataan, lalu pastikan tidak ada soal yang kosong.
4. **Periksa kewajaran hasil hitungan** sebelum memilih jawaban, seperti dijelaskan di atas.

Cara memakai buku ini untuk Kimia Analisis

- **Ikuti urutan bab.** Bab 1 dan Bab 2 memperkenalkan alat, larutan, dan cara kerja yang dipakai di semua bab berikutnya; Bab 3 menjadi dasar hitungan di Bab 4 sampai Bab 7.
- **Kerjakan ulang setiap contoh hitungan dengan tanganmu sendiri**, lalu tutup jawabannya dan coba lagi tanpa melihat. Hitungan yang kamu kerjakan sendiri lebih awet daripada yang hanya dibaca.
- **Hubungkan dengan praktik.** Bila sekolahmu punya laboratorium, coba langsung langkah-langkah yang dijelaskan, di bawah bimbingan gurumu dan dengan mematuhi aturan K3.
- **Prioritaskan sub bab bertanda ★.** Sub bab ini punya soal sulit yang banyak.
- **Kerjakan kuis akhir bab dalam 60 menit**, sama dengan waktu ujian, lalu ikuti tabel anjuran di bawahnya.
- **Simpan Simulasi TKA untuk akhir.** Tiga simulasi berisi soal yang belum pernah kamu temui di sub bab mana pun dan menjadi ukuran kesiapanmu yang sebenarnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian B · Materi

Bagian ini memuat 7 bab. Tiap bab diakhiri kuis; kerjakan berurutan.

Bab 1 · Kecakapan Kerja Dasar, K3, Budaya Kerja, dan Pengelolaan Laboratorium

SMKKA-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan sifat bahaya bahan kimia dan menangani bahan menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahayanya
- memilih, memakai, dan merawat alat gelas laboratorium, termasuk alat volumetrik
- menerapkan kecakapan kerja dasar: menimbang, mengambil sampel, mencatat, dan menjaga integritas data

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya
1.2	Pengelolaan alat gelas laboratorium
1.3	Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya

SMKKA-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 1, kecakapan kerja dasar, K3, budaya kerja, dan pengelolaan laboratorium) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan teknik dasar penanganan bahan kimia** dengan mempertimbangkan **jenis, jumlah, dan tingkat bahayanya**. Levelnya mulai dari pemahaman (mengenali sifat bahaya) sampai penalaran: kamu diminta memilih tindakan yang paling aman dari beberapa tindakan yang sama-sama tampak masuk akal. Pada paket latihan buku ini, soal-soal sub bab ini sebagian besar berkategori sulit.

Pola soal yang sering muncul: (1) **pengenceran asam pekat**: urutan menuang, tempat kerja, suhu larutan, dan alat yang boleh dipakai; (2) **penyimpanan dan jumlah**: berapa banyak pelarut mudah menyala yang boleh berada di ruang kerja, dan bahan apa yang tidak boleh berdampingan; (3) **tumpahan**: tindakan yang tepat menurut banyaknya cairan, uap yang timbul, dan perlengkapan orang yang menanganinya; (4) **perlindungan**: lemari asam, alat pelindung diri, dan bahan karsinogen.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- mengelompokkan bahan kimia menurut sifat bahayanya dan menjelaskan akibat serta penanganannya;
- membaca lembar data keselamatan (SDS) dan menentukan bagian yang dibuka pada saat yang tepat;
- menyusun cara kerja yang aman untuk mengencerkan asam pekat dan memindahkan pelarut mudah menyala;
- menentukan tindakan untuk tumpahan dan cara menangani limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Laboratorium kimia analisis adalah tempat kerja, bukan ruang kelas biasa. Di dalamnya ada asam pekat yang membakar kulit, pelarut yang menyala oleh percikan kecil, serbuk beracun, dan alat listrik yang berdekatan dengan air. Hasil analisis yang baik tidak ada artinya bila analisnya celaka. Karena itu setiap analis belajar satu kebiasaan sebelum belajar titrasi: **berpikir dulu tentang bahan yang akan disentuh**. Sub bab ini mengajarkan cara berpikir itu: apa jenis bahannya, berapa banyak, dan seberapa parah akibatnya bila terjadi kesalahan.

1. Bahaya dan risiko: dua kata yang berbeda

Bahaya (*hazard*) adalah sifat bawaan suatu bahan yang dapat menimbulkan kerugian: HCl

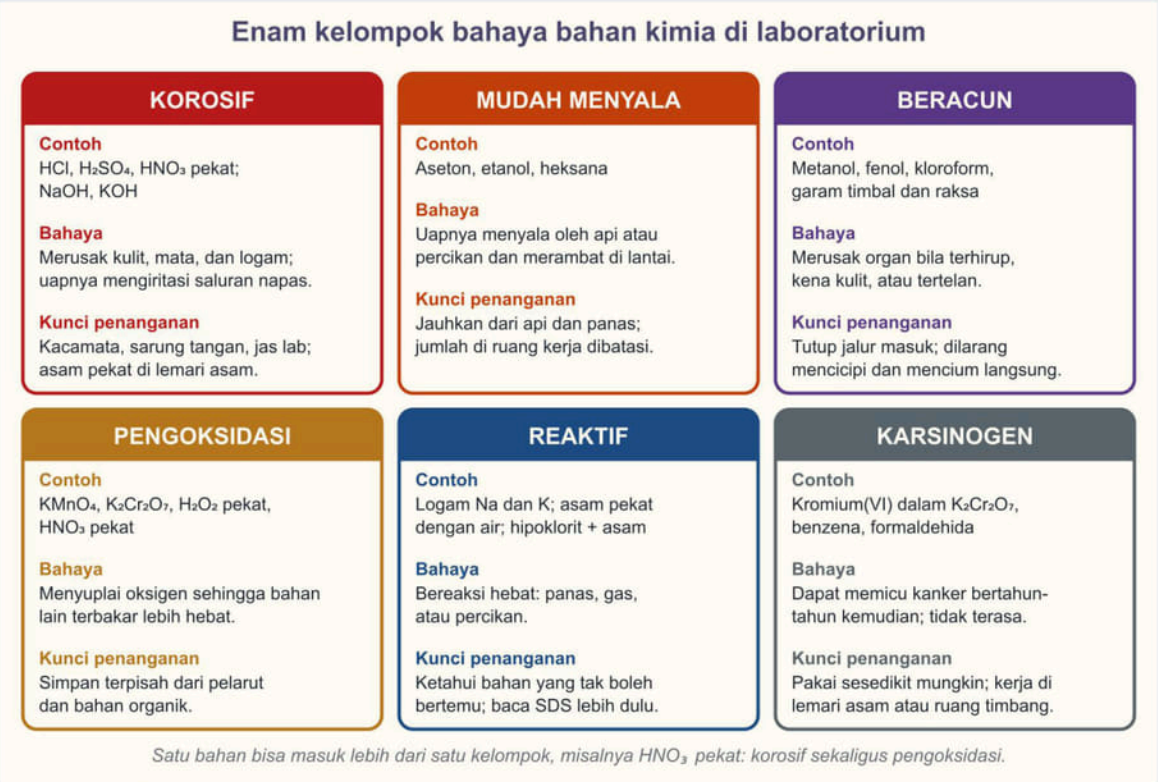
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pekat bersifat korosif, aseton bersifat mudah menyala. Sifat itu melekat pada bahannya dan tidak berubah oleh niat baik siapa pun. **Risiko** (*risk*) adalah kemungkinan bahaya itu benar-benar menimbulkan kerugian, dan besarnya ditentukan oleh **seberapa sering dan seberapa banyak kita terpapar**. Satu tetes HCl encer di meja berisiko kecil; botol HCl pekat 2,5 L yang pecah berisiko besar, padahal bahayanya sama-sama "korosif".

Di sinilah jenis, jumlah, dan tingkat bahaya bekerja bersama. Jenis menentukan *apa* bahayanya, jumlah dan tingkat bahaya menentukan *seberapa besar* risikonya. Pengendalian risiko dilakukan berurutan dari yang paling kuat: (1) **mengganti** bahan yang berbahaya dengan yang lebih aman bila bisa; (2) **pengendalian teknik**, misalnya lemari asam; (3) **pengendalian administratif**, yaitu SOP, izin kerja, dan pelatihan; dan terakhir (4) **alat pelindung diri** (APD). Urutan ini penting: APD adalah lapis cadangan, bukan alasan untuk melewati lapis yang lain.

2. Enam kelompok bahaya

Bahan kimia di laboratorium dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok bahaya utama (Gambar 1.1). Satu bahan dapat masuk lebih dari satu kelompok.



Gambar 1.1 Enam kelompok bahaya bahan kimia di laboratorium beserta contoh dan kunci penanganannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Korosif. Bahan korosif merusak jaringan hidup dan sering juga logam. Termasuk di dalamnya asam kuat pekat (HCl, H_2SO_4, HNO_3) dan basa kuat (NaOH, KOH). Luka akibat basa kuat dapat menembus lebih dalam daripada luka asam karena basa menyabunkan lemak dan melarutkan jaringan. HCl pekat (kira-kira 37 %, sekitar 12 M) mengeluarkan uap yang tampak sebagai kabut putih dan mengiritasi saluran napas, sehingga selain melindungi kulit

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan mata, kamu juga harus menghindari uapnya.

Mudah menyala. Cairan seperti aseton, etanol, dan heksana menguap pada suhu ruang. Yang menyala bukan cairannya, melainkan **uapnya** yang bercampur udara. **Titik nyala** (*flash point*) adalah suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang cukup untuk menyala bila ada sumber api; aseton, heksana, dan banyak pelarut lain bertitik nyala di bawah atau sekitar suhu ruang. Uap pelarut umumnya **lebih berat daripada udara**, sehingga menyebar di dekat lantai dan dapat mencapai api yang jauh dari botolnya. Sumber nyala tidak harus korek api: percikan stop kontak, permukaan pemanas, dan listrik statis juga cukup.

Beracun. Bahan beracun merusak organ tubuh setelah masuk lewat tiga jalur: **terhirup**, **terserap kulit**, atau **tertelan**. Contohnya metanol, fenol, kloroform, serta garam timbal dan raksa. Racun akut bekerja cepat, racun kronis menumpuk perlahan. Karena itu tidak boleh ada makan, minum, atau mencicipi bahan di laboratorium, dan bahan tidak dicium langsung dari botolnya.

Pengoksidasi. Pengoksidasi (*oxidizer*) memberi oksigen atau menarik elektron dari bahan lain sehingga reaksi pembakaran berlangsung jauh lebih hebat. Contohnya $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, H_2O_2 pekat, dan HNO_3 pekat. Pengoksidasi sendiri belum tentu terbakar, tetapi bila bertemu pelarut, kertas, atau bahan organik lain, kebakaran dapat dimulai dan sulit dipadamkan. Karena itu pengoksidasi disimpan **terpisah** dari bahan mudah menyala.

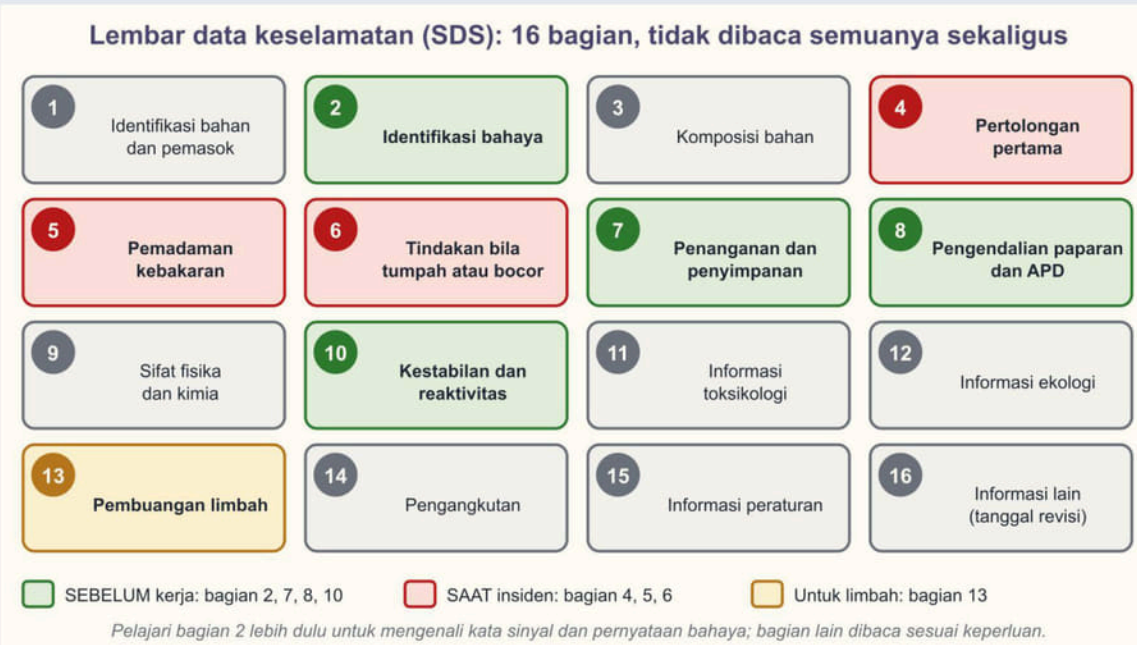
Reaktif. Bahan reaktif bereaksi hebat dengan air, udara, atau bahan tertentu lain. Logam natrium dan kalium bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen dan panas yang dapat menyalakan gas itu. Asam sulfat pekat melepas panas besar saat bertemu air. Campuran hipoklorit (pemutih) dengan asam menghasilkan gas klorin beracun, dan sianida dengan asam menghasilkan gas hidrogen sianida yang mematikan. Bahaya jenis ini sering **tidak tampak pada satu botol**, melainkan baru muncul ketika dua bahan bertemu.

Karsinogen. Bahan karsinogen dapat memicu kanker, dan sebagian juga merusak materi genetik atau fungsi reproduksi. Contohnya senyawa kromium(VI) seperti $K_2Cr_2O_7$, benzena, dan formaldehida (formalin). Bahayanya sangat licik karena **tidak terasa sama sekali** saat paparan: akibatnya baru muncul bertahun-tahun kemudian. Prinsipnya: pakai sesedikit mungkin, ganti dengan bahan yang lebih aman bila prosedur mengizinkan, dan kerjakan di lemari asam atau ruang timbang berpenghisap. Seorang analis yang "hanya menimbang sebentar" karsinogen di meja terbuka tetap menghirup debunya.

3. Lembar data keselamatan (SDS)

Dari mana kita tahu sifat bahaya sebuah bahan dan cara menanganinya? Jawabannya ada pada **lembar data keselamatan** atau SDS (*Safety Data Sheet*, dulu disebut MSDS). Setiap bahan kimia yang dibeli wajib dilengkapi SDS oleh pemasoknya. Formatnya seragam: 16 bagian bernomor (Gambar 1.2).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.2 Enam belas bagian SDS dan bagian yang dibaca teknisi pada saat yang berbeda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tidak ada analis yang membaca ke-16 bagian setiap kali. Ia membuka bagian yang dibutuhkan pada saat yang tepat:

- **Sebelum bekerja**: bagian 2 (identifikasi bahaya: kata sinyal *Bahaya* atau *Peringatan*, gambar piktogram, dan pernyataan bahaya seperti "menyebabkan luka bakar pada kulit dan kerusakan mata"), bagian 7 (penanganan dan penyimpanan), bagian 8 (pengendalian paparan dan APD, termasuk bahan sarung tangan yang cocok), dan bagian 10 (kestabilan dan reaktivitas: bahan apa yang tidak boleh bertemu).
- **Saat terjadi insiden**: bagian 4 (pertolongan pertama), bagian 5 (pemadaman kebakaran), dan bagian 6 (tindakan bila tumpah atau bocor).
- **Saat membuang**: bagian 13 (pembuangan limbah).

Bagian 3 (komposisi) penting karena nama dagang tidak selalu menjelaskan isinya, dan bagian 9 memuat sifat fisik seperti titik nyala dan massa jenis. Untuk bahan baru, kebiasaan yang baik adalah membaca bagian 2, 7, 8, dan 10 **sebelum botolnya dibuka**, bukan sesudah ada masalah.

4. Jenis, jumlah, dan tingkat bahaya: tiga pertanyaan sebelum menyentuh botol

Kisi-kisi menyebut tiga pertimbangan yang menentukan cara kerja. Ajukan tiga pertanyaan ini setiap kali.

Jenis: bahan apa ini? Jawabannya diambil dari kelompok bahaya dan SDS. Jenis menentukan APD, tempat kerja (lemari asam atau meja), apa yang tidak boleh berdekatan, dan cara membuang.

Jumlah: berapa banyak? Semakin banyak bahan, semakin besar energi yang dilepaskan bila terjadi kebakaran, semakin banyak uap bila tumpah, dan semakin sulit diatasi sendirian. Karena itu laboratorium membatasi jumlah bahan yang berada di ruang kerja. Prinsip umumnya: **di meja hanya sebanyak yang dipakai hari itu**, dalam botol kecil berlabel; stok disimpan di lemari penyimpanan yang sesuai; kelebihan stok dipindahkan ke gudang bahan berbahaya. Angka batas pastinya ditetapkan oleh SOP tiap laboratorium dan peraturan yang berlaku, sehingga berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Di buku ini angka batas yang dipakai adalah angka latihan.

Tingkat bahaya: seberapa berbahaya dalam keadaan *ini*? Bahan yang sama dapat berbeda tingkat bahayanya. HCl 0,1 M hanya mengiritasi ringan; HCl pekat membakar kulit dan berkabut. H_2SO_4 98 % jauh lebih berbahaya daripada H_2SO_4 0,5 M. Faktor lain: suhu (asam panas memercik dan menguap lebih banyak), bentuk bahan (serbuk halus mudah terhirup; cairan mudah memercik), lama paparan, dan apakah bahan itu bercampur dengan bahan lain.

Contoh: labu berisi 1 mL HCl 0,1 M cukup ditangani dengan kacamata dan sarung tangan di meja. Menuang 100 mL HCl pekat memerlukan lemari asam, pelindung wajah di atas kacamata, dan sarung tangan yang cocok. Kelompok bahayanya sama (korosif), tetapi tingkat bahaya dan jumlahnya berbeda, sehingga cara kerjanya pun berbeda.

5. Lemari asam

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lemari asam (*fume hood, fume cupboard*) adalah pengendalian teknik utama untuk uap, gas, dan debu berbahaya. Ia bukan lemari penyimpanan dan bukan tameng yang menjamin keselamatan; ia adalah ruang kerja yang udaranya terus-menerus ditarik ke arah belakang lalu dibuang ke luar gedung oleh kipas (Gambar 1.3). Udara ruangan masuk melalui bukaan di bawah kaca geser dan lewat di atas permukaan kerja. Uap yang dilepaskan oleh bahan ikut tertarik ke belakang, melewati celah di sekat belakang (*baffle*), naik ke saluran buang, dan keluar. Dengan begitu napas analis yang berdiri di depan lemari tidak terkena uap.



Gambar 1.3 Foto lemari asam (kiri) dan skema aliran udaranya (kanan). Foto: Wikimedia Commons, domain publik; diberi label Indonesia oleh Tim Next Level Study Indonesia. Skema: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lemari asam melindungi hanya bila dipakai dengan benar:

- **Periksa dulu** bahwa kipas menyala dan aliran udara cukup. Banyak lemari asam memiliki indikator aliran atau alat ukur kecepatan aliran muka (*face velocity*), yaitu kecepatan udara yang masuk melalui bukaan. Angka yang disyaratkan ditetapkan oleh SOP dan spesifikasi lemari (umumnya kira-kira setengah meter per detik); bila indikator menunjukkan aliran di bawah syarat, pekerjaan ditunda dan teknisi dihubungi.
- **Atur kaca geser** (*sash*) sampai tepi bawahnya tidak lebih tinggi daripada tanda batas kerja. Kaca yang terlalu tinggi memperlebar bukaan sehingga aliran muka turun; kaca yang diturunkan juga berfungsi sebagai pelindung percikan.
- **Kerjakan di bagian dalam**, kira-kira 15 cm dari bukaan, bukan di tepi. Bahan yang berada di tepi dapat lolos terbawa pusaran udara keluar bukaan.
- **Jaga aliran udara**: jangan memenuhi permukaan kerja dengan botol dan alat, jangan menutup celah di belakang, jangan banyak bergerak cepat di depan bukaan, dan jangan memasukkan kepala ke dalam lemari.
- **Jangan menjadikannya gudang**: botol yang tidak sedang dipakai dikembalikan ke lemari penyimpanan.

Lemari asam tidak menggantikan APD. Kamu tetap memakai kacamata, jas lab, dan sarung tangan, karena percikan dapat terjadi dan lemari asam bisa saja gagal.

6. Alat pelindung diri (APD)

APD adalah perlengkapan yang dipakai orang untuk melindungi tubuhnya. Pada Gambar 1.4 terlihat APD dasar untuk kerja dengan bahan kimia.



Gambar 1.4 Alat pelindung diri dasar untuk kerja dengan bahan kimia. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pelindung mata paling utama, karena cairan korosif yang mengenai mata dapat merusak

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

penglihatan dalam hitungan detik. Kacamata pelindung rapat (*goggle*) melindungi dari percikan dari samping. Untuk asam atau basa pekat dan jumlah yang besar dipakai pula **pelindung wajah** (*face shield*), tetapi pelindung wajah dipakai **di atas** kacamata, bukan sebagai penggantinya.

Jas lab berlengan panjang yang dikancing melindungi kulit dan pakaian. Bahan katun lebih aman di dekat api dibandingkan beberapa kain sintetis yang dapat meleleh dan menempel di kulit. Untuk cairan korosif dalam jumlah besar ditambahkan apron tahan kimia. Selain itu: celana panjang, sepatu tertutup, dan rambut panjang diikat. Sandal tidak pernah dipakai di laboratorium.

Sarung tangan harus dipilih menurut bahan yang ditangani. Tidak ada satu jenis sarung tangan yang tahan terhadap semua bahan: sarung tangan lateks tipis mudah ditembus banyak pelarut organik, dan sarung tangan nitril tipis pun cepat ditembus oleh pelarut tertentu seperti aseton atau diklorometana. Daftar ketahanan sarung tangan ada di bagian 8 SDS dan pada keterangan pabriknya. Sarung tangan yang sudah terkena bahan dilepas, tidak dipakai menyentuh gagang pintu atau telepon, dan dibuang bila rusak.

Masker perlu dibedakan. Masker kain atau masker bedah **tidak melindungi** dari uap pelarut atau asam. Untuk uap dan gas dipakai respirator dengan kartrid yang sesuai, dan hanya oleh orang yang sudah dilatih serta diuji kecocokan pemakaiannya. Masker partikel menahan debu, bukan uap.

Perlengkapan darurat harus diketahui letaknya sebelum bekerja: pancuran darurat (*safety shower*), pencuci mata (*eyewash*), pemadam api ringan (APAR), kotak pertolongan pertama, dan perlengkapan penanganan tumpahan (*spill kit*).

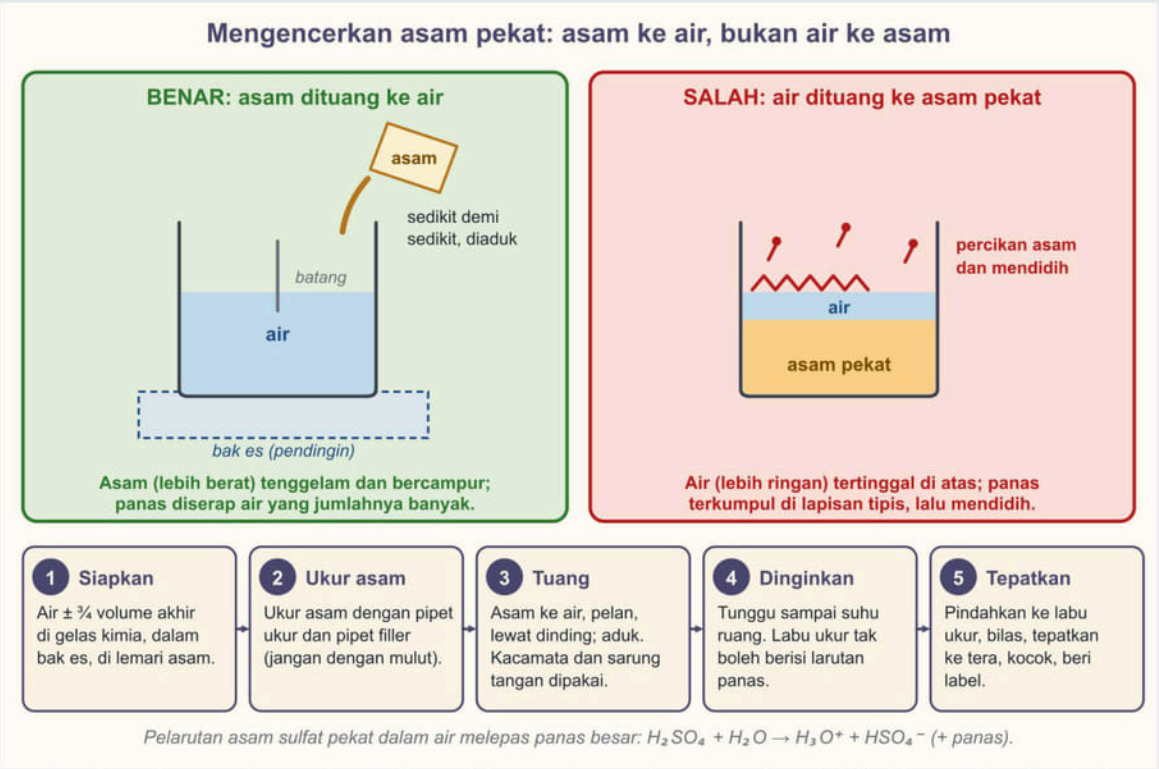
7. Mengencerkan asam pekat

Mengencerkan asam pekat adalah pekerjaan paling sering yang berubah menjadi kecelakaan bila urutannya keliru. Alasannya ada pada partikel dan energi. Ketika asam sulfat pekat berinteraksi dengan air, molekul H_2SO_4 bereaksi dengan molekul air membentuk ion hidronium dan ion hidrogen sulfat:

$H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HSO_4^-$ (melepas panas)

Reaksi dan hidrasi ion ini sangat **eksoterm** (melepas banyak panas). Dari mana urutan "asam ke air" berasal? Perhatikan dua hal yang berbeda antara air dan asam sulfat pekat: massa jenis (air ±1,0 g/mL; H_2SO_4 98 % ±1,84 g/mL) dan banyaknya air yang menyerap panas (Gambar 1.5).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.5 Asam dituang ke air (benar) dan air dituang ke asam pekat (salah), beserta lima langkah pengenceran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila **asam dituang ke air**, asam yang lebih berat tenggelam dan bercampur ke seluruh air; panas yang dilepas terbagi ke banyak molekul air, yang dapat menyerap banyak panas, sehingga suhu naik secara bertahap. Bila **air dituang ke asam pekat**, air yang lebih ringan tertinggal di lapisan atas dan bereaksi di sana. Panas yang dilepas terkumpul pada lapisan tipis itu sehingga air dapat mendidih seketika dan memercikkan asam pekat ke wajah dan tangan. Pengenceran aman dikerjakan seperti berikut.

1. **Kenakan APD**: kacamata rapat, pelindung wajah, sarung tangan tahan asam, dan jas lab. Kerjakan di **lemari asam**.
2. **Siapkan air** (kira-kira tiga perempat volume akhir) di **gelas kimia** yang diletakkan dalam bak berisi es atau air dingin. Gelas kimia dipakai karena tahan panas dan mudah diaduk.
3. **Ukur volume asam pekat** dengan pipet ukur dan pipet filler (bola hisap). Memipet dengan mulut tidak pernah diperbolehkan.
4. **Tuang asam ke air**, sedikit demi sedikit lewat dinding gelas, sambil terus diaduk. Hentikan sebentar bila larutan terasa menjadi sangat panas.
5. **Dinginkan sampai suhu ruang.** Labu ukur adalah alat volumetrik yang dikalibrasi pada suhu tertentu; volume larutan panas berbeda dari volume setelah dingin, sehingga menepatkan volume dalam keadaan panas membuat konsentrasi akhir keliru. Pemanasan juga dapat merusak ketelitian alat.
6. **Pindahkan ke labu ukur** dengan corong, bilas gelas kimia dan corong beberapa kali ke dalam labu, **tepatkan** sampai tanda tera, tutup, dan balik berkali-kali. Beri label (nama

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

larutan, konsentrasi, tanggal, nama pembuat, tanda bahaya).

Pengenceran **langsung di dalam labu ukur** dihindari karena panasnya dapat menimbulkan tekanan dan percikan dari leher labu yang sempit, serta merusak kalibrasi. Prinsip yang sama berlaku untuk **melarutkan pelet NaOH**: pelet dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam air dingin sambil diaduk, tidak sebaliknya, karena pelarutannya juga sangat eksoterm. Setelah dingin, larutan NaOH pekat disimpan dalam botol polietilena (plastik) bertutup rapat dan berlabel, karena basa kuat mengikis kaca.

Satu catatan perhitungan: konsentrasi larutan hasil pengenceran seperti ini adalah **perkiraan**. Bila konsentrasi tepat diperlukan, larutan harus dibakukan (sub bab 2.2). Dari pekat berkadar persen dan massa jenis, molaritasnya dihitung dengan $M = 10 \times \rho \times \text{kadar}\ (\%) \div Mr$; hitungan ini dipakai pada Contoh 1.

8. Pelarut mudah menyala dan jumlahnya

Pelarut seperti aseton, etanol, dan heksana dipakai di hampir semua laboratorium, sehingga **jumlahnya** adalah pengendalian utama. Satu botol kecil di meja memiliki risiko yang berbeda jauh dari belasan liter di ruang yang sama, karena uap yang timbul dan api yang terjadi sebanding dengan banyaknya cairan.

Aturan dasar penanganannya:

- **Jauhkan dari sumber nyala**: pembakar gas, oven, tanur, pelat pemanas yang membara, dan stop kontak yang mudah memercikkan api. Memanaskan pelarut dilakukan dengan penangas air, mantel pemanas, atau pelat pemanas yang dirancang untuk keperluan itu; **bukan** dengan nyala langsung.
- **Batasi jumlah di ruang kerja** menurut SOP. Stok disimpan di lemari bahan mudah menyala (lemari tahan api) atau gudang khusus, dan hanya jumlah harian yang dibawa ke meja, dalam botol kecil berlabel.
- **Pindahkan dan tuang di lemari asam** agar uap tidak menyebar, dengan botol tertutup rapat setelah dipakai.
- **Jangan simpan di kulkas rumah tangga.** Kulkas biasa memiliki komponen listrik yang dapat memercik di dalam ruang yang penuh uap; untuk keperluan itu ada kulkas khusus.
- **Pisahkan dari pengoksidasi.** Etanol di sebelah asam nitrat pekat, misalnya, adalah kombinasi yang dapat bereaksi hebat bila botol pecah.
- **Ketahui pemadamnya.** Api kecil di mulut gelas ditutup dengan penutup tahan api; api yang lebih besar dipadamkan dengan APAR yang sesuai (misalnya jenis CO_2 atau serbuk) sambil memberi tahu orang lain, atau evakuasi bila tidak terkendali. Menyiram air tidak cocok untuk banyak pelarut karena dapat menyebarkan cairan yang terbakar.

9. Tumpahan

Tumpahan terjadi kapan saja, dan hasilnya ditentukan oleh **jenis**, **jumlah**, dan **tingkat bahaya** tumpahan itu, serta oleh **kemampuan dan perlengkapan orang yang menanganinya**. SOP membagi tumpahan menjadi yang dapat ditangani petugas terlatih dengan perlengkapan penanganan tumpahan, dan yang harus ditangani tim tanggap darurat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(biasanya bila jumlahnya besar, uapnya banyak, atau ada orang yang terpapar). Pada Gambar 1.6 terlihat urutan yang dipakai.



Gambar 1.6 Urutan menangani tumpahan bahan kimia, termasuk keputusan kapan harus keluar dan melapor. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tahap pertama selalu **mengamankan** manusia, bukan membersihkan bahan: beri tahu orang di sekitar, jauhkan orang yang tidak berkepentingan, matikan sumber api dan listrik bila bahannya mudah menyala, dan hindari menghirup uap. Tahap kedua **menilai**: bahan apa, berapa banyak, apakah berasap atau berbau menyengat. Bila tumpahan melebihi batas SOP, atau ada uap yang tebal, atau ada orang yang terkena, jawabannya bukan "tangani sendiri dengan APD selengkap mungkin", melainkan **keluar, tutup pintu, pasang tanda dilarang masuk, dan hubungi tim tanggap darurat**. Orang yang menangani tumpahan besar tanpa pelatihan menambah korban, bukan mengurangi bahaya.

Bila tumpahan kecil dan masih dalam kemampuan, lanjutkan dengan **memakai APD**, **membatasi** tumpahan dengan tanggul dari bahan penyerap (dari tepi menuju tengah), **menetralkan atau menyerap**, **mengumpulkan** sebagai limbah, lalu **membersihkan** dan **melaporkan**. Perhatikan beberapa hal rinci:

- **Tumpahan asam**: dinetralkan dengan **natrium bikarbonat** ($NaHCO_3$) atau natrium karbonat, ditaburkan sedikit demi sedikit karena reaksinya berbusa (mengeluarkan CO_2). Contohnya $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$. Netralisasi dianggap selesai bila kertas pH menunjukkan sekitar netral.
- **Tumpahan basa**: dinetralkan dengan **asam lemah**, misalnya asam sitrat, bukan dengan asam kuat.
- **Jangan menetralkan asam pekat dengan basa kuat, atau basa pekat dengan asam kuat**: reaksi penetralannya melepas panas besar dan memercik. Penetral yang lemah bereaksi lebih lembut.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Pelarut mudah menyala**: tidak dinetralkan; padamkan sumber nyala, serap dengan penyerap, dan kumpulkan sambil menjaga ventilasi.
- **Penyerap** yang dipakai adalah bahan lembam (inert) seperti vermikulit, pasir, atau bantalan penyerap. Jangan memakai kertas, kain, atau serbuk gergaji untuk asam nitrat pekat atau pengoksidasi kuat lain, karena bahan organik itu dapat menyala.
- **Jangan menyeka tumpahan asam pekat dengan kain basah.** Air memperluas genangan dan melepas panas, dan kain menyebarkan bahan ke tangan.
- Kumpulkan dengan sekop plastik, masukkan ke wadah limbah B3 bertutup dan berlabel, lalu bersihkan permukaan dengan air dan deterjen.

10. Bila terjadi paparan

Bila tubuh terkena bahan kimia, kecepatan menentukan hasil. **Mata**: segera bilas dengan pencuci mata selama minimal 15 menit (atau menurut SOP), kelopak mata dibuka; lalu cari bantuan medis. **Kulit**: lepaskan pakaian atau perhiasan yang terkena sambil membilas dengan air mengalir (pancuran darurat bila luas) minimal 15 menit. **Terhirup**: pindahkan korban ke udara segar dan hubungi petugas medis. **Tertelan**: jangan memaksa muntah; hubungi petugas medis dan bawa SDS bahannya. Setelah itu insiden dicatat dan dilaporkan.

11. Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)

Sisa bahan dan limbah laboratorium tidak boleh dianggap sampah biasa. Bahan berbahaya dan beracun yang tersisa disebut **limbah B3**, dan pengelolaannya diatur peraturan. Prinsip dasarnya mudah diingat:

- **Kurangi** sejak awal: gunakan skala kecil, buat larutan secukupnya.
- **Pisahkan** menurut jenis: pelarut organik (bila SOP memisahkan yang berhalogen dari yang tidak), asam, basa, larutan logam berat, dan limbah padat seperti kertas saring yang terkontaminasi. Limbah yang tidak boleh bercampur (misalnya pengoksidasi dan pelarut organik, atau asam dengan sianida) tidak dimasukkan ke wadah yang sama.
- **Wadah yang cocok, tertutup, dan berlabel**: isi, tanggal, dan bahaya. Pelarut tidak ditaruh dalam botol bekas minuman.
- **Jangan dibuang ke saluran** wastafel, kecuali SOP dengan jelas menyatakan boleh untuk larutan tertentu yang sudah memenuhi syarat.
- Limbah disimpan sementara di tempat penyimpanan limbah B3 lalu **diserahkan kepada pihak yang berizin** untuk diangkut dan diolah.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: mengencerkan H_2SO_4 pekat dengan aman

Pada 2027, Sinta, analis di laboratorium pengujian air sebuah balai, harus membuat 200 mL larutan H_2SO_4 kira-kira 0,5 M dari H_2SO_4 pekat 98 % (massa jenis 1,84 g/mL; Mr = 98). Tentukan volume asam pekat yang diambil dan susun cara kerja yang aman. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Molaritas asam pekat.** M = 10 × ρ × kadar (%) ÷ Mr = 10 × 1,84 × 98 ÷ 98 = 18,4 M. (Dalam 1 L ada 1.840 g larutan, dan 98 % di antaranya = 1.803,2 g H_2SO_4, atau 1.803,2 ÷ 98 = 18,4 mol.)
2. **Volume asam pekat.** $M_1V_1 = M_2V_2$, maka 18,4 × V_1 = 0,5 × 200, sehingga V_1 = 100 ÷ 18,4 = 5,43 mL, dibulatkan 5,4 mL.
3. **Cek dengan massa.** 5,43 mL × 1,84 g/mL = 9,99 g larutan; 98 % di antaranya = 9,79 g H_2SO_4, atau 9,79 ÷ 98 = 0,0999 mol ≈ 0,100 mol. Jumlah ini sama dengan 0,5 M × 0,200 L = 0,100 mol.
4. **Cara kerja.** Pakai kacamata rapat, pelindung wajah, sarung tangan tahan asam, dan jas lab; kerjakan di lemari asam. Masukkan sekitar 150 mL air suling ke gelas kimia 250 mL dan letakkan dalam bak es. Ukur 5,4 mL asam pekat dengan pipet ukur 10 mL dan pipet filler. Tuang asam sedikit demi sedikit lewat dinding sambil mengaduk. Setelah dingin, pindahkan ke labu ukur 200 mL dengan corong, bilas gelas kimia tiga kali, tepatkan sampai tera dengan air suling, tutup dan balik. Pindahkan ke botol berlabel (nama, 0,5 M kira-kira, tanggal, pembuat, tanda bahaya).

Jawaban: 5,4 mL asam pekat; asam dituang ke air, di lemari asam, dalam keadaan dingin, dan ditepatkan di labu ukur setelah mencapai suhu ruang. Cek akal sehat: asam pekat 18,4 M diencerkan menjadi 0,5 M, jadi pengencerannya 18,4 ÷ 0,5 = 36,8 kali; volume akhir 200 mL dibagi 36,8 = 5,43 mL, sesuai dengan hasil di atas. Volume asam pekat hanya sekitar 3 % dari volume akhir sehingga hampir seluruh larutan adalah air yang dapat menyerap panas. Konsentrasi 0,5 M ini perkiraan; bila diperlukan konsentrasi tepat, larutan dibakukan lebih dulu.

Contoh 2: batas pelarut mudah menyala di ruang kerja

Pada 2027, Wulan bertugas di laboratorium mutu sebuah balai pengujian pangan. Stok pelarut mudah menyala di laboratorium: heksana 2 botol × 2,5 L, aseton 3 botol × 1 L, etanol 96 % 1 botol 2,5 L, dan metanol 1 botol 1 L. SOP latihan menyatakan: (a) cairan mudah menyala di dalam ruang laboratorium paling banyak 8 L dan semuanya berada di lemari bahan mudah menyala, dengan kelebihannya di gudang; (b) di meja kerja dan lemari asam hanya jumlah untuk kerja hari itu, paling banyak 500 mL per jenis dan 1 L seluruhnya, dalam botol kecil berlabel. Hari ini Wulan memerlukan heksana 150 mL, aseton 300 mL, dan etanol 200 mL. Tentukan stok yang harus dipindahkan ke gudang dan jumlah yang boleh dibawa ke meja. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Total stok.** 2 × 2,5 + 3 × 1 + 2,5 + 1 = 5 + 3 + 2,5 + 1 = 11,5 L.
2. **Kelebihan terhadap batas ruang.** 11,5 − 8 = 3,5 L harus dipindahkan ke gudang.
3. **Pilih kemasan yang dipindahkan.** Dahulukan kemasan terbesar dan bahan yang tidak dipakai hari ini. Satu susunan yang memenuhi: heksana 2,5 L + aseton 1 L + metanol 1 L = 4,5 L. Stok di laboratorium tersisa 11,5 − 4,5 = 7,0 L, yaitu heksana 2,5 L, aseton 2 L, dan etanol 2,5 L, semuanya di lemari bahan mudah menyala (7,0 L ≤ 8 L).
4. **Jumlah ke meja.** Kebutuhan hari ini 150 + 300 + 200 = 650 mL. Syarat per jenis: tiap jenis ≤ 500 mL (terbesar 300 mL, terpenuhi). Syarat total: 650 mL ≤ 1 L (terpenuhi). Pelarut dituang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ke botol kecil di lemari asam dan botol besar dikembalikan ke lemari penyimpanan; botol kecil diletakkan jauh dari pemanas dan pembakar.

5. **Total di ruang.** 650 mL di meja berasal dari stok 7,0 L itu, sehingga total di ruang tetap 7,0 L.

Jawaban: pindahkan 4,5 L ke gudang (atau susunan lain yang membuat sisa ≤ 8 L); bawa ke meja 650 mL dalam botol kecil berlabel. Cek akal sehat: bila Wulan membawa jeriken 2,5 L ke meja, syarat 500 mL per jenis dilanggar; bila 11,5 L dibiarkan di ruang, syarat 8 L dilanggar. Bila terjadi tumpahan atau kebakaran di meja, yang terlibat hanya sekitar 0,65 L dan bukan 11,5 L.

Contoh 3: menyusun tindakan untuk tumpahan basa pekat

Pada 2026, Ayu, analis terlatih di laboratorium pelapisan logam, menjatuhkan labu berisi kira-kira 200 mL larutan NaOH 6 M di lantai ubin dekat meja. Tidak ada uap, tidak ada orang yang terkena, dan perlengkapan penanganan tumpahan ada di dekatnya. SOP latihan: tumpahan sampai 500 mL tanpa uap dan tanpa korban boleh ditangani petugas terlatih; selain itu ditangani tim tanggap darurat. Susun tindakan Ayu dan hitung banyaknya asam sitrat monohidrat ($H_3C_6H_5O_7{\cdot}H_2O$, Mr = 210) yang diperlukan secara teori. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

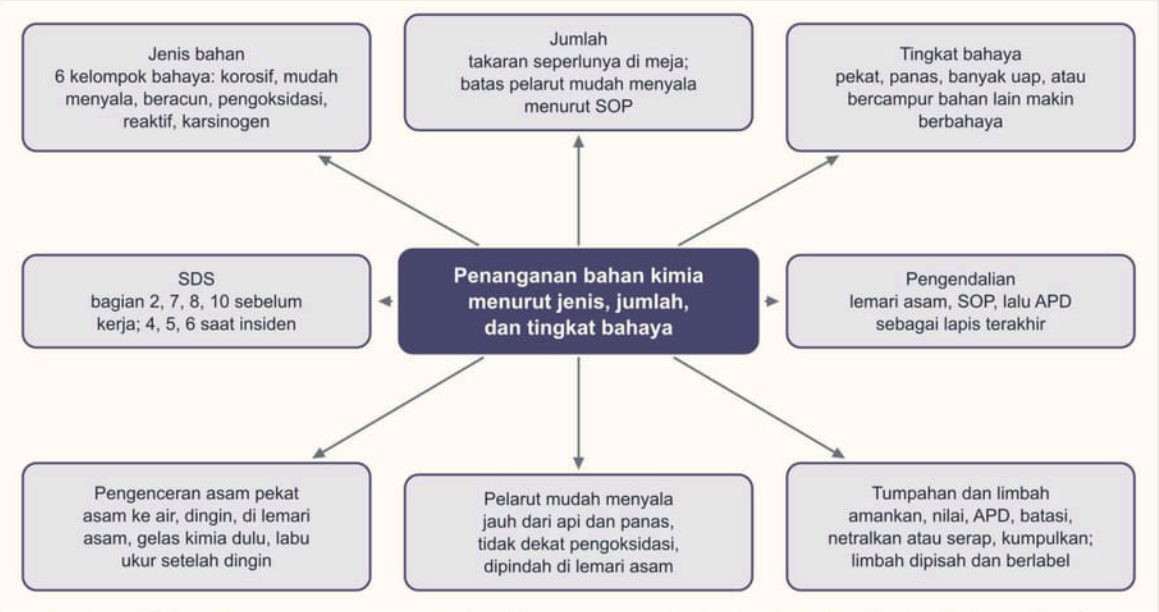
1. **Golongkan.** 200 mL < 500 mL; NaOH tidak menguap sehingga tidak ada uap; tidak ada korban. Syarat SOP terpenuhi, jadi Ayu boleh menanganinya. (Bila ada orang terkena: pencuci mata atau pancuran darurat minimal 15 menit lebih dulu.)
2. **Amankan.** Beri tahu orang lain, pasang tanda "lantai korosif dan licin", batasi akses.
3. **APD.** Kacamata rapat dan pelindung wajah, sarung tangan tebal tahan basa (nitril tebal atau neoprena), jas lab dan apron, serta sepatu tertutup.
4. **Batasi.** Buat tanggul dari bahan penyerap di sekeliling genangan, dari tepi ke tengah.
5. **Hitung penetral.** Jumlah NaOH = 6 mol/L × 0,200 L = 1,2 mol (massa 1,2 × 40 = 48 g). Asam sitrat bersifat triprotik (1 mol memberi 3 mol H^+): $H_3C_6H_5O_7 + 3\ OH^- \rightarrow C_6H_5O_7^{3-} + 3\ H_2O$. Jadi 1,2 mol OH^- memerlukan 1,2 ÷ 3 = 0,4 mol asam sitrat, yaitu 0,4 × 210 = 84 g. Taburkan bertahap (kira-kira sepertiga setiap kali) dari tepi ke tengah, periksa dengan kertas pH sampai sekitar netral.
6. **Serap dan kumpulkan.** Serap dengan penyerap lembam, kumpulkan dengan sekop plastik ke wadah limbah B3 bertutup berlabel.
7. **Bersihkan dan laporkan.** Cuci lantai dengan air dan deterjen, bilas, periksa pH permukaan, catat insiden, dan lengkapi kembali perlengkapan penanganan tumpahan.

Jawaban: tangani sendiri sesuai SOP dengan penetral asam lemah; kebutuhan asam sitrat monohidrat secara teori 84 g. Cek akal sehat: massa asam sitrat lebih besar daripada massa NaOH (84 g dibanding 48 g) karena satu mol H^+ asam sitrat "berharga" 210 ÷ 3 = 70 g, sedangkan satu mol OH^- dari NaOH hanya 40 g; 84 ÷ 48 = 1,75 = 70 ÷ 40. Asam kuat sebagai penetral akan bekerja lebih cepat tetapi panas dan memercik, sehingga tidak dipakai.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.7 merangkum isi sub bab ini.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.7 Peta konsep penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Enam kelompok bahaya**: korosif, mudah menyala, beracun, pengoksidasi, reaktif, karsinogen. Satu bahan dapat masuk beberapa kelompok.
- **Risiko = bahaya × paparan**: jenis menentukan bahayanya, jumlah dan tingkat bahaya menentukan besarnya risiko.
- **SDS**: bagian 2, 7, 8, 10 dibaca sebelum bekerja; 4, 5, 6 saat insiden; 13 untuk limbah.
- **Lemari asam**: kipas menyala, kaca di tanda batas, kerja ± 15 cm di dalam, tidak dijadikan gudang. APD tetap dipakai.
- **Pengenceran asam pekat**: **asam ke air**, sedikit demi sedikit, dingin, di lemari asam, di gelas kimia; labu ukur dipakai setelah larutan dingin.
- **Pelarut mudah menyala**: jauh dari api dan pengoksidasi; jumlah di ruang kerja dibatasi SOP; di meja hanya sejumlah pemakaian hari itu.
- **Tumpahan**: amankan, nilai, lalu putuskan. Tumpahan besar atau berasap: keluar dan lapor. Asam dinetralkan dengan bikarbonat, basa dengan asam lemah, pelarut diserap.
- **Limbah B3**: dipisahkan, di wadah bertutup berlabel, tidak dibuang ke saluran.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal penanganan bahan kimia:

1. **Tulis jenis bahan, jumlah, dan keadaannya** (pekat atau encer, panas atau dingin, uap atau tidak).
2. **Cocokkan dengan syarat SOP yang ada di soal**: tempat, batas jumlah, batas kemampuan penanganan.
3. **Uji setiap pilihan terhadap syarat itu satu per satu.** Pilihan yang benar harus memenuhi semuanya; pilihan yang tampak benar biasanya gagal pada satu syarat.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Air dituang ke asam pekat**, atau pengenceran langsung di labu ukur dalam keadaan panas.
- **Menetralkan asam pekat dengan basa kuat** (atau sebaliknya) agar "cepat netral".
- **Menyeka tumpahan asam pekat dengan kain basah** atau menyiramnya dengan air.
- **Menangani tumpahan besar sendiri** karena "sudah memakai APD", padahal SOP menyerahkannya ke tim tanggap darurat.
- **Menyimpan banyak pelarut di meja atau di dekat oven**, atau di dekat pengoksidasi.
- **Mengira satu sarung tangan atau masker tahan semua bahan.**

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa membaca bahwa 500 mL H_2SO_4 pekat tumpah di lantai dan memilih "tuangi larutan NaOH 1 M sebanyak-banyaknya agar langsung netral". Yang tepat: tumpahan asam pekat dalam jumlah besar tidak dinetralkan dengan basa kuat karena reaksinya sangat panas dan memercik; tumpahan dibatasi dengan penyerap lembam, dinetralkan bertahap dengan penetral lemah, atau diserahkan ke tim tanggap darurat bila melebihi batas SOP.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji urutan pengenceran asam pekat, tempat kerja, dan suhu larutan sebelum ditepatkan di labu ukur. Pakai bagian 7 (mengencerkan asam pekat).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium kontrol mutu sebuah pabrik pupuk (2027) membutuhkan 250 mL larutan H_2SO_4 kira-kira 1 M. Rani, analis muda, harus mengencerkan sekitar 14 mL H_2SO_4 pekat 98%. Alat yang tersedia: lemari asam, gelas kimia 400 mL, labu ukur 250 mL, batang pengaduk, dan wadah berisi es. SOP laboratorium menyatakan asam pekat hanya boleh dibuka dan dituang di dalam lemari asam, dan alat gelas volumetrik tidak boleh dipakai untuk larutan yang panas.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Cara kerja yang paling tepat dilakukan Rani adalah ....

A. Memasukkan asam pekat ke labu ukur berisi sedikit air, lalu langsung menambah air sampai tanda batas dan mengocoknya
B. Menuang 200 mL air sedikit demi sedikit ke gelas kimia berisi asam pekat sambil diaduk di dalam lemari asam
C. Menuang asam pekat perlahan ke 200 mL air dalam gelas kimia di wadah es di lemari asam, lalu memindahkannya ke labu ukur setelah dingin
D. Menuang asam pekat perlahan ke 200 mL air dalam gelas kimia di lemari asam, lalu segera memindahkannya ke labu ukur dan menepatkan volumenya
E. Menuang asam pekat perlahan ke 200 mL air dalam gelas kimia di meja kerja terbuka, lalu memindahkannya ke labu ukur setelah dingin

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Pengenceran asam sulfat pekat melepaskan panas yang besar. Asam selalu dituang ke dalam air (bukan sebaliknya), sedikit demi sedikit sambil diaduk, di tempat yang aman dari uap/percikan. Labu ukur hanya diisi larutan bersuhu ruang karena volume larutan panas menyusut setelah dingin.

Langkah:

1. Urutan aman: asam dituang ke air → opsi B gugur.
2. Tempat: SOP mewajibkan lemari asam → opsi E gugur.
3. Suhu: labu ukur tidak boleh berisi larutan panas → opsi A dan D gugur.
4. Tersisa opsi C: asam ke air, di lemari asam, didinginkan dengan es, baru ditepatkan di labu ukur.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: urutan asam ke air terpenuhi, tetapi panas pengenceran terjadi di dalam labu ukur dan volume ditepatkan saat larutan masih panas sehingga volumenya berubah setelah dingin.
• **B.** ✗ Air dituang ke asam pekat: panas terkumpul di lapisan atas dan dapat membuat larutan mendidih serta memercik.
• **C.** ✓ Semua syarat terpenuhi: asam ke air, di lemari asam, panas diredam dengan es, dan volume ditepatkan setelah larutan dingin.
• **D.** ✗ Jebakan: urutan dan tempatnya benar, tetapi larutan dipindahkan ketika masih panas; setelah dingin volumenya menyusut di bawah tanda batas dan alat volumetrik terkena panas.
• **E.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi asam pekat dituang di meja terbuka, padahal SOP mewajibkan lemari asam.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu jenis, jumlah, dan keadaan bahan, lalu uji setiap pilihan terhadap syarat SOP yang diberikan.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik parfum (2027) menerima empat jeriken etanol 96% masing-masing 5 L. SOP: cairan mudah menyala di dalam ruang laboratorium paling banyak 10 L dan harus berada di lemari bahan mudah menyala; kelebihannya disimpan di gudang bahan mudah menyala. Lemari itu kini kosong. Di ruang laboratorium juga ada oven pengering, pembakar gas, dan rak berisi asam nitrat pekat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan penanganan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Dua jeriken masuk lemari bahan mudah menyala di laboratorium, dua lainnya ke gudang bahan mudah menyala.
☐ B. Keempat jeriken disimpan di bawah meja kerja yang jauh dari pembakar agar dekat dengan tempat pemakaian.
☐ C. Etanol harian dituang ke botol kecil berlabel di lemari asam, lalu botolnya disimpan di lemari bahan mudah menyala.
☐ D. Satu jeriken boleh diletakkan di samping oven pengering bila tutupnya dipastikan rapat.
☐ E. Satu jeriken boleh ditaruh di rak asam nitrat pekat asalkan rak itu dilengkapi baki penampung.

2. Di gudang bahan kimia sebuah pabrik galvanis (2027), botol HCl pekat 2,5 L terjatuh dan pecah; cairannya menggenang dan uap putih menyengat memenuhi ruangan. Yoga sedang sendirian dan hanya memakai jas laboratorium, kacamata, dan sarung tangan. SOP tanggap tumpahan: tumpahan kurang dari 100 mL boleh ditangani petugas terlatih dengan spill kit; tumpahan lebih dari 1 L atau yang menimbulkan banyak uap hanya boleh ditangani tim tanggap darurat yang memakai respirator.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat dilakukan Yoga adalah ....

A. Mengambil respirator dari lemari APD di luar gudang, lalu menetralkan tumpahan dengan spill kit
B. Menyiram tumpahan dengan banyak air agar asam encer, lalu mengalirkannya ke saluran lantai
C. Keluar, menutup pintu, memasang tanda dilarang masuk, lalu melapor ke tim tanggap darurat
D. Menutup pintu gudang dari luar, lalu kembali 30 menit kemudian untuk menetralkan bila uap berkurang
E. Menutup genangan dengan kain lap agar uapnya berkurang, lalu menunggu di gudang sampai uap hilang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kunci singkat: 1. A, C 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa air tidak boleh dituang ke asam sulfat pekat, dan mengapa pengenceran tidak dilakukan langsung di labu ukur?
- Pada tumpahan, apa yang membedakan "tangani sendiri dengan spill kit" dan "keluar dan lapor", dan mengapa APD lengkap tidak mengubah keputusan itu?
- **Yang harus kuingat:** bahaya ditentukan jenis, risiko oleh jumlah dan tingkat bahaya; asam ke air, dingin, di lemari asam; pelarut mudah menyala dibatasi jumlahnya dan dijauhkan dari api dan pengoksidasi; tumpahan besar atau berasap diserahkan ke tim darurat; limbah B3 dipisah dan berlabel.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-1.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.2 · Pengelolaan alat gelas laboratorium

SMKKA-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 1) meminta kamu **menerapkan pengelolaan alat gelas laboratorium**: mengenali jenis dan fungsinya, memilih alat menurut ketelitian yang dibutuhkan, memakainya dengan benar, lalu membersihkan, mengeringkan, dan menyimpannya. Levelnya penerapan sampai penalaran, karena dalam soal biasanya ada beberapa cara kerja yang terdengar rapi dan hanya satu yang sesuai dengan sifat alatnya.

Pola soal yang sering muncul: (1) **memilih alat** untuk beberapa pekerjaan, ada yang menuntut volume tepat dan ada yang cukup perkiraan; (2) **cara pakai**: sisa cairan di ujung pipet, membilas pipet dan buret, tetesan yang menempel di dinding buret; (3) **perawatan**: alat volumetrik yang boleh atau tidak boleh dipanaskan dan dikeringkan; (4) **kalibrasi** sederhana dan pembacaan skala buret.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan alat gelas umum dari alat volumetrik dan memilih alat menurut ketelitian yang diperlukan;
- menjelaskan arti tanda pada alat volumetrik (kelas A atau B, TC atau TD, suhu kalibrasi) dan membaca meniskus tanpa kesalahan paralaks;
- memakai labu ukur, pipet, dan buret dengan urutan yang benar, serta menjelaskan alasannya;
- membersihkan, mengeringkan, menyimpan alat gelas, dan menghitung volume pipet dari kalibrasi air.

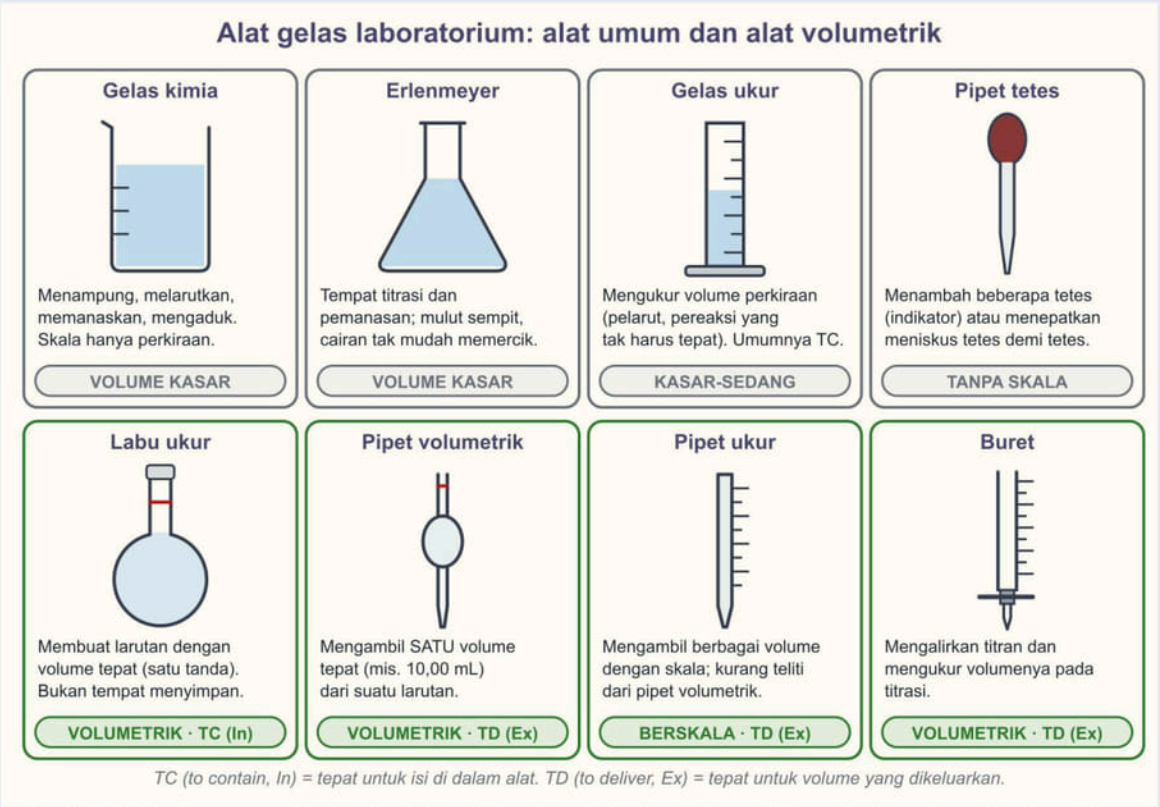
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Kalau kamu ingin menimbang 0,3806 g bahan dengan neraca analitik tetapi lalu mengukur volume pelarutnya dengan gelas kimia, ketelitian neraca itu sia-sia: kesalahan terbesar sekarang ada pada alat ukur volumenya. Di laboratorium kimia analisis, **ketelitian sebuah hasil dibatasi oleh alat yang paling kasar dalam rantai kerjanya**. Itulah sebabnya analis belajar memilih alat gelas dengan teliti, bukan sekadar mengambil gelas yang kebetulan tersedia.

1. Dua golongan alat gelas

Alat gelas laboratorium dikelompokkan menjadi dua golongan menurut kegunaannya (Gambar 1.8).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.8 Alat gelas umum (baris atas) dan alat volumetrik (baris bawah) beserta fungsinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Alat umum dipakai untuk menampung, melarutkan, mengaduk, memanaskan, dan memindahkan. **Gelas kimia** (*beaker*) menampung dan melarutkan; skalanya hanya perkiraan. **Erlenmeyer** (labu Erlenmeyer) berbentuk kerucut dengan mulut sempit sehingga cairan tidak mudah memercik; ia dipakai sebagai tempat titrasi dan memanaskan larutan. **Gelas ukur** (*graduated cylinder*) mengukur volume dengan skala; ketelitiannya lebih baik daripada gelas kimia tetapi masih jauh di bawah alat volumetrik, sehingga dipakai untuk volume yang tidak harus tepat, misalnya pelarut atau pereaksi yang jumlahnya tidak menentukan hasil. **Pipet tetes** tidak berskala dan dipakai untuk menambah beberapa tetes (misalnya indikator) atau menepatkan meniskus tetes demi tetes.

Alat volumetrik dirancang dan dikalibrasi untuk satu volume atau skala yang teliti. **Labu ukur** hanya memiliki satu tanda dan dipakai untuk membuat larutan dengan volume tepat. **Pipet volumetrik** (pipet gondok) memindahkan satu volume tepat, misalnya 10,00 mL. **Pipet ukur** memiliki skala sehingga dapat mengambil berbagai volume, tetapi kurang teliti daripada pipet volumetrik. **Buret** adalah tabung berskala dengan keran untuk mengalirkan titran pada titrasi dan mengukur volumenya.

Kedua golongan ini sebagian besar terbuat dari **kaca borosilikat**, yaitu kaca yang memuai sangat sedikit bila dipanaskan sehingga tahan perubahan suhu mendadak dan tahan sebagian besar bahan kimia. Dua kekecualian perlu diingat: **asam fluorida** (HF) melarutkan kaca sehingga disimpan dan ditangani dengan wadah plastik, dan **basa kuat pekat** yang lama berada di dalam alat gelas pelan-pelan mengikis permukaannya serta membuat sumbat dan keran

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

macet. Karena itu larutan NaOH tidak disimpan lama di labu ukur atau buret.

2. Arti tanda pada alat volumetrik

Setiap alat volumetrik membawa informasi yang dicetak atau digores pada dindingnya. Baca informasi itu sebelum memakai alatnya.

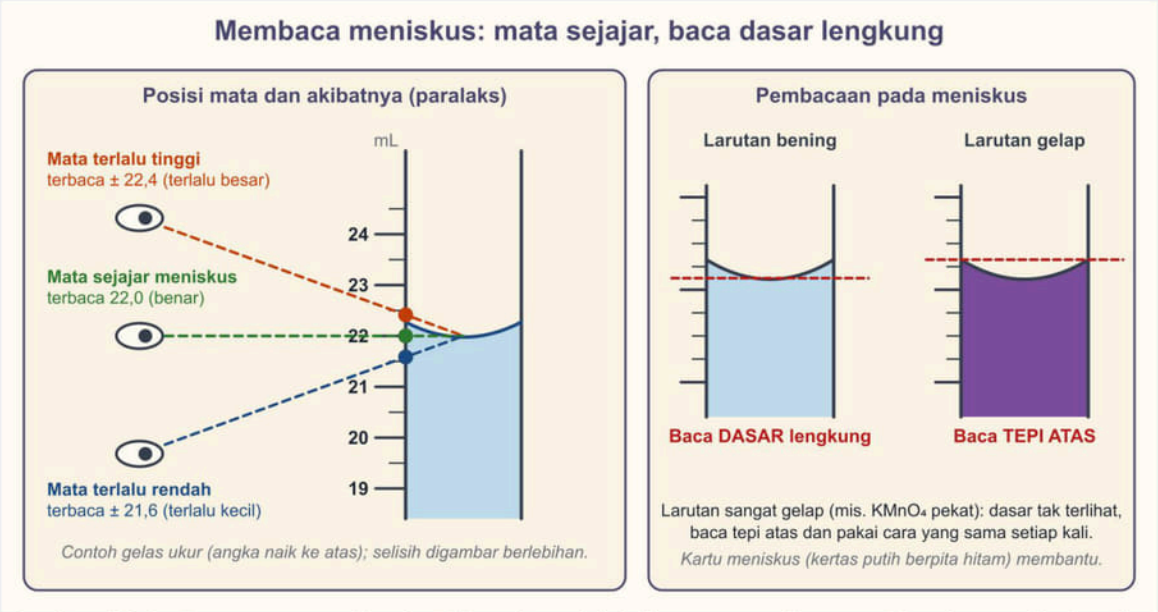
- **Volume nominal**, misalnya 10 mL atau 250 mL.
- **Kelas** A atau B. Alat **kelas A** memiliki toleransi lebih sempit; toleransi kelas B kira-kira dua kali toleransi kelas A. Contoh toleransi kelas A yang umum: pipet volumetrik 10 mL kira-kira ±0,02 mL, pipet 25 mL kira-kira ±0,03 mL, labu ukur 100 mL kira-kira ±0,10 mL, labu ukur 250 mL kira-kira ±0,15 mL, dan buret 50 mL kira-kira ±0,05 mL. Angka pasti tertulis pada alat atau standar pembuatnya.
- **Suhu kalibrasi**, misalnya 20 °C. Volume cairan dan kaca berubah terhadap suhu, sehingga alat hanya teliti pada suhu acuan atau mendekatinya.
- **TC** (*to contain*, tertulis juga *In*): volume tepat berada **di dalam** alat. Contohnya labu ukur. **TD** (*to deliver*, tertulis juga *Ex*): volume tepat adalah **yang keluar** dari alat bila dituang dengan cara yang ditentukan. Contohnya pipet volumetrik dan buret.
- **Waktu tunggu** (misalnya 15 detik) pada pipet TD, dan ada tidaknya **cincin tiup** (*blow-out*).

Perbedaan TC dan TD berasal dari sifat kaca dan cairan. Cairan berair **membasahi** kaca bersih sehingga selalu meninggalkan lapisan tipis di dinding dan sedikit cairan di ujung alat. Alat TD sudah dikalibrasi dengan menghitung sisa itu: volume yang tertulis adalah volume yang **keluar** bila alat dituang bebas, ditunggu sesuai waktu tunggu, dan ujungnya disentuhkan ke dinding wadah. Karena sisa itu sudah diperhitungkan, **meniupnya keluar justru menambah volume** di atas yang tertulis, kecuali pipet tersebut sengaja ditandai cincin tiup. Alat TC sebaliknya dikalibrasi untuk menampung volume tertentu di dalamnya, dan tidak dirancang untuk dituang.

3. Membaca meniskus tanpa paralaks

Permukaan larutan berair di dalam tabung sempit tidak datar; ia **melengkung ke bawah** (cekung) dan disebut **meniskus**. Alasannya ada di tingkat partikel: molekul air tertarik oleh dinding kaca lebih kuat daripada oleh sesama molekul air, sehingga cairan "menjalar" naik di dinding dan permukaannya cekung. Pembacaan dilakukan pada **dasar** lengkungan itu (Gambar 1.9).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.9 Posisi mata menentukan hasil baca (paralaks), dan cara membaca meniskus larutan bening dan larutan gelap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Skala tercetak pada dinding depan tabung, sedangkan dasar meniskus berada di tengah tabung, sedikit di belakang. Akibatnya, garis pandang dari mata yang **lebih tinggi** daripada meniskus memotong skala di titik yang lebih tinggi dari dasar meniskus, dan mata yang **lebih rendah** memotongnya di titik yang lebih rendah. Selisih ini disebut **kesalahan paralaks**. Cara menghindarinya: letakkan mata **sejajar** dengan dasar meniskus, dan pastikan tabung tegak lurus (alat dipegang tegak atau dijepit pada statif).

Untuk larutan yang sangat gelap, misalnya $KMnO_4$ pekat, dasar meniskus tidak terlihat jelas sehingga yang dibaca adalah **tepi atas** meniskus; yang penting, cara membaca itu dipakai **sama setiap kali** dalam satu analisis. Sebuah **kartu meniskus** (kertas putih dengan pita hitam) yang diletakkan di belakang tabung membantu pembacaan larutan bening karena membuat dasar lengkungan tampak jelas.

4. Labu ukur: membuat larutan dengan volume tepat

Labu ukur memiliki satu tanda tera pada leher yang sempit. Leher sempit membuat selisih volume sangat kecil untuk setiap milimeter perubahan tinggi cairan, sehingga volume dapat ditepatkan dengan teliti. Langkah kerjanya:

1. **Larutkan dulu** padatan di gelas kimia dengan sebagian pelarut (misalnya kira-kira sepertiga sampai setengah volume akhir). Padatan tidak dimasukkan langsung ke labu ukur karena sulit dilarutkan dalam labu yang sempit dan bahan dapat menempel di leher.
2. **Pindahkan** larutan ke labu ukur dengan corong (dan batang pengaduk sebagai pemandu), lalu **bilas** gelas kimia, batang pengaduk, dan corong dengan pelarut dan masukkan air bilasannya ke labu, sampai semua zat terlarut pindah.
3. **Tambahkan pelarut** sampai kira-kira satu sentimeter di bawah tera; sisanya diteteskan dengan pipet tetes sampai **dasar meniskus tepat pada tera** (dibaca sejajar mata).
4. **Tutup** dan **balik** berkali-kali (kira-kira sepuluh sampai lima belas kali) agar larutan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

homogen. Setelah pencampuran, tinggi cairan dapat turun sedikit; jangan menambah pelarut lagi.

5. **Pindahkan** larutan ke botol penyimpan berlabel. Labu ukur bukan tempat menyimpan.

Labu ukur **tidak dipanaskan** dan tidak diisi larutan yang masih panas: volume larutan panas berbeda dari volume setelah dingin, dan pemanasan dapat mengubah kalibrasi kaca. Itu sebabnya pada pelarutan yang melepas panas (misalnya pengenceran asam pekat di sub bab 1.1), larutan didinginkan lebih dulu.

5. Pipet volumetrik dan pipet ukur

Pipet volumetrik adalah alat yang paling teliti untuk memindahkan **satu volume tertentu** larutan. Ujung atasnya diisap memakai **pipet filler** (bola hisap), **tidak pernah dengan mulut**. Urutan memakainya terlihat pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10 Bagian pipet volumetrik dan enam langkah memakainya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada langkah pertama pipet **dibilas dengan larutan yang akan dipipet**, bukan dengan air suling. Mengapa? Bila dinding pipet masih basah air, air itu akan mengencerkan larutan yang diisap sehingga konsentrasi larutan yang dipindahkan menjadi lebih kecil dari seharusnya. Pembilasan dengan sedikit larutan sendiri (dua sampai tiga kali) membuat dinding "terkondisikan" oleh larutan yang sama.

Setelah itu pipet diisi sedikit di atas tera, ujung luarnya diseka tisu, dan ujungnya disentuhkan ke dinding wadah sampel agar meniskus dapat ditepatkan ke tera. Larutan kemudian dialirkan bebas ke wadah tujuan dengan pipet tegak dan ujung menempel di dinding wadah yang dimiringkan. Pipet ditunggu sampai waktu tunggu yang tertulis, lalu diangkat sambil menyentuhkan ujungnya ke dinding. **Sisa kecil di ujung dibiarkan**: untuk pipet TD tanpa cincin tiup, sisa itu sudah diperhitungkan dalam kalibrasi. Ujung tidak diketuk dan tidak ditiup.

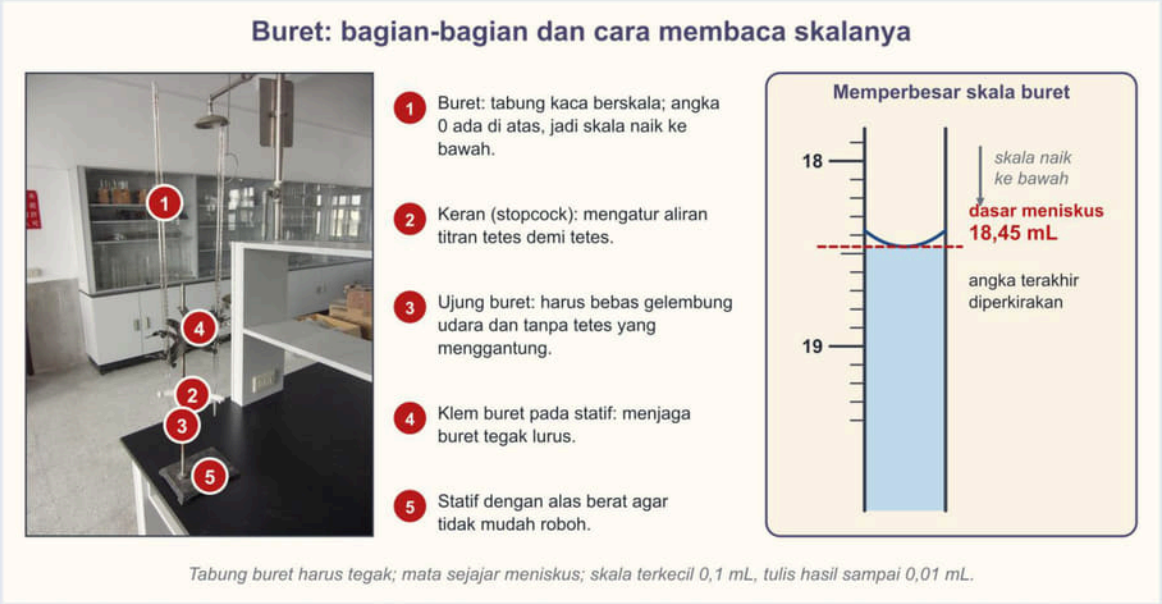
Pipet ukur memiliki skala sehingga dapat mengambil beragam volume; prosedurnya mirip

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(dibilas larutan, diisap dengan pipet filler, meniskus ditepatkan, dialirkan), tetapi ketelitiannya lebih rendah daripada pipet volumetrik, sehingga untuk satu volume yang harus sangat tepat dipilih pipet volumetrik.

6. Buret

Buret adalah tabung kaca berskala dengan keran di bagian bawah dan ujung runcing (Gambar 1.11). Titran dialirkan dari buret ke larutan sampel di dalam erlenmeyer sehingga volumenya dapat dibaca dari selisih pembacaan awal dan akhir.



Gambar 1.11 Foto buret pada statif (kiri) dan pembesaran skala buret (kanan). Foto: GOKLuLe, CC BY-SA 3.0, melalui Wikimedia Commons; diberi label Indonesia oleh Tim Next Level Study Indonesia. Skema: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hal terpenting tentang buret: **angka 0 ada di atas**, sehingga skala **naik ke bawah**, kebalikan dari gelas ukur. Pembacaan akhir selalu lebih besar daripada pembacaan awal, dan volume titran dihitung sebagai **akhir − awal**. Skala terkecil biasanya 0,1 mL; hasil ditulis sampai dua desimal, dengan angka terakhir diperkirakan di antara dua garis (misalnya 18,45 mL). Ketidakpastian pembacaan pada buret 50 mL sekitar ±0,05 mL untuk setiap pembacaan.

Persiapan buret berurutan sebagai berikut.

1. **Periksa kebersihan.** Dinding yang bersih dibasahi air secara merata (lapisan film tanpa tetesan yang menempel). Bila ada tetesan yang menempel, dinding berlemak dan buret harus dicuci (bagian 8).
2. **Bilas dengan titran**, dua sampai tiga kali dengan sedikit titran, sambil memutar buret agar seluruh dinding terbilas, lalu alirkan lewat ujungnya. Alasannya sama dengan pipet: air yang tersisa akan mengencerkan titran.
3. **Isi dengan titran** melalui corong sampai sedikit di atas angka 0, lalu lepaskan corong (sisa tetesan di corong dapat menetes dan mengubah pembacaan).
4. **Buang gelembung udara** pada ujung dan keran dengan membuka keran sejenak sampai ujung penuh cairan. Gelembung yang kemudian lepas saat titrasi dihitung sebagai volume

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

titran dan membuat hasil keliru.

5. **Atur** meniskus pada angka 0 atau dekatnya (tidak harus tepat 0), lalu **catat pembacaan awal**. Pastikan tidak ada tetes yang menggantung di ujung.
6. **Titrasi** sambil membaca dengan mata sejajar meniskus. Bila titran dialirkan cepat, tunggu sebentar (sekitar setengah menit) sebelum membaca agar lapisan cairan di dinding sempat turun.

Buret dipasang **tegak lurus** pada statif dengan klem. Keran berbahan PTFE (Teflon) tidak memerlukan pelumas, sedangkan keran kaca perlu sedikit pelumas khusus.

7. Alat umum: gelas ukur, gelas kimia, dan erlenmeyer

Karena ketelitiannya kasar, alat umum dipakai bila volume tidak menentukan hasil: melarutkan padatan, menampung sampel, memberi pelarut berlebih, atau memanaskan larutan. **Erlenmeyer** untuk titrasi **tidak harus kering**. Bila erlenmeyer masih basah air suling, air itu tidak mengubah **jumlah mol** analit yang kamu pipet ke dalamnya; yang berubah hanya volume total, dan itu tidak memengaruhi hasil titrasi karena titik akhir bergantung pada mol analit, bukan konsentrasinya di erlenmeyer. Perbedaan penting dengan pipet dan buret: pada kedua alat itu air sisa **mengencerkan larutan yang akan dipindahkan**, jadi harus dibilas dengan larutan itu sendiri.

Dari sini dapat disusun pedoman praktis tentang kapan alat boleh basah.

Alat	Boleh basah air suling?	Alasan
Labu ukur (membuat larutan dari padatan atau pengenceran)	ya	pelarut ditambahkan sampai tera; air sisa menjadi bagian pelarut
Erlenmeyer untuk titrasi	ya	mol analit tidak berubah oleh air tambahan
Gelas kimia untuk melarutkan	ya	volume akhir ditepatkan di labu ukur
Pipet volumetrik dan pipet ukur	tidak	harus dibilas dengan larutan yang dipipet
Buret	tidak	harus dibilas dengan titran

8. Membersihkan, mengeringkan, dan menyimpan

Membersihkan. Alat dibilas **segera** setelah dipakai, sebelum sisa larutan mengering dan melekat. Prosedur umum: cuci dengan larutan deterjen laboratorium dan sikat yang lembut (sikat tidak boleh menggores dinding dalam alat volumetrik), bilas dengan air keran, lalu bilas dua sampai tiga kali dengan air suling. Alat dikatakan **bersih** bila air membasahi dinding dalamnya **merata** dan mengalir turun sebagai selaput tipis; tetesan atau butiran yang menempel berarti masih ada lapisan lemak atau kotoran. Noda tertentu memerlukan perlakuan khusus: endapan karbonat atau oksida logam dilarutkan dengan asam encer; noda cokelat MnO_2 bekas $KMnO_4$ dilarutkan dengan larutan pereduksi yang diasamkan, misalnya asam oksalat; lemak dengan deterjen dan, bila perlu, sedikit pelarut organik. Dulu dikenal larutan pencuci campuran kromat dan asam sulfat, tetapi kini **ditinggalkan** karena kromium(VI) bersifat karsinogen.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Mengeringkan. Alat umum yang tidak berskala presisi (gelas kimia, erlenmeyer, cawan, tabung reaksi) boleh dikeringkan di oven. **Alat volumetrik tidak boleh dioven atau dipanaskan**: kaca yang dipanaskan memuai dan setelah dingin ukurannya dapat berubah sehingga kalibrasi tidak berlaku lagi, dan ketidakmerataan pemanasan dapat meretakkan kaca. Alat volumetrik dikeringkan di udara, digantung atau diletakkan terbalik di rak pengering. Sering kali pengeringan tidak diperlukan sama sekali: alat yang akan dibilas dengan larutan (pipet, buret) atau akan diisi pelarut (labu ukur) dapat langsung dipakai dalam keadaan basah air suling sesuai tabel di atas.

Menyimpan. Alat yang sudah bersih dan kering disimpan di rak atau lemari, tidak bertumpuk berat. Sumbat kaca dan keran tidak dikencangkan saat disimpan agar tidak macet. Alat yang retak, gompal, atau berujung tajam **tidak dipakai lagi**: retakan membuat kaca pecah saat dipanaskan atau diisi dan melukai tangan. Kaca pecah dibuang di tempat khusus pecahan kaca, bukan di tempat sampah biasa, dan dikumpulkan dengan sikat dan pengki, bukan dengan tangan.

9. Kalibrasi pipet dengan air dan neraca

Bagaimana kita tahu bahwa pipet 10 mL benar-benar mengeluarkan 10 mL? Dengan **kalibrasi gravimetri**: volume dihitung dari massa air yang dikeluarkannya. Langkahnya: (1) catat suhu air suling; (2) pipet air suling beberapa kali dan alirkan ke wadah bertutup yang sudah ditimbang; (3) timbang kembali dan hitung massa air; (4) hitung volume dengan $\mathbf{V = m \div \rho}$, dengan ρ massa jenis air pada suhu yang dicatat; (5) bandingkan dengan toleransi alat.

Massa jenis air bergantung pada suhu: pada 20 °C sekitar 0,99820 g/mL, pada 25 °C sekitar 0,99705 g/mL, dan pada 30 °C sekitar 0,99565 g/mL. Karena itu suhu air harus dicatat, dan air yang dipakai harus sudah sama suhunya dengan ruang. Pada kalibrasi resmi, koreksi daya apung udara (sekitar 0,1 % dari massa, atau ±0,01 mL pada pipet 10 mL) ikut dihitung; di buku ini koreksi itu diabaikan agar perhatian tertuju pada konsepnya.

Educational Institutions

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: memilih alat untuk enam pekerjaan

Pada 2026, Raka, siswa PKL di laboratorium pengujian pangan, menyiapkan analisis keasaman sebuah minuman. Pekerjaannya: (a) mengambil tepat 20,00 mL sampel; (b) membuat tepat 250,0 mL larutan standar dari padatan; (c) melarutkan padatan itu dulu dengan kira-kira 100 mL air suling; (d) menambahkan tiga tetes indikator; (e) mengalirkan titran dan mencatat volumenya; (f) memanaskan 150 mL larutan sampai mendidih. Pilih alat gelas yang tepat untuk tiap pekerjaan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Tentukan apakah volume harus tepat.** (a) tepat 20,00 mL; (b) tepat 250,0 mL; (c) perkiraan; (d) hanya tetes; (e) volume diukur dengan teliti dari skala; (f) perkiraan dan perlu tahan panas.
2. **Pasangkan alat.**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pekerjaan	Alat	Alasan
(a) 20,00 mL sampel	pipet volumetrik 20 mL	satu volume tepat, TD
(b) 250,0 mL larutan standar	labu ukur 250 mL	volume tepat dengan satu tera, TC
(c) ± 100 mL pelarut	gelas ukur 100 mL (dan gelas kimia untuk melarutkan)	perkiraan; volume akhir ditepatkan di labu ukur
(d) tiga tetes indikator	pipet tetes	tidak memerlukan skala
(e) mengalirkan titran	buret 50 mL	volume diukur dari selisih bacaan
(f) memanaskan 150 mL	gelas kimia atau erlenmeyer borosilikat	alat volumetrik tidak boleh dipanaskan

1. **Periksa kondisi.** Pipet (a) dan buret (e) dibilas larutan yang akan dipakai; labu ukur (b) boleh basah air suling; erlenmeyer tempat titrasi boleh basah air suling karena mol analit tidak berubah.

Jawaban: pipet volumetrik 20 mL; labu ukur 250 mL; gelas ukur dan gelas kimia; pipet tetes; buret; gelas kimia atau erlenmeyer borosilikat. Cek akal sehat: tiga pekerjaan yang menentukan hasil, yaitu (a), (b), dan (e), memakai alat volumetrik, sedangkan tiga pekerjaan lain tidak memerlukannya. Bila (f) dilakukan di labu ukur, kalibrasi labu itu rusak dan labu dapat retak.

Contoh 2: menghitung volume pipet dari massa air

Pada 2027, Mira mengalibrasi pipet volumetrik 10 mL kelas A yang tandanya memuat toleransi ±0,02 mL. Pada suhu air 25 °C (massa jenis air 0,99705 g/mL) ia mengalirkan air suling tiga kali ke botol timbang tertutup, dan massa air hasil tiga ulangan adalah 9,964 g, 9,972 g, dan 9,968 g. Hitung volume pipet dan nilai kelayakannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Rata-rata massa.** (9,964 + 9,972 + 9,968) ÷ 3 = 29,904 ÷ 3 = 9,968 g.
2. **Volume.** V = m ÷ ρ = 9,968 ÷ 0,99705 = 9,99749 mL, dibulatkan 9,997 mL.
3. **Selisih terhadap nilai nominal.** 9,997 − 10,000 = −0,003 mL, jauh di dalam toleransi ±0,02 mL.
4. **Presisi.** Ketiga ulangan berselisih paling besar 9,972 − 9,964 = 0,008 g (setara 0,008 mL), cukup rapat untuk pipet kelas A.
5. **Keputusan.** Pipet layak dan dapat dipakai dengan volume terkalibrasi 9,997 mL.

Jawaban: V = 9,997 mL; pipet layak. Cek akal sehat: volume air bermassa 1 g pada 25 °C sedikit lebih besar daripada 1 mL karena massa jenisnya kurang dari 1; jadi massa 9,968 g harus berpadanan dengan volume yang sedikit di atas 9,968 mL, sesuai hasil 9,997 mL. Bila koreksi daya apung (sekitar ±0,01 mL) dimasukkan, keputusan dalam contoh ini tidak berubah.

Contoh 3: membaca dua pembacaan buret

Pada 2026, Dita mencatat pembacaan buret 50 mL (skala terkecil 0,1 mL) sebelum dan sesudah titrasi, seperti pada Gambar 1.12. Tentukan kedua pembacaan, volume titran, dan ketidakpastiannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.12 Pembacaan awal 1,30 mL dan pembacaan akhir 26,85 mL, serta volume titran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

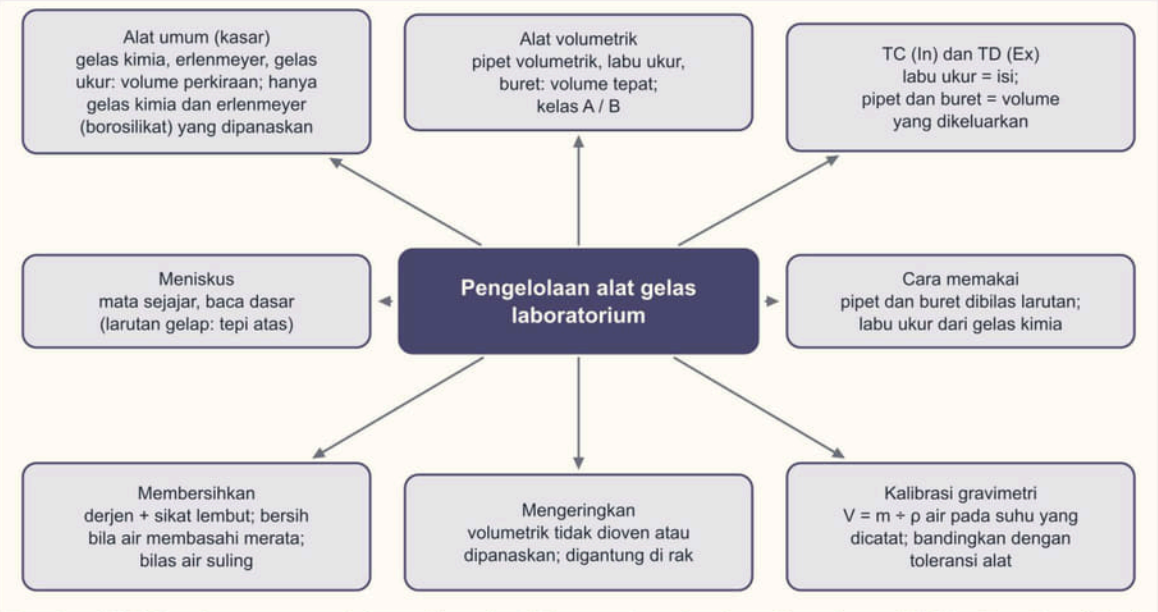
1. **Pembacaan awal.** Dasar meniskus berada tiga garis kecil (3 × 0,1 mL) di bawah angka 1, jadi 1,30 mL.
2. **Pembacaan akhir.** Dasar meniskus berada di tengah antara garis 26,8 dan 26,9, jadi 26,85 mL (angka terakhir 5 adalah perkiraan).
3. **Volume titran.** Skala naik ke bawah, maka V = akhir − awal = 26,85 − 1,30 = 25,55 mL.
4. **Ketidakpastian.** Tiap pembacaan sekitar ±0,05 mL; selisih dua pembacaan dapat meleset paling besar ±0,10 mL bila kedua kesalahan searah.

Jawaban: awal 1,30 mL; akhir 26,85 mL; volume titran 25,55 mL (± 0,10 mL paling buruk). Cek akal sehat: skala naik ke bawah, jadi pembacaan akhir harus lebih besar daripada awal (26,85 > 1,30). Menjumlahkan keduanya (28,15 mL) akan melebihi isi buret yang terpakai dan jelas keliru. Volume titran 25,55 mL juga masuk akal untuk buret 50 mL yang dimulai dari 1,30 mL.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.13 merangkum isi sub bab ini.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.13 Peta konsep pengelolaan alat gelas laboratorium. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Dua golongan**: alat umum (volume perkiraan; gelas kimia, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes) dan alat volumetrik (volume tepat; labu ukur, pipet volumetrik, buret).
- **TC (In)** = tepat untuk isi (labu ukur); **TD (Ex)** = tepat untuk volume yang keluar (pipet, buret). Sisa di ujung pipet TD tanpa cincin tiup **tidak ditiup**.
- **Kelas A** bertoleransi lebih sempit daripada kelas B (kira-kira setengahnya).
- **Meniskus**: mata sejajar, baca dasar lengkungan; larutan gelap dibaca tepi atas dengan cara yang konsisten.
- **Pipet dan buret dibilas dengan larutannya sendiri**; labu ukur dan erlenmeyer titrasi boleh basah air suling.
- **Buret**: 0 di atas, skala naik ke bawah, volume = akhir − awal, bebas gelembung.
- **Alat volumetrik tidak dioven atau dipanaskan**; labu ukur tidak diisi larutan panas.
- **Kalibrasi**: V = m ÷ ρ air pada suhu yang dicatat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal alat gelas:

1. **Tentukan apakah pekerjaan menuntut volume tepat atau perkiraan.** Tepat: alat volumetrik; perkiraan: gelas ukur atau gelas kimia.
2. **Baca tanda alat**: TC atau TD, ada tidaknya cincin tiup, kelas, dan suhu.
3. **Periksa keadaan alat dan bahan**: basah atau kering, panas atau dingin, bersih atau berlemak.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Sisa di ujung pipet "Ex" ditiup atau diketuk** supaya volumenya "lengkap".
- **Labu ukur atau buret dioven** supaya cepat kering.
- **Tetesan yang menempel di dinding buret diabaikan** atau "ditunggu saja", padahal dinding berlemak harus dicuci.
- **Gelas ukur dipakai untuk volume yang harus presisi.**
- **Pipet atau buret dibilas air suling** (bukan larutan) sebelum diisi.
- **Meniskus dibaca dari atas atau dari bawah**, atau skala buret dibaca seperti gelas ukur (naik ke atas).

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa melihat pembacaan buret awal 2,10 mL dan akhir 24,35 mL, lalu menulis volume titran = 24,35 + 2,10 = 26,45 mL "karena mulai dari 2,10 mL". Yang tepat: skala buret naik ke bawah dan volume yang keluar adalah selisih, yaitu 24,35 − 2,10 = 22,25 mL.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji cara memakai pipet "Ex" tanpa cincin tiup dan arti sisa di ujung pipet. Pakai bagian 2 (arti tanda alat volumetrik) dan bagian 5 (pipet).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Di laboratorium mutu sebuah pabrik minuman sari jeruk (2026), tiga siswa PKL memakai pipet volumetrik 10 mL bertanda "Ex" (TD, dikalibrasi untuk volume yang dikeluarkan) dengan keterangan "waktu tunggu 5 s" dan tanpa tanda cincin tiup. Setelah sampel mengalir habis dan ditunggu 5 detik dengan ujung pipet menempel pada dinding erlenmeyer, masih tersisa sedikit cairan di ujung pipet. Mereka berbeda pendapat tentang sisa cairan itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Membiarkan sisa cairan di ujung pipet karena kalibrasinya sudah memperhitungkan sisa itu
B. Meniup sisa cairan keluar dengan bola hisap agar seluruh 10 mL benar-benar masuk ke erlenmeyer
C. Mengetuk-ngetukkan pipet ke dinding erlenmeyer sampai sisa cairan di ujungnya ikut jatuh
D. Membilas bagian dalam pipet dengan sedikit air suling ke erlenmeyer agar sisa sampel terbawa
E. Menunggu lebih lama lagi sampai sisa cairan di ujung pipet menetes sendiri ke erlenmeyer

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Pipet volumetrik TD (Ex) dikalibrasi untuk volume yang keluar bila cairan dibiarkan mengalir bebas, ditunggu sesuai waktu tunggu, dan ujungnya disentuhkan ke dinding wadah. Sisa di ujung sudah diperhitungkan; pipet bertanda cincin tiup (blow-out) adalah jenis lain.

Langkah:
1. Tanda "Ex/TD" → volume yang dikeluarkan dengan cara alir baku = 10,00 mL.
2. Tidak ada cincin tiup → sisa cairan tidak boleh ditiup.
3. Cara alir baku (waktu tunggu 5 s, ujung menempel dinding) sudah dilakukan → sisa dibiarkan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Sesuai cara pakai pipet TD tanpa tanda tiup: sisa cairan memang tidak termasuk 10 mL.
• **B.** ✗ Jebakan: meniup tampak membuat volume "lengkap", tetapi justru menambahkan cairan di luar volume kalibrasi sehingga volume lebih dari 10 mL.
• **C.** ✗ Jebakan: mengetuk membuat sebagian sisa ikut keluar sehingga volume menjadi tidak tetap dan berlebih.
• **D.** ✗ Pembilasan dilakukan pada alat TC (untuk mengisi), bukan pipet TD; cara ini memasukkan sisa sampel yang bukan bagian dari 10 mL.
• **E.** ✗ Waktu tunggu sudah ditentukan 5 detik; menunggu lebih lama mengubah volume yang keluar dari keadaan saat kalibrasi.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tentukan dulu apakah volume harus tepat atau perkiraan, lalu periksa cara kerja terhadap sifat alatnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Saat titrasi di laboratorium sebuah pabrik deterjen (2026), Gilang melihat tetesan titran menempel di dinding bagian dalam buret dan tidak ikut turun. Akibatnya volume yang terbaca tidak sama dengan volume yang benar-benar keluar. Buret itu sebelumnya hanya dibilas air. SOP melarang alat volumetrik dipanaskan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat dilakukan Gilang adalah ....

A. Membilas buret tiga kali dengan larutan titran, lalu melanjutkan titrasi seperti biasa
B. Mengeringkan buret di oven 105 °C agar tetesan yang menempel di dindingnya menguap
C. Merendam buret semalam dalam air suling hangat, lalu membilasnya dengan titran
D. Tetap memakai buret itu, tetapi membaca volume setelah menunggu tetesan turun 1 menit
E. Mencuci buret dengan deterjen dan sikat, membilasnya dengan air suling lalu titran

2. Laboratorium mutu sebuah pabrik gula (2026) menetapkan kadar suatu zat dengan titrasi. Untuk setiap ulangan, Dewi harus (1) mengambil tepat 25,00 mL larutan sampel ke erlenmeyer, (2) menambahkan sekitar 10 mL larutan penyangga yang jumlahnya tidak harus tepat, dan (3) membuat tepat 100,0 mL larutan standar dari padatan yang sudah ditimbang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan alat untuk tugas (1), (2), dan (3) yang paling tepat adalah ....

A. Gelas ukur 25 mL; pipet volumetrik 10 mL; labu ukur 100 mL
B. Pipet volumetrik 25 mL; pipet volumetrik 10 mL; gelas kimia 100 mL
C. Pipet ukur 25 mL; gelas ukur 10 mL; gelas ukur 100 mL
D. Buret 50 mL; gelas kimia 10 mL; erlenmeyer 100 mL bertanda
E. Pipet volumetrik 25 mL; gelas ukur 10 mL; labu ukur 100 mL

Kunci singkat: 1. E 2. E

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pipet dan buret dibilas dengan larutannya sendiri, sedangkan labu ukur dan erlenmeyer titrasi boleh basah air suling?
- Mengapa alat volumetrik tidak boleh dikeringkan di oven, dan apa akibat menepatkan volume labu ukur saat larutan masih panas?
- **Yang harus kuingat:** TC = isi, TD = yang keluar; sisa di ujung pipet Ex tidak ditiup; mata sejajar dasar meniskus; buret dibaca naik ke bawah; alat volumetrik tidak dipanaskan; V = m ÷ ρ.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-1.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum

SMKKA-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 1) meminta kamu **menerapkan kecakapan kerja dasar dan budaya kerja** di laboratorium: mengikuti prosedur kerja, mencatat dengan jujur, menimbang dengan benar, menangani sampel, menilai hasil ulangan (duplo dan triplo), serta bekerja secara aman dan disiplin. Levelnya penerapan dan penalaran: soal memberi situasi kerja yang tidak sempurna (waktu mepet, label luntur, hasil ulangan yang berbeda), lalu kamu diminta memutuskan tindakan yang menjaga mutu data sekaligus keselamatan.

Pola soal yang sering muncul: (1) **penerimaan dan penyimpanan sampel**: label rusak, suhu, pencatatan; (2) **menimbang**: memilih tempat atau kondisi yang tepat untuk neraca analitik; (3) **duplo**: menerima, menolak, atau mengulang berdasarkan batas SOP; (4) **perilaku kerja**: urutan kerja yang efisien, kerja di luar jam, dan kerja berbahaya yang tidak boleh dilakukan sendirian.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi SOP dan aturan penulisan buku catatan laboratorium, termasuk cara mengoreksi kesalahan;
- menimbang dengan neraca analitik secara benar dan menyebutkan kondisi yang mengganggu penimbangan;
- menangani sampel (wadah, pengawet, label, penyimpanan, batas waktu) dan menilai hasil duplo terhadap batas SOP;
- menerapkan budaya kerja 5R, kejujuran data, izin kerja, dan perencanaan urutan kerja.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang analis dapat menguasai titrasi dengan sempurna dan tetap menghasilkan data yang tidak bisa dipercaya bila ia menimbang di dekat kipas, memakai sampel yang label kodenya sudah luntur, atau mengubah angka agar hasilnya "rapi". Hasil analisis dipakai untuk keputusan nyata: apakah suatu produk lolos mutu, apakah air limbah boleh dibuang, apakah bahan baku boleh diterima. Karena itu laboratorium menuntut dua hal sekaligus: **angka yang benar** dan **cerita yang dapat ditelusuri** tentang bagaimana angka itu diperoleh. Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja adalah cara menjaga keduanya.

1. SOP: prosedur yang dibaca, bukan dikira-kira

SOP (*Standard Operating Procedure*, prosedur operasional baku) adalah dokumen tertulis yang menjelaskan cara melakukan suatu pekerjaan secara seragam. Ia biasanya memuat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

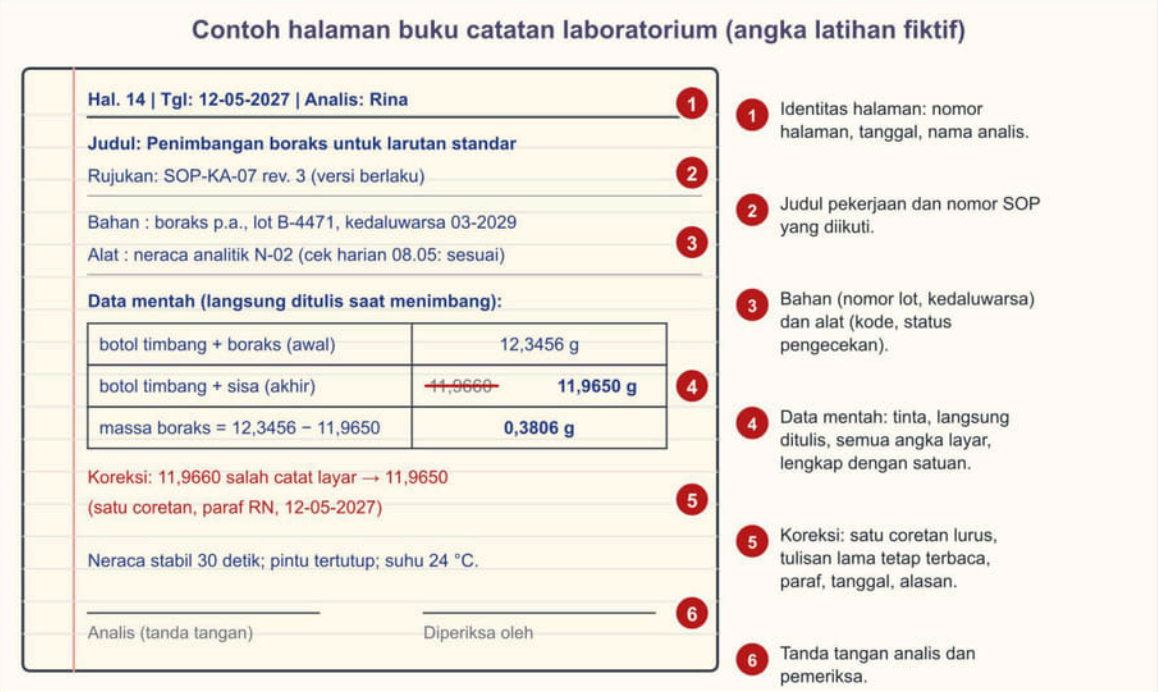
tujuan dan ruang lingkup, alat dan bahan, langkah kerja berurutan, ketentuan keselamatan, cara pencatatan dan perhitungan, batas penerimaan hasil, nomor dokumen, tanggal berlaku, dan penanggung jawabnya.

Beberapa kebiasaan terkait SOP:

- **Baca seluruhnya sebelum mulai**, bukan sambil jalan. Langkah yang terlewat sering baru terasa penting ketika sudah terlambat.
- **Pakai versi yang berlaku.** SOP direvisi; salinan lama yang masih tersimpan di laci tidak dipakai. Nomor revisi dicatat dalam buku catatan.
- **Jangan berimprovisasi.** Bila langkah tidak dapat dilakukan (misalnya bahan habis), pekerjaan dihentikan dan dikonsultasikan ke penyelia. Penyimpangan harus **dicatat dan disetujui**, tidak dilakukan diam-diam.
- **Ikuti seluruh batas yang tertulis**, misalnya batas selisih duplo atau waktu simpan sampel; batas itu bagian dari metode, bukan saran.

2. Buku catatan laboratorium

Buku catatan laboratorium (*laboratory notebook*) adalah rekaman resmi dari apa yang benar-benar terjadi saat bekerja. Ia dapat dipakai sebagai bukti bila hasil dipertanyakan, sehingga aturan penulisannya ketat (Gambar 1.14).



Gambar 1.14 Contoh halaman buku catatan laboratorium dan bagian-bagiannya (angka latihan fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Buku berhalaman bernomor**, halaman tidak dirobek. Catatan di kertas lepas lalu "disalin rapi" dilarang, karena salinan itu bukan data asli.
- **Tinta permanen**, bukan pensil. Tulis **langsung saat bekerja**, jangan menunggu ingat.
- **Setiap halaman** memuat tanggal, nama analis, judul pekerjaan, dan nomor SOP yang diikuti.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Bahan dan alat** dicatat: nama bahan, nomor lot, tanggal kedaluwarsa, kode alat (misalnya neraca N-02), dan status pengecekan atau kalibrasinya.
- **Data mentah** ditulis lengkap dengan **semua angka yang ditampilkan alat** dan **satuannya**, bukan angka yang sudah dibulatkan. Perhitungan juga dituliskan sehingga orang lain dapat mengulangnya.
- **Kesalahan dikoreksi dengan satu coretan lurus** sehingga tulisan lama tetap terbaca, lalu tulis angka yang benar di dekatnya, beri **paraf, tanggal, dan alasan** (misalnya "salah baca layar"). Menghapus, menimpa, atau memakai cairan koreksi dilarang karena data yang disembunyikan tidak dapat dipertanggungjawabkan.
- Halaman diakhiri **tanda tangan analis** dan, bila ada ketentuannya, **tanda tangan pemeriksa**.

3. Menimbang dengan neraca analitik

Neraca analitik menimbang dengan ketelitian 0,1 mg (0,0001 g). Ketelitian setinggi itu membuatnya peka terhadap hal-hal yang tidak terasa oleh manusia: aliran udara, getaran, perubahan suhu, dan kelembapan. Karena itu cara menimbang adalah keterampilan tersendiri (Gambar 1.15).



Gambar 1.15 Bagian-bagian neraca analitik dan aturan menimbang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tempat. Neraca diletakkan di meja yang kokoh dan tidak bergetar (meja beton atau meja antigetar), **jauh** dari pintu yang sering dibuka, AC atau kipas, lemari asam yang menarik udara, oven dan tanur yang memancarkan panas, sentrifus atau alat bergetar lain, serta sinar matahari langsung. Kelima gangguan itu menyebabkan angka layar bergerak dan tidak stabil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Neraca juga harus **rata**: gelembung waterpass berada di tengah lingkaran, dan kaki ulir diputar untuk mengaturnya.

Persiapan. Neraca dinyalakan dan dihangatkan menurut manual, lalu diperiksa dengan **anak timbang standar** (cek harian) dan hasilnya dicatat. Piringan dan ruang timbang dibersihkan, tumpahan sedikit dibersihkan dengan kuas.

Urutan menimbang. (1) letakkan **wadah** (kertas timbang, botol timbang, atau perahu timbang) di piringan; (2) **tutup pintu kaca** agar arus udara tidak mengganggu; (3) tekan **tara** (*tare*) sehingga layar menunjukkan 0,0000 g; (4) tambahkan bahan sedikit demi sedikit sampai massa yang dikehendaki; (5) baca setelah angka **stabil** dan pintu tertutup. Wadah dipegang dengan pinset atau kertas, bukan tangan telanjang: minyak dan kelembapan dari jari menambah massa.

Suhu bahan. Bahan atau wadah yang baru keluar dari oven masih panas. Udara di sekitarnya naik dan menimbulkan arus konveksi yang mengangkat piringan secara semu, sehingga hasil timbang lebih kecil dan terus berubah. Bahan harus **didinginkan lebih dulu di desikator** sampai suhu ruang.

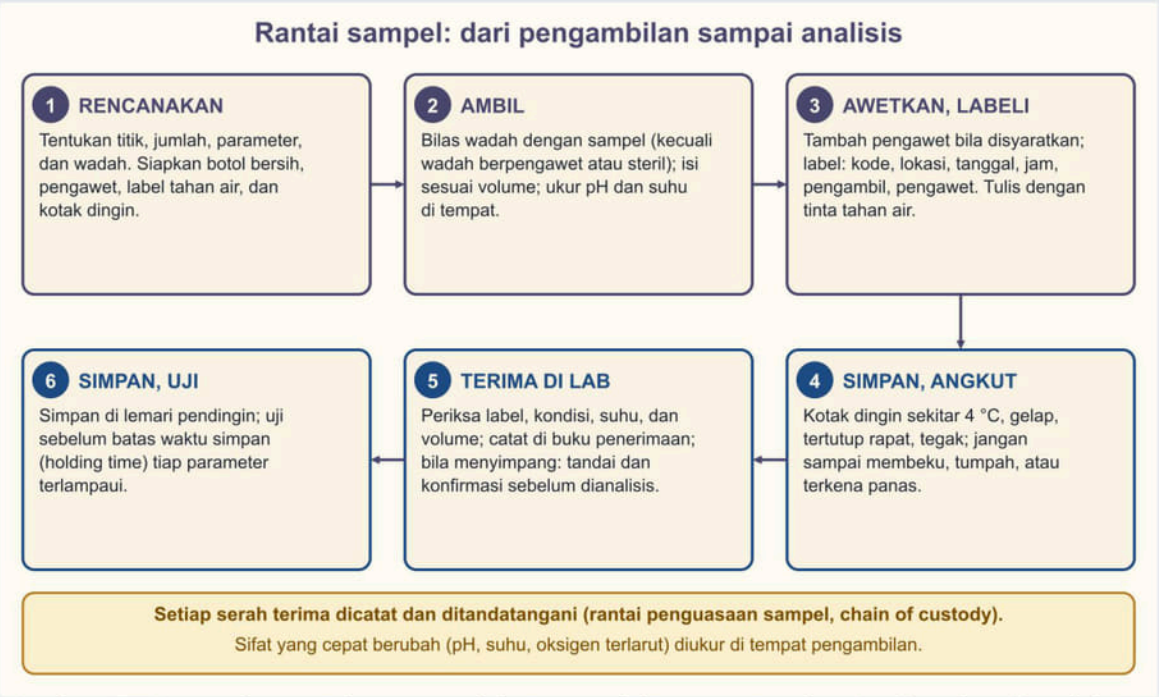
Bahan higroskopis. Bahan seperti pelet NaOH, KOH, dan $CaCl_2$ menyerap uap air dari udara, sehingga massanya **terus naik** selama ditimbang. Bahan ini ditimbang cepat dalam wadah bertutup, bukan lama-lama di piringan terbuka.

Menimbang selisih. Bila massa tepat dari bahan tidak dapat diambil sedikit-sedikit (misalnya serbuk higroskopis), dipakai **timbang selisih**: botol timbang berisi bahan ditimbang (misalnya 12,3456 g), sebagian bahan dituang ke labu, botol ditimbang lagi (11,9650 g), dan massa bahan yang dituang adalah selisihnya: 12,3456 − 11,9650 = 0,3806 g. Cara ini tidak memerlukan bahan menempel di piringan dan hasilnya bebas dari massa wadah.

4. Mengambil, mengawetkan, dan memberi label sampel

Hasil terbaik dari analisis sempurna tetap salah bila sampelnya salah. Sampel harus **mewakili** bahan yang diperiksa dan harus **tidak berubah** dari saat diambil sampai saat diuji. Kedua syarat ini menentukan cara mengambil dan menyimpannya (Gambar 1.16).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.16 Enam tahap perjalanan sampel dari pengambilan sampai analisis. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mewakili. Bahan cair dikocok atau diaduk sampai homogen sebelum bagian sampel diambil, terutama bila ada padatan tersuspensi yang cepat mengendap; mengambil dari lapisan atas sampel yang dibiarkan diam menghasilkan data yang tidak mewakili. Bahan padat dihaluskan dan dicampur, lalu bagian uji diambil dengan cara pembagian yang ditetapkan SOP (misalnya membagi empat).

Wadah. Wadah dipilih sesuai bahan yang akan diukur. Untuk logam, dipakai botol plastik (polietilena) yang sebelumnya dibilas asam, karena kaca dapat melepas atau menyerap sedikit ion logam. Untuk minyak dan lemak, dipakai botol gelas karena lemak menempel pada plastik. Untuk uji mikroba, dipakai botol **steril**. Wadah yang sudah berisi pengawet atau steril **tidak dibilas** dengan sampel.

Pengawet dan suhu. Selama disimpan, sampel dapat berubah: bakteri menguraikan zat organik, logam menempel di dinding wadah, gas terlarut lepas. Pengawet dan pendinginan memperlambat perubahan itu. Contoh yang lazim: sampel logam diasamkan dengan HNO_3 sampai pH di bawah 2 supaya logam tetap terlarut; pada sampel air berklor yang akan diuji bakteri, ditambahkan natrium tiosulfat untuk menghilangkan sisa klor; banyak sampel didinginkan sekitar **4 °C** dan dijaga gelap. Sifat yang cepat berubah, misalnya **pH, suhu, dan oksigen terlarut**, diukur **di tempat pengambilan**, tidak menunggu sampai di laboratorium.

Batas waktu simpan (*holding time*). Setiap parameter memiliki batas waktu antara pengambilan dan analisis, bisa jam, hari, atau bulan; batasnya berbeda-beda dan ditetapkan oleh metode uji. Sampel yang melewati batas itu tidak lagi dapat dipercaya mewakili keadaan saat diambil. Di buku ini angka batas simpan dan volume wadah adalah **angka latihan** menurut SOP latihan.

Label. Label sampel memuat **kode unik, lokasi, tanggal dan jam pengambilan, nama**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pengambil, pengawet yang ditambahkan, dan parameter yang diminta, ditulis dengan tinta **tahan air** atau pada label yang tidak luntur oleh air es. Sampel yang labelnya tidak terbaca **tidak dianalisis** sebelum identitasnya dipastikan, karena hasil yang tertukar lebih berbahaya daripada hasil yang terlambat.

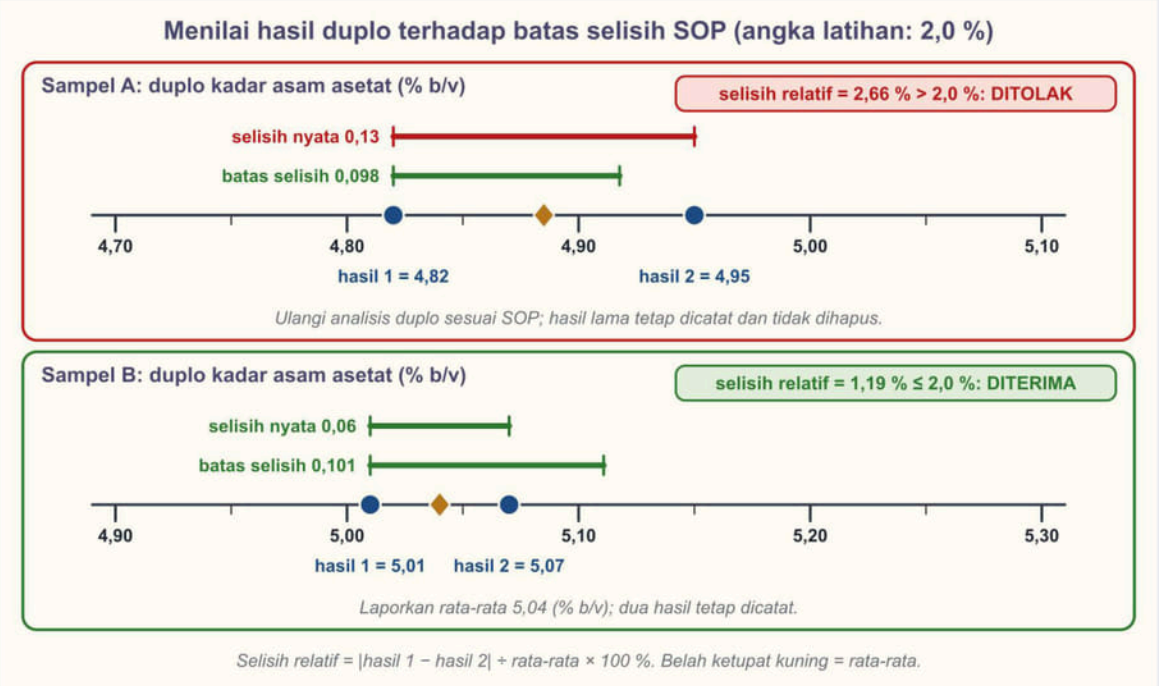
Penerimaan di laboratorium. Sampel yang datang diperiksa: label terbaca dan cocok dengan formulir kiriman, wadah utuh dan tertutup, suhu sesuai, volume cukup. Semuanya **dicatat di buku penerimaan sampel** dengan tanggal dan jam. Bila ada penyimpangan (label luntur, suhu kotak pendingin tinggi, wadah bocor), penyimpangan itu dicatat dan dikonfirmasi ke pengirim atau penyelia sebelum analisis. Setiap serah terima ditandatangani, sehingga perjalanan sampel dapat ditelusuri; itu disebut **rantai penguasaan sampel** (*chain of custody*).

5. Duplo, triplo, dan batas selisih

Satu kali pengukuran tidak cukup untuk mengetahui seberapa dapat dipercaya sebuah hasil. Karena itu analisis diulang: **duplo** berarti dua ulangan dan **triplo** tiga ulangan dari sampel yang sama dengan cara yang sama. Kedekatan hasil ulangan menunjukkan **presisi** pekerjaanmu. SOP menetapkan **batas penerimaan** (misalnya selisih relatif paling besar 2,0 %), dan **selisih relatif** dihitung dengan

selisih relatif (%) = |hasil 1 − hasil 2| ÷ rata-rata × 100 %.

Gambar 1.17 memperlihatkan dua pasang hasil duplo yang dinilai dengan batas 2,0 % (angka latihan).



Gambar 1.17 Dua pasang hasil duplo dinilai dengan batas selisih relatif 2,0 % (angka latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila selisih memenuhi batas, kedua hasil dirata-ratakan dan dilaporkan. Bila tidak, SOP biasanya menyuruh **mengulang analisis**, bukan memilih. Aturan yang tidak boleh dilanggar:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

jangan membuang salah satu hasil hanya karena "jelek" atau "jauh dari harapan", dan jangan menghitung rata-rata dari hasil yang tidak lolos lalu melaporkannya seolah-olah lolos. Hasil yang ditolak tetap **dicatat** beserta alasannya; yang boleh dilakukan adalah mengulang. Pembuangan pencilan (*outlier*) hanya dilakukan bila SOP memiliki aturan statistik untuk itu dan alasannya dicatat; pembahasan lebih lanjut ada di sub bab 3.3.

6. Budaya kerja

Budaya 5R. Budaya 5R (dari 5S di Jepang) adalah cara menjaga tempat kerja tertib dan aman: **Ringkas** (singkirkan yang tidak diperlukan, misalnya reagen kedaluwarsa, alat rusak, dan barang pribadi), **Rapi** (tiap barang punya tempat tetap dan berlabel), **Resik** (bersihkan meja, alat, dan neraca setelah dipakai), **Rawat** (pertahankan keadaan itu sebagai kebiasaan dengan jadwal dan daftar periksa), dan **Rajin** (disiplin menjalankannya tanpa disuruh). Laboratorium yang berantakan bukan hanya tidak enak dilihat: botol tanpa label dan meja penuh alat menyembunyikan bahaya dan menimbulkan kesalahan.

Integritas data. Kejujuran adalah syarat utama profesi analis. Beberapa wujudnya: mencatat angka seperti yang terbaca; tidak mengubah angka agar masuk batas; tidak memilih hasil yang bagus saja; mengakui kesalahan (tumpah, salah timbang, salah baca) dan mencatatnya; tidak menyalin data orang lain. Pembulatan boleh dilakukan sesuai aturan angka penting pada tahap pelaporan, tetapi data mentah tetap utuh. Godaan mengubah angka biasanya muncul ketika tenggat mepet, tetapi akibatnya lebih besar: keputusan produk, air, atau pangan didasarkan pada angka yang salah.

Kerja sendirian dan izin kerja. Pekerjaan tertentu **tidak boleh dilakukan sendirian**, misalnya bekerja dengan asam pekat panas (destruksi), memindahkan pelarut mudah menyala dalam jumlah besar, atau bekerja dengan peralatan bertegangan tinggi. Bila terjadi kecelakaan, tidak ada orang yang dapat menolong atau memanggil bantuan. Prinsip kerja berpasangan (*buddy system*): minimal ada orang lain yang tahu dan dapat dihubungi. Bekerja di **luar jam kerja** memerlukan **izin penyelia** dan pemberitahuan kepada petugas keamanan; orang yang berada di laboratorium tanpa diketahui siapa pun adalah orang yang paling sulit ditolong.

Merencanakan urutan kerja. Banyak pekerjaan laboratorium mengandung waktu tunggu: oven, tanur, desikator, inkubator. Cara menghemat waktu bukan bekerja tergesa-gesa, melainkan **menyusun urutan**: mulai dari tahap yang memerlukan waktu menunggu paling lama, lalu kerjakan pekerjaan aktif selama menunggu. Contoh sederhana: menimbang sampel A (15 menit), mengeringkannya di oven (120 menit), lalu mendinginkannya di desikator dan menimbang ulang (30 + 10 menit); sementara itu titrasi sampel B memerlukan 40 menit. Bila A dimasukkan ke oven lebih dulu dan titrasi B dikerjakan selama oven bekerja, total waktunya 15 + 120 + 30 + 10 = 175 menit. Bila titrasi B dikerjakan lebih dulu, total waktunya 40 + 15 + 120 + 30 + 10 = 215 menit, 40 menit lebih lama untuk pekerjaan yang sama. Selalu hitung total waktu dan bandingkan dengan tenggat sebelum mulai.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menerima atau menolak hasil duplo

Pada 2027, Tari menganalisis kadar asam asetat (% b/v) pada dua sampel cuka encer. SOP latihan menyatakan: duplo diterima bila selisih relatifnya paling besar 2,0 %; bila tidak, analisis duplo diulang dari awal dan hasil lama tetap dicatat. Hasil sampel A: 4,82 dan 4,95. Hasil sampel B: 5,01 dan 5,07. Nilai kedua pasangan (lihat Gambar 1.17) dan tentukan tindakan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Sampel A: rata-rata.** (4,82 + 4,95) ÷ 2 = 4,885.
2. **Sampel A: selisih relatif.** |4,82 − 4,95| = 0,13; 0,13 ÷ 4,885 × 100 % = 2,66 %. Karena 2,66 % > 2,0 %, duplo **ditolak**.
3. **Sampel A: tindakan.** Analisis duplo diulang dari awal. Hasil ulang 4,95 dan 4,97: rata-rata (4,95 + 4,97) ÷ 2 = 4,96; selisih relatif 0,02 ÷ 4,96 × 100 % = 0,40 %, **diterima**. Dilaporkan 4,96 % b/v, sedangkan pasangan pertama tetap dicatat sebagai hasil yang ditolak.
4. **Sampel B.** Rata-rata (5,01 + 5,07) ÷ 2 = 5,04. Selisih |5,01 − 5,07| = 0,06; 0,06 ÷ 5,04 × 100 % = 1,19 %, 1,19 % ≤ 2,0 %, **diterima**, dilaporkan 5,04 % b/v.

Jawaban: A ditolak lalu diulang (hasil ulang diterima, 4,96 % b/v); B diterima (5,04 % b/v). Cek akal sehat: selisih antara dua hasil sampel A (0,13) lebih dari dua kali selisih sampel B (0,06), sehingga wajar bila A yang gagal. Batas 2,0 % dari 4,885 hanyalah 0,098, dan selisih 0,13 jelas melewatinya. Membuang hasil 4,82 lalu melaporkan 4,95 akan melanggar aturan dan tidak boleh.

Contoh 2: menyusun daftar wadah dan batas simpan

Pada 2026, Bagas mengambil tiga sampel air pada Senin pukul 08.00: (A) air limbah pabrik pelapisan logam untuk **logam total** dan **TSS**, (B) air limbah rumah makan untuk **minyak dan lemak**, (C) air sumur untuk **total koliform** (air tidak berklor). SOP latihan:

Parameter	Wadah	Volume	Pengawet	Suhu	Batas simpan
Logam total	botol polietilena	500 mL	HNO_3 sampai pH < 2	suhu ruang	30 hari
Minyak dan lemak	botol gelas mulut lebar	1.000 mL	H_2SO_4 sampai pH < 2	4 °C	14 hari
TSS	botol polietilena	1.000 mL	tanpa pengawet	4 °C	7 hari
Total koliform	botol gelas steril	250 mL	tiosulfat bila berklor	4 °C	24 jam
pH dan suhu	diukur di tempat				segera

Susun daftar wadah, volume, pengawet, suhu, dan batas waktu uji untuk ketiga sampel, serta volume total yang dibawa. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Sampel A**: dua wadah terpisah, karena pengawet asam untuk logam akan mengubah padatan tersuspensi dan tidak boleh dipakai pada sampel TSS: botol polietilena 500 mL +

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

HNO_3 sampai pH < 2 (suhu ruang; uji paling lambat 30 hari), dan botol polietilena 1.000 mL tanpa pengawet pada 4 °C (uji paling lambat 7 hari, yaitu Senin berikutnya pukul 08.00). Volume 500 + 1.000 = 1.500 mL.

2. **Sampel B**: botol gelas mulut lebar 1.000 mL, ditambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2, suhu 4 °C, uji paling lambat 14 hari. Botol tidak dibilas dengan sampel karena lemak akan menempel di dinding botol dan sebagian terbuang. Volume 1.000 mL.
3. **Sampel C**: botol gelas steril 250 mL, tanpa tiosulfat karena air tidak berklor, tidak dibilas, suhu 4 °C, uji paling lambat Selasa pukul 08.00 (24 jam).
4. **Di tempat**: pH dan suhu semua sampel diukur saat pengambilan dan dicatat.
5. **Volume total.** 1.500 + 1.000 + 250 = 2.750 mL. Semua botol diberi label tahan air (kode, lokasi, tanggal, jam, pengambil, pengawet, parameter) dan dimasukkan ke kotak pendingin (kecuali botol logam yang boleh pada suhu ruang).

Jawaban: empat wadah dengan batas uji terpendek 24 jam (koliform), TSS 7 hari, minyak dan lemak 14 hari, logam 30 hari; total volume 2.750 mL. Cek akal sehat: bahan yang paling cepat berubah (mikroba) mendapat batas paling pendek, dan logam yang sudah diasamkan paling panjang. Jumlah wadah (empat) sama dengan jumlah parameter yang dikerjakan di laboratorium (logam total, TSS, minyak dan lemak, total koliform) karena tidak ada yang boleh digabung dalam satu wadah.

Contoh 3: memperbaiki catatan kerja yang salah

Pada 2027, Bima menulis catatan berikut di sehelai kertas bekas dengan pensil: "Timbang cuka 5,1 g pakai neraca dekat pintu. Titrasi NaOH 14,9 ml (dihapus, ganti 15,1 ml). Kadar = ± 1,8 %." Temukan kesalahan pada catatan itu dan tulis ulang catatan yang benar, dengan titran NaOH 0,1012 M, massa sampel sebenarnya 5,1034 g, dan pembacaan buret awal 0,00 mL, akhir 15,10 mL (setelah dikoreksi dari salah baca). Hitung kadar asam asetat dengan Mr = 60. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

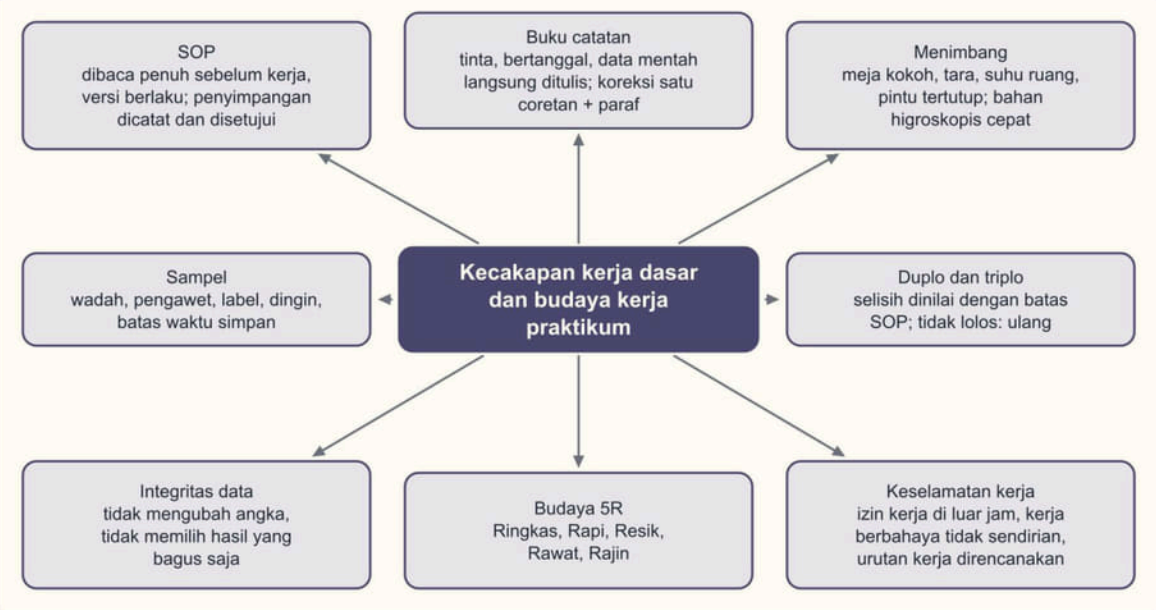
1. **Kesalahan.** (a) kertas lepas dan pensil: harus buku bertanggal dan tinta; (b) massa dibulatkan menjadi 5,1 g: harus semua angka layar (5,1034 g); (c) neraca ditaruh dekat pintu: lokasi tidak sesuai dan tidak ada kode neraca atau status cek harian; (d) angka dihapus dan ditimpa: harus satu coretan, paraf, tanggal, alasan; (e) tanpa satuan dan konsentrasi titran, tanpa tanggal dan nama analis; (f) hasil kadar tanpa perhitungan.
2. **Perhitungan.** Volume NaOH = 15,10 − 0,00 = 15,10 mL. Jumlah NaOH = 0,1012 mol/L × 0,01510 L = 0,001528 mol (1,528 mmol). Perbandingan reaksi $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ adalah 1 : 1, sehingga asam asetat 1,528 mmol, massanya 1,528 × 60 = 91,7 mg = 0,0917 g.
3. **Kadar.** Kadar = 0,0917 ÷ 5,1034 × 100 % = 1,80 % (b/b).
4. **Catatan yang benar.** Tulis di buku bertinta: tanggal, nama analis, judul, nomor SOP; neraca N-02 (cek harian sesuai, diletakkan di meja antigetar jauh dari pintu); massa sampel 5,1034 g; titran NaOH 0,1012 M; buret awal 0,00 mL, akhir 15,10 mL (angka semula 14,90 dicoret satu garis, paraf dan tanggal, alasan "salah baca"); perhitungan lengkap di atas; hasil 1,80 % (b/b); tanda tangan analis dan pemeriksa.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: kadar asam asetat 1,80 % (b/b) dengan catatan yang lengkap, bertinta, dan bertanggal. Cek akal sehat: perbandingan 1 : 1 membuat jumlah mol asam sama dengan mol NaOH; massa 0,0917 g dalam sampel 5,1034 g memang sekitar 1,8 %. Hasil dalam catatan semula (± 1,8 %) sebenarnya benar, tetapi tanpa data mentah dan perhitungan lengkap tidak ada orang yang bisa membuktikannya, dan data yang tidak dapat ditelusuri tidak dapat diterima.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.18 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 1.18 Peta konsep kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **SOP**: dibaca penuh sebelum kerja, versi yang berlaku, penyimpangan dicatat dan disetujui.
- **Buku catatan**: tinta, bertanggal, langsung ditulis, data mentah utuh dengan satuan, koreksi satu coretan + paraf + alasan.
- **Menimbang**: meja kokoh jauh dari pintu, kipas, oven, dan getaran; wadah dulu, tara, pintu tertutup; bahan suhu ruang; bahan higroskopis dalam wadah tertutup dan cepat.
- **Sampel**: mewakili dan tidak berubah; wadah sesuai analit, pengawet bila disyaratkan, label tahan air, simpan sekitar 4 °C bila diminta, uji sebelum batas waktu simpan. Label tak terbaca: tidak dianalisis sebelum identitasnya dipastikan.
- **Duplo**: selisih relatif = |a − b| ÷ rata-rata × 100 %; bandingkan dengan batas SOP; tidak lolos berarti ulang, bukan membuang salah satu.
- **Budaya kerja**: 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), kejujuran data, kerja berbahaya tidak sendirian, izin untuk kerja di luar jam, urutan kerja mulai dari yang paling lama menunggu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal budaya kerja dan kecakapan dasar:

1. **Tentukan prinsip yang diuji**: ketertelusuran, mutu data, presisi, kejujuran, atau keselamatan.
2. **Cari tindakan yang menjaga data dan orang sekaligus**, lalu cocokkan dengan batas SOP yang diberikan di soal.
3. **Tolak pilihan yang tampak efisien tetapi melompati syarat**: menganalisis dulu baru mencocokkan, atau melapor dulu baru memeriksa.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Sampel air disimpan tanpa pendinginan**, atau di kotak pendingin yang esnya sudah mencair.
- **Menimbang dekat pintu, kipas, lemari asam, atau oven.**
- **Membuang salah satu hasil duplo** yang "jelek", atau menghitung rata-rata dari duplo yang tidak lolos.
- **Bekerja sendirian dengan asam pekat panas** karena tenggat mepet.
- **Mengganti angka dengan penghapus atau menimpa**, atau mengerjakan sampel yang labelnya luntur lebih dulu.
- **Menyusun urutan kerja dari yang paling mudah**, bukan dari yang paling lama menunggu.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa mendapat duplo 12,40 dan 12,90 dengan batas selisih relatif 2,0 %, lalu menulis rata-rata 12,65 "karena nilainya dekat". Yang tepat: selisih relatif = 0,50 ÷ 12,65 × 100 % = 3,95 %, lebih dari 2,0 %, jadi duplo ditolak dan analisis diulang; rata-rata tidak boleh dilaporkan.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji ketertelusuran sampel, label yang luntur, dan penyimpanan sampel. Pakai bagian 4 (sampel) dan bagian 6 (budaya kerja).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Pukul 15.00, Dimas, analis muda di laboratorium pengujian air limbah (2027), menerima kotak pendingin berisi 12 botol sampel dan es dari petugas lapangan. Laboratorium tutup pukul 16.00. Dua botol labelnya luntur terkena air es sehingga kodenya sulit dibaca, dan beberapa analisis tidak mungkin selesai hari itu. Petunjuk penyimpanan sampel: simpan di lemari pendingin sampel bersuhu 4 °C.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Dimas mencatat setiap botol di buku penerimaan sampel (kode, waktu terima, kondisi label) sebelum memulai analisis.	○	○
Dua botol berlabel luntur dianalisis lebih dulu agar tidak tertunda, lalu kodenya dicocokkan dengan daftar kiriman setelah hasilnya keluar.	○	○
Sampel yang belum sempat dianalisis dibiarkan di kotak pendingin dari lapangan sampai besok pagi karena esnya masih ada.	○	○

Pembahasan **Kunci: 1B 2S 3S**

Konsep: Budaya kerja laboratorium menuntut ketelitian dan ketertelusuran: identitas sampel dipastikan sebelum analisis, kondisi tidak normal dicatat dan dikonfirmasi, dan sampel disimpan sesuai petunjuk.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pencatatan saat penerimaan menjaga ketertelusuran setiap hasil ke sampelnya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tampak efisien, tetapi identitas sampel harus dipastikan SEBELUM dianalisis; bila kodenya keliru dicocokkan, hasil tertukar. Botol itu ditandai dan dikonfirmasi ke petugas lapangan lebih dulu.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Es akan mencair semalaman sehingga suhu sampel tidak terjaga. Sampel dipindahkan ke lemari pendingin 4 °C sesuai petunjuk dan hal itu dicatat.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

✎ LATIHAN

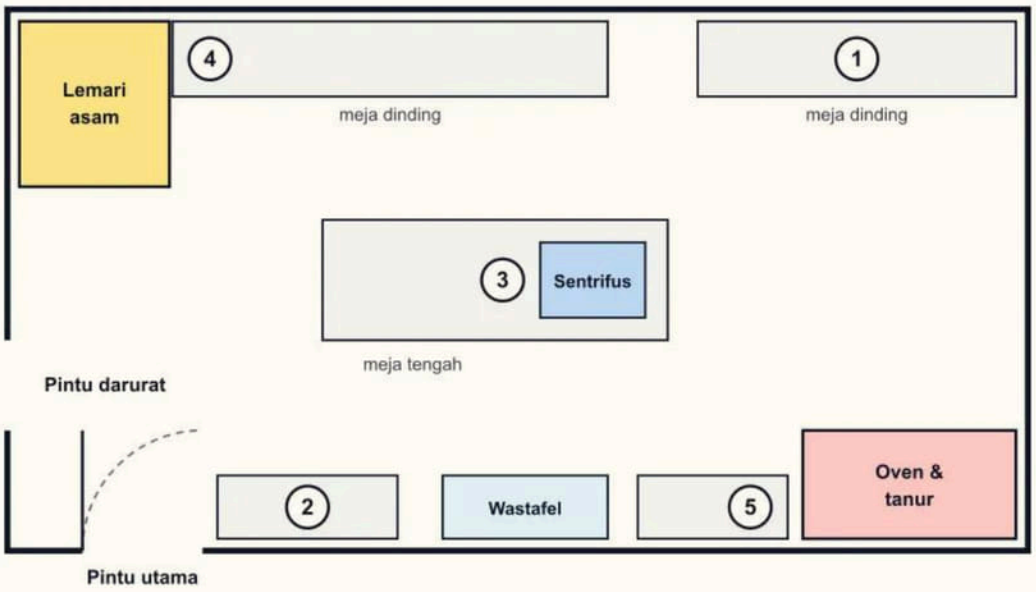
Untuk tiap soal, tentukan prinsip yang diuji, lalu cocokkan tiap pilihan dengan syarat yang ada di soal.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik pakan ternak (2027) membeli neraca analitik baru dengan ketelitian 0,1 mg. Semua meja dinding berupa meja beton yang kokoh. Petunjuk pemasangan neraca: letakkan di meja yang kokoh dan tidak bergetar, jauh dari aliran udara (pintu dan lemari asam yang kipasnya menyala), jauh dari sumber panas, dan jauh dari alat yang menimbulkan getaran. Kepala laboratorium menandai lima calon posisi pada denah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Posisi yang paling tepat untuk neraca adalah ....

Denah laboratorium mutu (tampak atas)



A. Posisi 1
B. Posisi 2
C. Posisi 3
D. Posisi 4
E. Posisi 5

Kunci singkat: 1. A

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa hasil duplo yang tidak lolos batas SOP diulang, bukan dibuang salah satunya?
- Mengapa bahan yang baru keluar dari oven tidak boleh langsung ditimbang, dan apa yang dilakukan sebelumnya?
- **Yang harus kuingat:** catatan bertinta dan bertanggal dengan data mentah utuh; timbang di tempat tenang, wadah dulu, tara, bahan suhu ruang; sampel berlabel, diawetkan dan diuji sebelum batas simpan; duplo dinilai dengan batas SOP; jujur pada angka; kerja berbahaya tidak sendirian.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-1.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 1

SMKKA-KB1

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 1 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB1

1. Pada 2027, Hendra, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minuman, akan menitrasi 20,00 mL sampel yang dipipet ke erlenmeyer 250 mL. Erlenmeyer itu baru dicuci dan dibilas air suling sehingga dindingnya masih basah. Titrasi akan dimulai lima menit lagi. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Kesimpulan yang benar tentang erlenmeyer basah itu adalah ....

A. Harus dikeringkan di oven karena air sisa mengencerkan sampel dan mengurangi jumlah mol analit
B. Harus dibilas dengan sampel karena dinding yang basah mengencerkan sampel yang akan dipipet
C. Harus dikeringkan dengan tisu karena titik akhir bergeser bila volume total larutan bertambah
D. Boleh dipakai, tetapi hasil dikoreksi karena volume total bertambah oleh air yang tersisa
E. Boleh dipakai tanpa dikeringkan karena air sisa tidak mengubah jumlah mol analit yang dipipet

2. Pada 2027, Dani, siswa PKL di laboratorium mutu sebuah pabrik sabun, menerima satu botol pelet natrium hidroksida baru. Sebelum menimbang pelet itu, ia ingin tahu dua hal: alat pelindung diri apa yang diwajibkan, dan tindakan apa yang harus dilakukan bila pelet atau larutannya mengenai kulit. Botol itu disertai lembar data keselamatan (SDS) dengan 16 bagian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bagian SDS yang paling tepat dibaca Dani untuk kedua kebutuhan itu adalah ....

A. pengendalian pajanan/perlindungan diri dan pertolongan pertama
B. sifat fisika dan kimia bahan serta informasi pengangkutannya
C. informasi ekologi dan pertimbangan pembuangan limbah bahan
D. komposisi bahan dan informasi peraturan perundang-undangan
E. informasi toksikologi serta stabilitas dan reaktivitas bahan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Pada 2026, Rizal, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik parfum, perlu menghangatkan 50 mL etanol dalam gelas kimia sampai kira-kira 50 °C untuk melarutkan zat padat. Di laboratorium ada pembakar Bunsen, pelat pemanas yang membara, oven pengering 105 °C, dan penangas air listrik bersuhu terkendali. Etanol mudah menyala dan uapnya lebih berat daripada udara.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara menghangatkan yang paling tepat adalah ....

A. Memakai penangas air listrik bersuhu terkendali, jauh dari botol etanol lain
B. Memakai nyala pembakar Bunsen yang kecil di bawah kasa agar suhu naik cepat
C. Memasukkan gelas kimia terbuka ke dalam oven pengering selama beberapa menit
D. Memakai pelat pemanas yang membara dengan gelas kimia diberi tutup kaca arloji
E. Memakai pelat pemanas yang membara sambil memantau suhu dengan termometer

4. Pada 2027, Zahra, siswa kelas XII di laboratorium sebuah SMK analis kimia, menyiapkan larutan di labu ukur 100,0 mL berlabel "In 20 °C". Setelah melarutkan padatan dengan air hangat di gelas kimia, ia memindahkan larutan itu ke labu ukur, menambah air sampai tanda batas, lalu mengocoknya. Permukaan larutan kini tampak sedikit turun dari tanda batas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Larutan hangat sebaiknya didinginkan sampai suhu ruang sebelum volume labu ukur ditepatkan sampai tanda batas.	○	○
Gelas ukur 100 mL dapat menggantikan pipet volumetrik 10 mL bila diperlukan ketelitian yang sama, asalkan dibaca dengan teliti.	○	○
Setelah dikocok, permukaan larutan yang sedikit turun dari tanda batas tidak perlu diperbaiki dengan menambah air suling.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Pada 2026, Gilang, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik deterjen, menyelesaikan titrasi pukul 16.00 dengan NaOH 0,1 M dari buret 50 mL berkeran kaca. Masih ada sekitar 20 mL NaOH di dalam buret, dan titrasi berikutnya baru dilakukan esok pagi. Laboratorium memiliki wadah penampung limbah basa, oven, dan rak pengering. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Membiarkan sisa NaOH di buret semalam dengan corong terpasang di atasnya agar tidak menguap
B. Mengalirkan sisa NaOH ke wadah limbah basa, membilas buret dengan air, lalu menyimpannya bersih
C. Mengeringkan buret yang masih berisi NaOH di oven bersuhu 105 °C agar kaca tidak terkikis
D. Memindahkan sisa NaOH ke labu ukur bertutup sebagai tempat simpan sampai titrasi esok pagi
E. Menyumbat ujung buret dengan sumbat karet dan melumasi keran kaca dengan pelumas yang banyak

6. Pada 2027, Fajar, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pakan, memindahkan neraca analitik ke meja yang lebih kokoh. Setelah neraca dinyalakan, gelembung waterpass berada di tepi lingkaran, bukan di tengah, dan anak timbang yang sama menunjukkan angka sedikit berbeda ketika diletakkan di tepi piringan dibanding di tengah. Neraca memiliki empat kaki ulir yang dapat diputar. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)* Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menimbang seperti biasa lalu menambah koreksi beberapa miligram pada setiap hasil timbang
B. Mengganjal satu kaki neraca dengan lipatan kertas sampai angka layar tampak lebih stabil
C. Menggeser bahan ke satu sisi piringan untuk mengimbangi kemiringan neraca tersebut
D. Memutar kaki ulir sampai gelembung di tengah, lalu memeriksa dengan anak timbang standar
E. Menunggu sekitar 15 menit agar neraca menyesuaikan diri dengan meja yang baru itu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Pada 2027, Fira, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik tinta, akan memindahkan 150 mL pelarut pembersih PX-7 dari jeriken ke botol kecil untuk dipakai hari ini, lalu menyimpan sisa stok. Ia membaca cuplikan lembar data keselamatan (SDS) PX-7 pada gambar. Di laboratorium tersedia lemari asam, lemari bahan mudah menyala, rak asam nitrat pekat, serta sarung tangan nitril tipis dan neoprena tebal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana kerja yang paling tepat adalah ....

Cuplikan SDS · Pelarut pembersih PX-7 (produk fiktif)

Bagian 2 · Identifikasi bahaya



Kata sinyal: BAHAYA

- Cairan dan uap sangat mudah menyala.
- Dapat menyebabkan kantuk dan pusing.
- Menyebabkan iritasi mata yang serius.

Bagian 7 · Penanganan dan penyimpanan

Simpan di lemari bahan mudah menyala dengan wadah tertutup rapat.
Jauhkan dari panas, percikan, dan nyala api.

Bagian 8 · Pengendalian pajanan dan perlindungan diri

Kerjakan di lemari asam. Sarung tangan neoprena tebal 0,5 mm: waktu tembus lebih dari 480 menit.
Sarung tangan nitril tipis 0,1 mm: waktu tembus 5 menit.

Bagian 10 · Stabilitas dan reaktivitas

Hindari kontak dengan pengoksidasi kuat, misalnya asam nitrat pekat.

A. Memakai neoprena tebal, memindahkan di lemari asam, dan menyimpan sisa stok di rak tempat asam nitrat pekat berada
B. Memakai neoprena tebal, memindahkan di lemari asam, dan menyimpan sisa stok di lemari bahan mudah menyala
C. Memakai nitril tipis, memindahkan di lemari asam, dan menyimpan sisa stok di lemari bahan mudah menyala
D. Memakai neoprena tebal, memindahkan di meja kerja, dan menyimpan sisa stok di lemari bahan mudah menyala
E. Memakai neoprena tebal, memindahkan di lemari asam, dan menyimpan sisa stok di kulkas rumah tangga laboratorium

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Pada 2027, Dian, analis di laboratorium sebuah balai lingkungan, mengambil sampel air limbah pabrik tekstil di saluran buang untuk menentukan padatan tersuspensi (TSS). Sampel mengandung partikel halus yang cepat mengendap. SOP latihan: sampel TSS disimpan pada sekitar 4 °C dan dianalisis paling lambat 7 hari; pH dan suhu dicatat sebagai data lapangan; analisis dimulai di laboratorium tiga jam kemudian.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mengocok botol sampai homogen tepat sebelum mengukur bagian sampel yang akan dianalisis
☐ B. Mengambil bagian atas sampel setelah botol didiamkan semalam karena partikel kasar sudah mengendap
☐ C. Mengukur pH dan suhu langsung di saluran buang karena nilainya cepat berubah selama pengangkutan
☐ D. Menyimpan botol di kotak pendingin pada sekitar 4 °C dan menganalisisnya sebelum batas 7 hari
☐ E. Menulis kode sampel dengan spidol biasa pada botol karena sampel akan segera dianalisis

9. Pada 2027, Satria, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik kemasan, menemukan botol bening 500 mL berisi cairan jernih di rak reagen titrasi. Botol itu tidak berlabel, tutupnya tidak rapat, dan tidak ada catatan pemakaian. SOP latihan melarang memakai bahan yang isinya tidak pasti.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mencium sedikit uapnya untuk menebak isinya, lalu memberi label sesuai dengan tebakannya itu
B. Mengujinya dengan kertas pH dan, bila hasilnya netral, memakainya sebagai pengganti air suling
C. Menuang isinya ke saluran cuci karena cairannya bening dan kemungkinan besar hanya air biasa
D. Memberi label "air suling" lalu mengembalikannya ke rak reagen supaya rak tetap tampak rapi
E. Memisahkan botol, menandainya "isi tidak diketahui, jangan dipakai", dan melapor ke penyelia

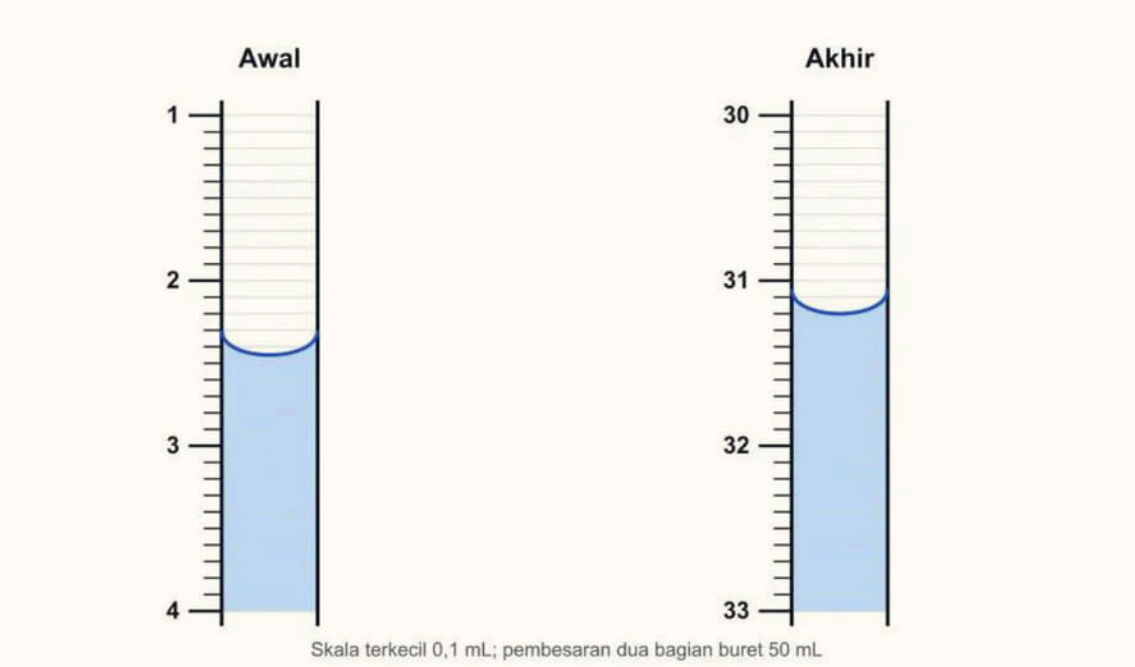
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Pada 2026, Hadi, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman, mentitrasi sampel dengan NaOH dari buret yang dijepit pada statif. Saat membaca volume awal, ia berdiri sehingga matanya lebih tinggi daripada dasar meniskus. Saat membaca volume akhir, ia duduk sehingga matanya lebih rendah daripada dasar meniskus. Skala buret naik ke bawah, dan kadar sampel dihitung dari volume titran (akhir dikurangi awal).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Dampak posisi mata itu adalah ....

A. Awal terbaca terlalu besar dan akhir terlalu kecil, sehingga volume titran terlalu kecil dan kadar terhitung terlalu rendah
B. Awal dan akhir sama-sama bergeser, sehingga selisihnya tetap dan kadar terhitung tidak terpengaruh posisi mata
C. Awal terbaca terlalu kecil dan akhir terlalu besar, sehingga volume titran terlalu besar dan kadar terhitung terlalu tinggi
D. Awal terbaca terlalu kecil dan akhir terlalu besar, sehingga volume titran terlalu besar dan kadar terhitung terlalu rendah
E. Awal terbaca terlalu kecil dan akhir terlalu besar, tetapi kadar tetap benar karena reaksi titrasi tidak bergantung pada pembacaan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Pada 2027, Gita, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik makanan, mentitrasi 25,00 mL sampel dengan larutan NaOH dari buret 50 mL yang skala terkecilnya 0,1 mL. Gambar memperlihatkan pembesaran skala buret sebelum titrasi dan setelah titik akhir tercapai. Larutan bening, mata sejajar dengan meniskus, dan pembacaan dilakukan pada dasar meniskus dengan ketelitian 0,05 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume titran yang terpakai adalah ....



Skala terkecil 0,1 mL; pembesaran dua bagian buret 50 mL

A. 31,20 mL
B. 33,65 mL
C. 29,25 mL
D. 28,75 mL
E. 28,90 mL

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

12. Pada 2027, Bimo, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik sabun, sedang menuang larutan NaOH 2 M ketika labu terguncang dan percikannya mengenai mata kiri dan lengan bawahnya. Rekannya, Sari, ada di dekatnya, dan pencuci mata serta pancuran darurat tersedia dalam jarak lima langkah. Bimo merasa perih hebat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Menutup mata Bimo dengan kasa kering, lalu menunggu beberapa menit untuk melihat apakah perihnya mereda
- ☐ B. Membilas mata Bimo dengan air mengalir dari pencuci mata sedikitnya 15 menit, kelopak mata tetap dibuka
- ☐ C. Menuangkan larutan cuka encer pada lengan yang terkena agar basa segera netral sebelum dibilas dengan air
- ☐ D. Melepas arloji dan lengan baju yang terkena, lalu membilas lengan dengan air mengalir sedikitnya 15 menit
- ☐ E. Mencatat dan melaporkan kejadian kepada penyelia serta membawa Bimo untuk diperiksa petugas medis

13. Pada 2027, Rina, siswa PKL di laboratorium mutu sebuah pabrik pelapis logam, mengumpulkan tiga sisa kegiatan hari ini di meja kerja: sisa asam nitrat pekat, sisa aseton bekas pembersih alat, dan larutan NaOH encer bekas titrasi. Di laboratorium tersedia tiga jeriken limbah bertutup, satu jeriken besar bertuliskan "limbah", dan satu tempat penampungan limbah sementara yang bertutup.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Memisahkan sisa asam nitrat pekat dari aseton karena oksidator kuat dapat bereaksi hebat dengan pelarut organik
- ☐ B. Menuang ketiga sisa itu ke jeriken besar bertuliskan "limbah" supaya ruang kerja lebih cepat bersih
- ☐ C. Memberi label pada setiap wadah limbah yang memuat isi, sifat bahaya, dan tanggal pengisian
- ☐ D. Membuang aseton ke bak cuci sambil membuka keran karena aseton larut sempurna dalam air
- ☐ E. Menaruh wadah limbah yang sudah tertutup di tempat penampungan sementara yang terpisah dari bahan tidak cocok

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

14. Pada 2027, Rani, siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian pangan, mengalibrasi labu ukur 50 mL kelas A bertanda "In" dengan toleransi ±0,06 mL. Labu kering bermassa 30,5210 g. Setelah diisi air suling bersuhu 30 °C sampai tanda tera, massanya 80,3310 g. Massa jenis air pada 30 °C adalah 0,99565 g/mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume sebenarnya labu dan keputusannya adalah ....

A. 50,028 mL; layak, karena selisih +0,028 mL masih dalam toleransi ±0,06 mL
B. 49,810 mL; tidak layak, karena selisih −0,190 mL melebihi toleransi ±0,06 mL
C. 49,593 mL; tidak layak, karena selisih −0,407 mL melebihi toleransi ±0,06 mL
D. 50,028 mL; tidak layak, karena volumenya tidak tepat sama dengan 50,000 mL
E. 49,900 mL; tidak layak, karena selisih −0,100 mL melebihi toleransi ±0,06 mL

15. Pada 2027, Yuni, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik tepung, menulis data titrasi di buku catatan laboratorium berhalaman bernomor. Ia salah menulis satu pembacaan buret, dan duplo pertamanya melewati batas selisih SOP sehingga analisis diulang. Pembimbing memeriksa cara Yuni mencatat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Angka yang salah ditulis boleh dihapus dengan penghapus selama paraf dan tanggal ditulis di sampingnya.	○	○
Hasil duplo yang gagal batas SOP tetap dicatat beserta alasannya; yang dilaporkan adalah hasil ulang yang memenuhi batas.	○	○
Catatan di kertas lepas boleh disalin rapi ke buku catatan asalkan tidak ada angka yang diubah.	○	○

16. Pada 2027, Nina menimbang 1,000 g pelet NaOH di atas kertas timbang pada neraca analitik 0,1 mg di laboratorium sebuah pabrik deterjen. Angka di layar terus bertambah perlahan walaupun pintu neraca sudah tertutup dan meja tidak bergetar. Sebuah botol timbang bertutup tersedia di dekat neraca.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan atau tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Massa naik karena pelet NaOH menyerap uap air dan karbon dioksida dari udara
☐ B. Neraca pasti rusak sehingga angka apa pun yang ditampilkannya tidak boleh dipakai
☐ C. Menimbang dalam botol timbang bertutup, lalu memakai selisih massa sebelum dan sesudah dituang
☐ D. Menunggu sampai angka berhenti bertambah di kertas timbang terbuka, lalu mencatat angka terakhir
☐ E. Menimbang secepat mungkin, lalu segera menutup botol NaOH dan memindahkan pelet ke wadah larutan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Pada 2027, Bayu, analis di laboratorium lingkungan sebuah pabrik pengolahan susu, mengambil sampel air limbah pada tiga waktu hari ini. Pimpinan meminta satu sampel komposit sebanyak 2,0 L yang mewakili aliran limbah sepanjang hari, sehingga volume sampel pada tiap waktu harus sebanding dengan debit saat itu. Debit dicatat di tabel berikut.

Waktu pengambilan	Debit air limbah (L/detik)
08.00	20
12.00	50
16.00	30

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume sampel yang harus diambil pada pukul 12.00 adalah ....

A. 400 mL
B. 600 mL
C. 667 mL
D. 1.000 mL
E. 1.250 mL

18. Pada 2027, Maya, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman sari buah, menganalisis kadar vitamin C satu sampel secara triplo dan mendapat hasil pada tabel. SOP latihan: triplo diterima bila rentang relatif, yaitu (hasil terbesar − hasil terkecil) ÷ rata-rata × 100 %, paling besar 3,0 %; bila tidak, seluruh analisis triplo diulang dan hasil lama tetap dicatat.

Ulangan	Kadar vitamin C (mg/100 mL)
1	24,6
2	25,1
3	25,8

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang tepat adalah ....

A. Diterima, rentang relatif 1,6 %; hasil dilaporkan sebagai rata-rata 25,17 mg/100 mL
B. Diterima, karena rentang 1,2 mg/100 mL tidak melebihi 3,0; hasil dilaporkan 25,17 mg/100 mL
C. Ditolak, rentang relatif 4,8 %; analisis triplo diulang seluruhnya dan hasil lama tetap dicatat
D. Ditolak, rentang relatif 4,8 %; hasil 25,8 dibuang dan rata-rata dua sisanya, 24,85, dilaporkan
E. Ditolak, rentang relatif 4,8 %; hasil tengah 25,1 mg/100 mL dilaporkan karena paling mewakili

19. Pada 2027, Lukman, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman, menetapkan kadar asam sitrat dengan titrasi NaOH. Tabel memuat alat yang dipakai, nilai yang diukur dengan tiap alat, dan toleransinya. Ia ingin tahu alat yang paling membatasi ketelitian hasil, yaitu yang ketidakpastian relatifnya terbesar. Untuk buret, ketidakpastian volume titran adalah jumlah toleransi pembacaan awal dan pembacaan akhir.

Alat	Fungsi	Nilai yang diukur	Toleransi
Neraca analitik	menimbang bahan standar	0,2500 g	±0,0002 g
Labu ukur	membuat larutan standar	100,0 mL	±0,10 mL
Pipet volumetrik	mengambil sampel	25,00 mL	±0,03 mL
Buret	mengukur volume titran	12,50 mL	±0,05 mL tiap pembacaan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Alat yang paling membatasi ketelitian dan besar ketidakpastian relatifnya adalah ....

A. Labu ukur, 0,10 %, karena toleransi ±0,10 mL adalah angka terbesar dalam satuan mL pada tabel
B. Buret, 0,80 %, karena volume titran hanya 12,50 mL dan toleransi dua pembacaan dijumlahkan
C. Buret, 0,40 %, karena toleransinya ±0,05 mL dari volume titran 12,50 mL yang terukur
D. Pipet volumetrik, 0,12 %, karena volume sampel 25,00 mL memiliki toleransi ±0,03 mL
E. Neraca analitik, 0,08 %, karena massa 0,2500 g paling kecil dan paling mudah terganggu

20. Pada 2026, Lia, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik gula, akan menimbang cawan porselen kosong yang baru dikeluarkan dari oven 105 °C untuk menentukan kadar air. Cawan terasa hangat. Setelah diletakkan di piringan neraca analitik dan pintu ditutup, angka di layar naik perlahan. Porselen kosong tidak menyerap uap air secara berarti.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mendinginkan cawan di desikator sampai suhu ruang sebelum cawan itu ditimbang di neraca

☐ B. Memegang cawan dengan penjepit, bukan dengan tangan telanjang, karena jari menambah massa

☐ C. Menyimpulkan cawan higroskopis, lalu mengeringkannya lagi sampai angka layar berhenti naik

☐ D. Menaruh cawan di piringan dengan pintu terbuka sampai angka berhenti berubah, lalu mencatatnya

☐ E. Memakai neraca dan cawan yang sama setiap menimbang ulang agar selisihnya sebanding

21. Pada 2027, Tim, analis di laboratorium sebuah pabrik cat, memanaskan 100 mL etanol dalam gelas kimia langsung di atas pelat pemanas yang membara. Etanol terbakar dan tumpah; nyala kini menjalar di permukaan meja kerja seluas kira-kira satu meter persegi, dan asap belum tebal. Di dekatnya ada APAR jenis CO_2, penutup tahan api seukuran gelas kimia, dan keran air. SOP latihan: api kecil di dalam wadah ditutup dengan penutup tahan api; api yang sudah menjalar keluar wadah tetapi masih terjangkau dipadamkan dengan APAR yang sesuai sambil memberi tahu orang lain; bila tidak terkendali, semua keluar dan menutup pintu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Tim yang paling tepat adalah ....

A. Mengibaskan lap kering di atas nyala berulang kali sampai api padam, lalu mematikan pelat pemanas

B. Menutup api di meja dengan penutup tahan api seukuran gelas kimia sambil menahannya dengan tangan

C. Memindahkan botol pelarut lain ke koridor lebih dulu, baru memadamkan api setelah semuanya aman

D. Keluar dan menutup pintu tanpa memadamkan api, karena api di meja kerja sebaiknya diserahkan ke tim darurat

E. Memadamkan dengan APAR CO_2 dari jarak aman sambil memberi tahu orang lain, siap keluar bila api membesar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik cat mengekstraksi pigmen dengan benzena, yang bersifat karsinogen dan mudah menguap. Fitri, penyelia mutu, ingin menurunkan risiko bagi para analis. SOP mengizinkan pelarut lain yang kurang berbahaya dan menghasilkan data setara; semua analis sudah mengenal SDS benzena, dan lemari asam tersedia.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling kuat menurunkan risiko pada sumbernya adalah ....

A. Mewajibkan masker partikel dan sarung tangan lateks tipis setiap kali benzena dipakai
B. Menyusun jadwal kerja bergilir supaya tiap analis terpapar benzena hanya sebentar
C. Mengganti benzena dengan pelarut yang kurang berbahaya dan menghasilkan data setara
D. Memindahkan seluruh pekerjaan dengan benzena ke lemari asam yang kipasnya terpantau
E. Memasang tanda peringatan karsinogen di pintu dan di setiap botol benzena

23. Pada 2027, Eko, siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian air minum, akan memindahkan 100 mL amonia pekat (kira-kira 25 %) dari botol stok ke gelas kimia untuk membuat larutan kerja. Ia menyiapkan kacamata rapat, pelindung wajah, masker bedah, dan beberapa jenis sarung tangan, lalu pembimbing memintanya menjelaskan alasan tiap pilihan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Masker bedah yang menempel rapat di wajah sudah cukup melindungi dari uap amonia pekat bila pekerjaan hanya sebentar.	○	○
Pelindung wajah dipakai di atas kacamata rapat, bukan sebagai pengganti kacamata.	○	○
Jenis sarung tangan dipilih dengan melihat daftar ketahanan bahan pada bagian 8 SDS, karena tidak ada sarung tangan yang tahan terhadap semua bahan.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Pada 2027, Salsa, siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengolahan air, akan mentitrasi sampel dengan larutan $KMnO_4$ 0,02 M. Buret yang akan dipakai tampak bersih, tetapi di dinding dalamnya ada noda cokelat bekas titrasi sebelumnya. Larutan $KMnO_4$ berwarna ungu pekat sehingga dasar meniskus sulit dilihat. Air suling, larutan asam oksalat yang diasamkan, dan larutan $KMnO_4$ tersedia.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Melarutkan noda cokelat MnO_2 dengan larutan asam oksalat yang diasamkan, lalu membilas buret dengan air
☐ B. Membilas buret dua sampai tiga kali dengan sedikit larutan $KMnO_4$ sebelum mengisinya sampai di atas angka 0
☐ C. Membersihkan noda dengan larutan pencuci kromat–asam sulfat karena paling cepat melarutkan kotoran
☐ D. Membaca meniskus pada tepi atasnya dan memakai cara yang sama pada pembacaan awal dan pembacaan akhir
☐ E. Membilas buret dengan air suling lalu langsung mengisinya karena air sisa tidak mengubah konsentrasi titran

25. Pada 2026, Wira, analis terlatih di laboratorium sebuah pabrik cat, menjatuhkan botol berisi kira-kira 250 mL heksana di dekat pelat pemanas yang masih menyala. Cairan menggenang di lantai ubin dan berbau menyengat, tetapi tidak ada orang yang terkena. Menurut SOP latihan, tumpahan pelarut sampai 500 mL tanpa korban boleh ditangani petugas terlatih dengan perlengkapan penanganan tumpahan; yang lebih besar diserahkan kepada tim tanggap darurat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyiram genangan dengan air dalam jumlah besar ke saluran lantai agar pelarutnya terbawa pergi
☐ B. Mematikan pelat pemanas dan sumber nyala lain, lalu memberi tahu orang di sekitar sebelum membersihkan
☐ C. Membuat tanggul dari bahan penyerap lembam di sekeliling genangan, lalu menyerap dari tepi ke tengah
☐ D. Menaburkan natrium bikarbonat pada genangan sampai tidak ada lagi cairan yang tampak di lantai
☐ E. Mengumpulkan bahan penyerap bekas ke wadah limbah B3 bertutup dan berlabel, bukan ke tempat sampah biasa

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya	2, 3, 7, 12, 13, 21, 22, 23, 25	___ / 9	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Pengelolaan alat gelas laboratorium	1, 4, 5, 10, 11, 14, 19, 24	___ / 8	Ulangi hlm. 28
Sub bab 1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum	6, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 20	___ / 8	Ulangi hlm. 43

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 2 · Larutan Pereaksi, Larutan Standar, dan Analisis Sederhana

SMKKA-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menghitung dan membuat larutan pereaksi dengan berbagai cara menyatakan konsentrasi
- membuat dan membakukan larutan standar serta memilih dan membuat indikator
- melabeli dan menyimpan larutan sesuai piktogram bahaya
- memprediksi hasil analisis gravimetri sederhana dengan faktor gravimetri

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan
2.2	Pembuatan larutan standar dan indikator
2.3	Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram
2.4	Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan

SMKKA-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 2, larutan pereaksi, larutan standar, dan analisis sederhana) meminta kamu **menerapkan** cara membuat larutan pereaksi: menentukan jenis larutan yang dibutuhkan, menyatakan konsentrasinya, lalu menghitung berapa zat yang harus ditimbang atau dipipet. Levelnya penerapan dengan sedikit penalaran: kamu harus memilih rumus yang tepat dan menolak hasil yang tidak masuk akal.

Pola soal yang sering muncul: (1) **pengenceran**, yaitu menghitung volume larutan induk yang harus dipipet, termasuk istilah seperti "diencerkan 20 kali"; (2) **menimbang padatan** yang tidak murni sehingga massanya harus dikoreksi dengan kadarnya; (3) **membedakan satuan konsentrasi**, misalnya persen bobot per volume dengan persen volume per volume; (4) **mengubah** persen dan massa jenis larutan pekat menjadi molaritas. Soal ini tergolong mudah sampai sedang, tetapi pengecohnya rapi: satu faktor yang terlupa (kadar, volume akhir, atau satuan liter) mengubah hasil dengan telak.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan larutan pereaksi, larutan standar, indikator, larutan induk, dan larutan kerja;
- menyatakan konsentrasi dalam % b/b, % b/v, % v/v, molaritas, dan ppm, serta mengubah satu satuan ke satuan lain;
- menghitung pengenceran dengan $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ dan menghitung molaritas larutan pekat dari kadar dan massa jenisnya;
- menghitung massa padatan tak murni yang harus ditimbang, lalu membuat dan melabeli larutannya dengan urutan kerja yang benar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Hampir semua analisis di laboratorium kimia dimulai dari larutan. Sampel dilarutkan, pereaksi ditambahkan sebagai larutan, dan titran dikeluarkan dari buret sebagai larutan. Karena itu analis harus terampil membuat larutan dengan **konsentrasi yang tepat**: terlalu pekat atau terlalu encer sedikit saja, hasil analisis ikut meleset. Sub bab ini membangun keterampilan itu dari dasar, mulai dari jenis-jenis larutan yang dibuat di laboratorium.

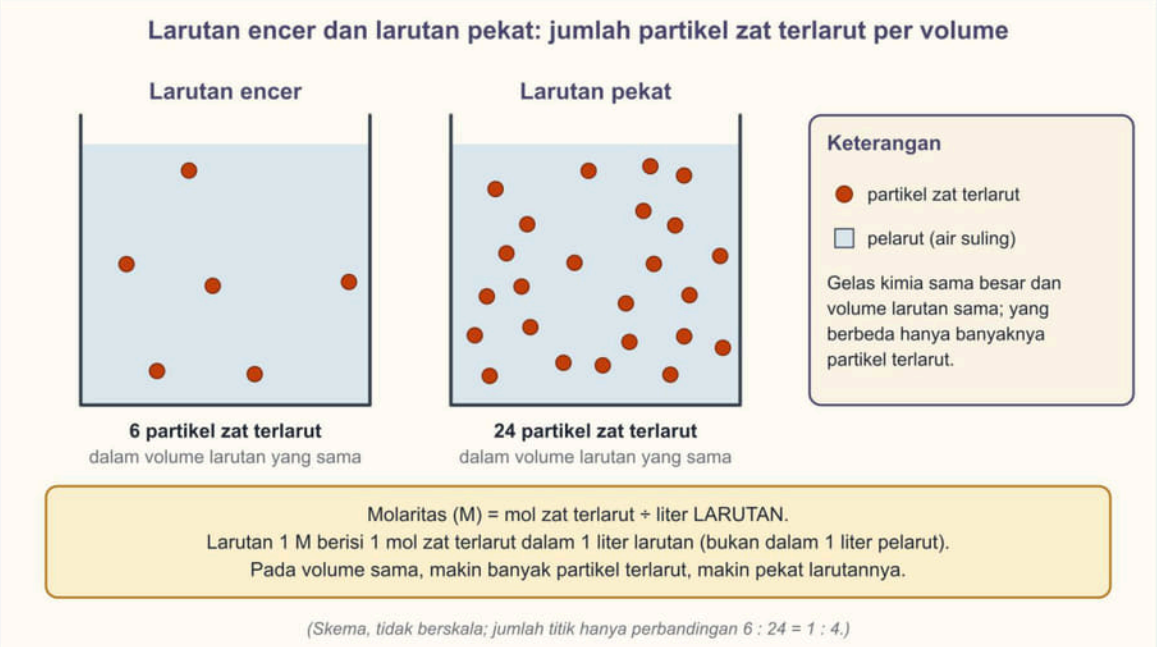
1. Larutan, zat terlarut, dan pelarut

Larutan (*solution*) adalah campuran homogen, yaitu campuran yang tampak seragam di seluruh bagiannya. Zat yang jumlahnya lebih sedikit dan "hilang" di dalam campuran disebut **zat terlarut** (*solute*), sedangkan zat yang melarutkannya disebut **pelarut** (*solvent*). Bila pelarutnya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tidak disebut, pelarutnya adalah air. Laboratorium analisis memakai **air suling** (*aquadest*) atau air bebas ion, bukan air keran, karena air keran sudah mengandung ion seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, dan Cl^{-} yang dapat mengganggu analisis.

Pada tingkat partikel, zat terlarut terpecah menjadi partikel-partikel kecil (molekul atau ion) yang tersebar di antara molekul pelarut. Kepekatan larutan ditentukan oleh **banyaknya partikel zat terlarut dalam volume tertentu**. Gambar 2.1 memperlihatkan dua gelas kimia berisi volume yang sama. Gelas kanan memuat empat kali lebih banyak partikel terlarut, jadi larutannya empat kali lebih pekat.



Gambar 2.1 Model partikel larutan encer dan larutan pekat pada volume yang sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Jenis larutan di laboratorium analisis

Tidak semua larutan di laboratorium dibuat dengan ketelitian yang sama. Ketelitian disesuaikan dengan kegunaannya. Ada empat kelompok yang harus kamu bedakan.

Jenis larutan	Kegunaan	Seberapa teliti konsentrasinya	Alat membuat
Larutan pereaksi (*reagent solution*)	menimbulkan reaksi yang diamati: endapan, warna, perubahan pH, pelarut sampel	kira-kira (dua angka penting sudah cukup)	gelas ukur, neraca teknis
Larutan standar (*standard solution*)	menghitung kadar lewat titrasi atau perbandingan	sangat teliti (empat angka penting)	labu ukur, neraca analitik
Indikator (*indicator*)	menandai titik akhir titrasi	tidak perlu teliti, tetapi harus sesuai SOP	gelas ukur, botol tetes
Larutan induk dan larutan kerja	induk disimpan pekat, kerja diencerkan dari induk	mengikuti tujuan pemakaian	labu ukur dan pipet volumetrik

Larutan pereaksi dipakai untuk "menjalankan" suatu reaksi. Contohnya HCl 2 M untuk mengasamkan sampel, NaOH 2 M untuk membasakan, $AgNO_3$ 0,1 M untuk menguji ion klorida, dan $BaCl_2$ 5 % untuk menguji ion sulfat. Jumlah pereaksi yang diperlukan biasanya berlebih, sehingga konsentrasinya tidak perlu tepat: 2 M atau 2,05 M sama-sama dapat dipakai. Karena itu pereaksi cukup dibuat dengan gelas ukur.

Larutan standar adalah larutan yang konsentrasinya **diketahui dengan teliti** dan dipakai sebagai "penggaris" dalam titrasi. Cara membuatnya jauh lebih cermat: padatan ditimbang pada neraca analitik, volumenya ditepatkan dalam labu ukur. Pembuatan dan pembakuannya dibahas di sub bab 2.2. **Indikator** juga dibahas di sub bab itu.

Larutan induk (*stock solution*) adalah larutan pekat yang disimpan, sedangkan **larutan kerja** (*working solution*) adalah larutan encer yang dibuat dari induk untuk dipakai hari itu. Mengapa tidak langsung membuat larutan encer? Ada dua alasan. Pertama, menimbang zat dalam jumlah sangat kecil (misalnya 0,2 mg) tidak teliti, jadi lebih baik menimbang banyak untuk membuat induk lalu mengencerkannya. Kedua, larutan yang sangat encer lebih cepat berubah (diserap dinding botol atau tercemar), sehingga dibuat segar saat diperlukan.

3. Cara menyatakan konsentrasi

Konsentrasi menyatakan banyaknya zat terlarut dalam sejumlah larutan. Ada beberapa cara menyatakannya (Gambar 2.2). Setiap cara punya aturan satuan sendiri, dan tiga cara pertama sama-sama memakai kata "persen" sehingga sering tertukar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cara menyatakan konsentrasi larutan

Satuan	Arti	Contoh	Rumus penting
% b/b (bobot per bobot)	gram zat terlarut dalam 100 g larutan	HNO_3 pekat 65 %: 65 g HNO_3 tiap 100 g larutan	% = massa zat ÷ massa larutan × 100
% b/v (bobot per volume)	gram zat terlarut dalam 100 mL larutan	NaCl 0,9 %: 0,9 g NaCl tiap 100 mL larutan	g/100 mL (1 % b/v = 10 g/L)
% v/v (volume per volume)	mL zat terlarut dalam 100 mL larutan	etanol 70 %: 70 mL etanol tiap 100 mL larutan	mL zat ÷ mL larutan × 100
Molaritas (M)	mol zat terlarut dalam 1 liter larutan	NaOH 0,10 M: 0,10 mol (4,0 g) NaOH tiap liter	M = mol ÷ V (L) massa = M × V × Mr
ppm (bagian per sejuta)	mg zat terlarut dalam 1 liter larutan (air encer)	Fe 2,0 ppm: 2,0 mg Fe tiap liter larutan	1 ppm = 1 mg/L 1.000 ppm = 1 g/L
Normalitas (N) (jarang dipakai)	mol ekuivalen dalam 1 liter larutan	H_2SO_4 1 M = 2 N (punya 2 H^+ per molekul)	N = M × jumlah H^+ (atau OH^-)

Normalitas dibahas hanya agar kamu dapat membaca label lama; hitungan di buku ini memakai molaritas.

Gambar 2.2 Cara menyatakan konsentrasi larutan: arti, contoh, dan rumus pentingnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Persen bobot per bobot (% b/b). Banyaknya gram zat terlarut dalam 100 g **larutan**. Label larutan pekat dari pabrik biasanya memakai satuan ini. HCl 37 % berarti tiap 100 g larutan mengandung 37 g HCl (dan 63 g air).

Persen bobot per volume (% b/v). Banyaknya gram zat terlarut dalam 100 **mL** larutan. NaCl 0,9 % (b/v) berarti 0,9 g NaCl tiap 100 mL larutan, atau 9 g tiap liter. Satuan ini praktis untuk pereaksi yang dibuat sendiri karena zat padat ditimbang dan hasilnya diukur volumenya. Satu persen b/v sama dengan 10 g/L.

Persen volume per volume (% v/v). Banyaknya mL zat terlarut dalam 100 mL larutan. Dipakai bila zat terlarutnya cairan, misalnya etanol 70 %: 70 mL etanol dalam tiap 100 mL larutan. Perhatikan bahwa volume tidak selalu bersifat aditif, sehingga 70 mL etanol ditambah 30 mL air menghasilkan sedikit kurang dari 100 mL. Karena itu larutan % v/v yang teliti dibuat dengan menepatkan volume akhir di labu ukur.

Molaritas (M). Banyaknya **mol** zat terlarut dalam 1 liter larutan:

$M = n \div V$ (V dalam liter), dengan $n = \text{massa} \div Mr$

Dari dua rumus itu diperoleh rumus yang paling sering dipakai untuk menimbang padatan: **massa = M × V × Mr**. Misalnya untuk 200 mL Na_2CO_3 0,050 M diperlukan 0,050 × 0,200 × 106 = 1,06 g Na_2CO_3 (Mr = 2 × 23 + 12 + 3 × 16 = 106). Perhatikan: volume harus dalam liter, jadi 200 mL ditulis 0,200 L.

ppm (*parts per million*, bagian per sejuta). Untuk larutan berair yang sangat encer, **1 ppm = 1 mg zat terlarut dalam 1 liter larutan (mg/L)**. Dengan demikian 1.000 ppm = 1 g/L. Persamaan "1 ppm = 1 mg/L" berlaku karena massa jenis larutan encer dianggap 1 g/mL; untuk

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

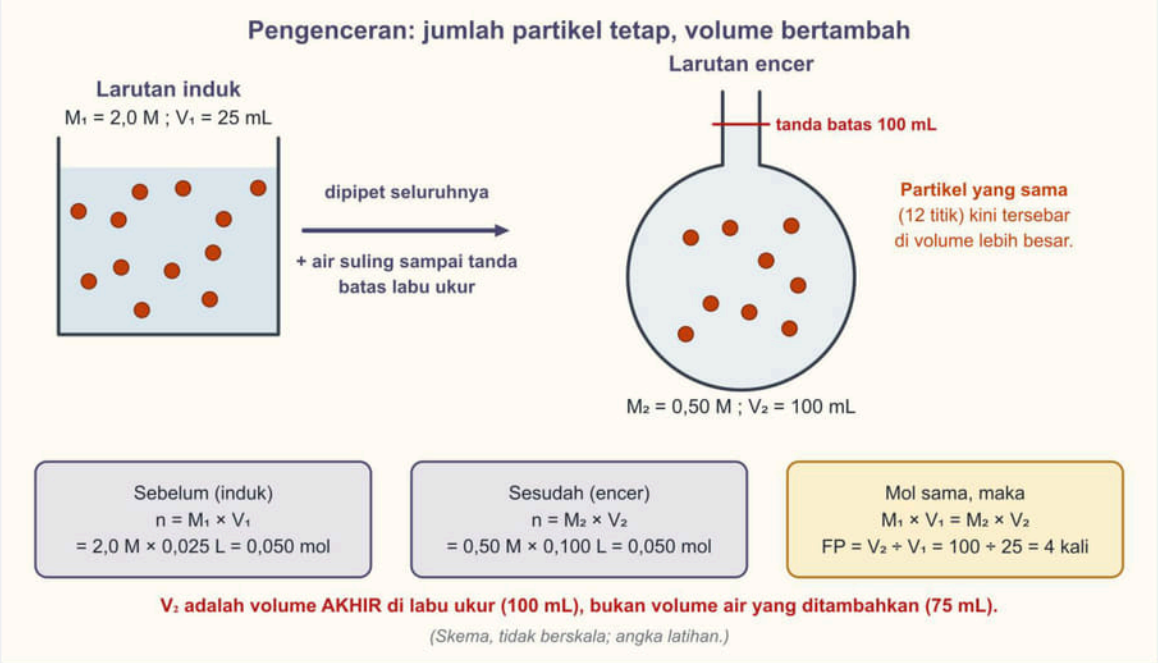
larutan pekat atau pelarut lain angka itu tidak boleh dipakai begitu saja. ppm dipakai untuk kadar kecil, misalnya logam dalam air limbah, dan untuk larutan induk deret standar (2.2 dan sub bab spektrofotometri di Bab 6).

Normalitas (N) menyatakan mol ekuivalen per liter, dan sama dengan molaritas dikalikan jumlah H^+ (atau OH^-) per rumus. Karena itu H_2SO_4 1 M sama dengan 2 N. Normalitas sudah jarang dipakai dan di buku ini hanya disebut agar kamu dapat membaca label lama; semua hitungan memakai molaritas dan mol.

Mengubah satu satuan ke satuan lain pada dasarnya mengubah **massa** zat terlarut menjadi **mol** (bagi dengan Mr), dan **volume larutan** menjadi liter. Misalnya NaCl 0,9 % b/v berarti 9 g/L, sehingga M = 9 ÷ 58,5 = 0,154 M. Rumus pintasnya: **M = (% b/v × 10) ÷ Mr**.

4. Pengenceran

Larutan induk yang pekat diubah menjadi larutan kerja yang lebih encer dengan **menambahkan pelarut**. Pelarut yang ditambahkan tidak membawa zat terlarut, jadi **jumlah mol zat terlarut tidak berubah**; yang berubah hanya volume larutan, sehingga partikel menjadi lebih renggang (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Pada pengenceran, jumlah partikel zat terlarut tetap dan volume larutan bertambah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Karena mol = M × V, jumlah mol sebelum dan sesudah pengenceran sama:

$$\mathbf{M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2}$$

dengan M_1 dan V_1 adalah konsentrasi dan volume larutan **induk** (sebelum diencerkan), sedangkan M_2 dan V_2 adalah konsentrasi dan volume larutan **encer** (hasil). Satuan volume boleh mL asalkan kedua sisi memakai satuan yang sama.

Ada tiga hal yang sering menjebak:

1. **V_2 adalah volume akhir di labu ukur**, bukan volume air yang ditambahkan. Bila 25 mL

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

induk diencerkan menjadi 100 mL, V_2 = 100 mL dan air yang ditambahkan kira-kira 75 mL. Memasukkan 75 mL ke rumus adalah kesalahan yang sangat sering muncul.

2. **Faktor pengenceran** (FP) = $V_2 \div V_1 = M_1 \div M_2$. Ungkapan "diencerkan 5 kali" berarti volume akhir lima kali volume induk (FP = 5). Ungkapan "(1 + 4)" biasanya berarti 1 bagian induk ditambah 4 bagian air, jadi total 5 bagian dan FP = 5. Perbandingan "1 : 4" bisa ditafsirkan dua cara, sehingga SOP yang baik menuliskan volume induk dan volume akhir secara tegas.
3. **Pengenceran bertingkat** dilakukan bila faktor pengencerannya terlalu besar untuk satu langkah. Faktor total sama dengan hasil kali faktor tiap tahap. Misalnya tahap pertama 10 kali dan tahap kedua 50 kali menghasilkan FP total 500 kali.

Bagaimana bila induk adalah asam pekat? Pengenceran itu melepaskan panas, sehingga asam dituang **ke dalam air** (bukan sebaliknya) di gelas kimia, didinginkan, lalu dipindahkan ke labu ukur untuk ditepatkan. Aturan keselamatannya dibahas di sub bab 1.1. Labu ukur dikalibrasi pada suhu tertentu (umumnya 20 °C), sehingga larutan harus kembali ke suhu ruang sebelum volumenya ditepatkan.

5. Dari larutan pekat berkadar persen ke molaritas

Label botol asam atau basa pekat biasanya hanya menyebut kadar (% b/b), **massa jenis** (ρ, dalam g/mL), dan Mr. Untuk memakai rumus pengenceran, kadar itu harus diubah dulu menjadi molaritas. Alurnya mudah bila kamu bayangkan **1 liter larutan pekat**:

1. 1 liter = 1.000 mL, sehingga massa larutan = 1.000 × ρ gram.
2. Zat murni di dalamnya = 1.000 × ρ × (kadar ÷ 100) = 10 × ρ × kadar gram.
3. Mol zat murni = (10 × ρ × kadar) ÷ Mr.

Jadi **M = 10 × ρ × % ÷ Mr**, dengan % ditulis sebagai angka persen (37, bukan 0,37). Bila massa jenis tidak diperhitungkan, hasil molaritas salah. Angka-angka khas yang dapat kamu pakai sebagai pembanding (nilai pada label botol di lab-mu dapat berbeda sedikit, jadi pakailah angka pada label):

Larutan pekat	Kadar (% b/b)	ρ (g/mL)	Mr	M = 10 × ρ × % ÷ Mr
HCl	37	1,19	36,5	12,1 M
H_2SO_4	98	1,84	98	18,4 M
HNO_3	65	1,39	63	14,3 M
NH_3 (amonia)	25	0,91	17	13,4 M

Karena HCl pekat sekitar 12 M, membuat larutan 0,1 M memerlukan pengenceran sekitar 120 kali. Mengingat ukuran besar seperti ini membantu kamu menilai apakah hasil hitunganmu masuk akal.

6. Padatan tidak murni

Banyak padatan pereaksi di laboratorium tidak murni 100 %. Pelet NaOH dan KOH, misalnya, menyerap air dan CO_2 dari udara, dan pabrik hanya menjamin kadar minimum, misalnya 85 % atau 98 %. Kadar 85 % berarti 100 g pelet hanya mengandung 85 g KOH murni. Untuk mendapat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sejumlah KOH murni tertentu, kamu harus menimbang **lebih banyak** daripada massa murninya:

massa timbang = massa murni ÷ (kadar ÷ 100)

Arah pembagian ini yang sering terbalik. Bila kamu mengalikan dengan kadar, massa yang ditimbang justru lebih kecil dan larutan menjadi terlalu encer. Cek sederhana: massa yang ditimbang selalu lebih besar daripada massa murni.

Larutan yang dibuat dari padatan seperti NaOH dan KOH tidak dapat dianggap tepat sama dengan hasil hitung, karena air dan karbonat di dalam pelet tidak diketahui dengan teliti. Larutan itu sah dipakai sebagai pereaksi, tetapi bila dipakai sebagai titran harus **dibakukan** (sub bab 2.2). Ada juga padatan **hidrat** (mengandung air kristal), yang memerlukan Mr hidrat, juga dibahas di sub bab 2.2.

7. Urutan membuat larutan di labu ukur

Untuk larutan yang volumenya harus tepat, kerjakan dengan urutan pada Gambar 2.4. Urutan ini dapat dipakai untuk larutan dari padatan, dan untuk larutan dari pengenceran induk (langkah timbang diganti langkah pipet).



Gambar 2.4 Enam langkah membuat larutan dari padatan dengan labu ukur. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Hitung dan timbang.** Timbang di neraca. Catat massa yang benar-benar terbaca. Bila larutan akan menjadi larutan standar, massa sebenarnya yang dipakai untuk menghitung konsentrasi, bukan massa target.
2. **Larutkan** padatan di gelas kimia dengan air suling, kurang dari separuh volume labu. Tujuannya agar zat larut sempurna sebelum volume ditepatkan. Zat yang menimbulkan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

panas saat larut (misalnya NaOH) dibiarkan dingin dulu.

3. **Pindahkan** larutan ke labu ukur lewat corong, dibantu batang pengaduk.
4. **Bilas** gelas kimia, batang pengaduk, dan corong minimal tiga kali dengan air suling, dan seluruh bilasan masuk ke labu. Satu tetes yang tertinggal berarti ada zat yang tidak masuk.
5. **Tepatkan.** Tambahkan air sampai sekitar 1 cm di bawah tanda, lalu teteskan air dengan pipet tetes sampai **dasar meniskus** tepat di tanda batas, dengan mata sejajar tanda.
6. **Homogenkan.** Tutup, lalu balik-balikkan labu 10–15 kali. Setelah itu pindahkan larutan ke botol bersih dan labeli (nama, konsentrasi, tanggal, pembuat; sub bab 2.3).

Bila kamu menambahkan air melewati tanda, jangan menyedot kelebihan air: larutannya sudah encer dan harus dibuat ulang. Labu ukur tidak dipakai untuk menyimpan larutan, tidak dipanaskan, dan tidak dikeringkan di oven (sub bab 1.2).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: dari amonia pekat ke larutan kerja

Pada 2026, Laras, analis sebuah balai pengujian air, membutuhkan 250 mL larutan NH_3 0,50 M. Persediaannya NH_3 pekat berkadar 25 % (b/b) dengan massa jenis 0,91 g/mL (Mr NH_3 = 17). Tentukan volume amonia pekat yang harus dipipet. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Ubah ke molaritas.** $M_1 = 10 \times \rho \times \% \div Mr = 10 \times 0{,}91 \times 25 \div 17 = 227{,}5 \div 17 = 13{,}38$ M.
2. **Pakai rumus pengenceran.** $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \rightarrow 13{,}38 \times V_1 = 0{,}50 \times 250$.
3. **Hitung V_1.** $V_1 = 125 \div 13{,}38 = 9{,}34$ mL.
4. **Cara kerja.** Dalam lemari asam, pipet 9,34 mL (pakai pipet ukur 10 mL dengan pompa pipet) dan masukkan ke labu ukur 250 mL yang sudah berisi sekitar 100 mL air suling, lalu tepatkan sampai tanda dan homogenkan.

Jawaban: 9,34 mL. Cek akal sehat: FP = 13,38 ÷ 0,50 = 26,76, sehingga V_1 = 250 ÷ 26,76 = 9,34 mL, cocok. Bila massa jenis terlupa (M_1 dihitung 10 × 25 ÷ 17 = 14,71 M), hasilnya 8,50 mL, sekitar 9 % terlalu sedikit dan larutan kerja menjadi terlalu encer.

Contoh 2: larutan kerja ppm dengan pengenceran bertingkat

Pada 2027, Dimas menyiapkan deret standar untuk analisis logam. Ia perlu 100,0 mL larutan 2,00 ppm dari larutan induk 1.000 ppm. Tentukan cara membuatnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Coba satu tahap.** $V_1 = (2{,}00 \times 100{,}0) \div 1.000 = 0{,}200$ mL. Volume sekecil itu tidak dapat dipipet dengan teliti: galat baca 0,01 mL saja sudah 5 % dari 0,200 mL. Jadi pakai dua tahap.
2. **Tahap 1.** Pipet 10,00 mL induk dengan pipet volumetrik ke labu ukur 100 mL, tepatkan. Konsentrasi = 1.000 × 10,00 ÷ 100,0 = 100 ppm (FP = 10).
3. **Tahap 2.** Pipet 2,00 mL larutan 100 ppm ke labu ukur 100 mL, tepatkan. Konsentrasi = 100 × 2,00 ÷ 100,0 = 2,00 ppm (FP = 50).
4. **Cek.** FP total = 10 × 50 = 500 dan 1.000 ÷ 500 = 2,00 ppm.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: dua tahap, 10,00 mL lalu 2,00 mL, masing-masing ditepatkan menjadi 100 mL. Cek akal sehat: 100,0 mL larutan 2,00 ppm hanya mengandung 0,200 mg zat, sedangkan 0,200 mL induk 1.000 ppm juga mengandung 0,200 mg; jumlahnya sama, hanya caranya yang lebih teliti.

Contoh 3: padatan tidak murni

Pada 2026, Rini menyiapkan 250 mL larutan KOH 0,100 M sebagai pereaksi untuk laboratorium sekolahnya. Pelet KOH di botol berkadar 85 % (sisanya air dan K_2CO_3). Mr KOH = 39 + 16 + 1 = 56. Tentukan massa pelet yang harus ditimbang. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mol KOH murni.** n = M × V = 0,100 × 0,250 = 0,0250 mol.
2. **Massa KOH murni.** 0,0250 × 56 = 1,40 g.
3. **Koreksi kadar.** Massa pelet = 1,40 ÷ 0,85 = 1,647 g, dibulatkan 1,65 g.
4. **Cara kerja.** Timbang di gelas kimia kecil (bukan di kertas, karena KOH korosif dan menyerap air), larutkan, pindahkan ke labu ukur 250 mL, bilas, tepatkan. Karena pelet tidak murni, larutan ini ditulis "± 0,1 M" dan dibakukan bila akan dipakai untuk titrasi.

Jawaban: 1,65 g. Cek akal sehat: 1,65 g pelet berkadar 85 % mengandung 1,65 × 0,85 = 1,40 g KOH, sesuai kebutuhan. Bila Rini keliru mengalikan (1,40 × 0,85 = 1,19 g), KOH murninya hanya 1,19 × 0,85 = 1,01 g sehingga konsentrasi sebenarnya sekitar 0,072 M, hampir sepertiga terlalu encer.

Contoh 4: mengubah % b/v ke molaritas

Pada 2027, Sinta membaca label larutan garam fisiologis buatan laboratoriumnya: NaCl 0,9 % (b/v). Ia perlu tahu molaritasnya dan massa NaCl untuk membuat 500 mL. (Mr NaCl = 23 + 35,5 = 58,5.) *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

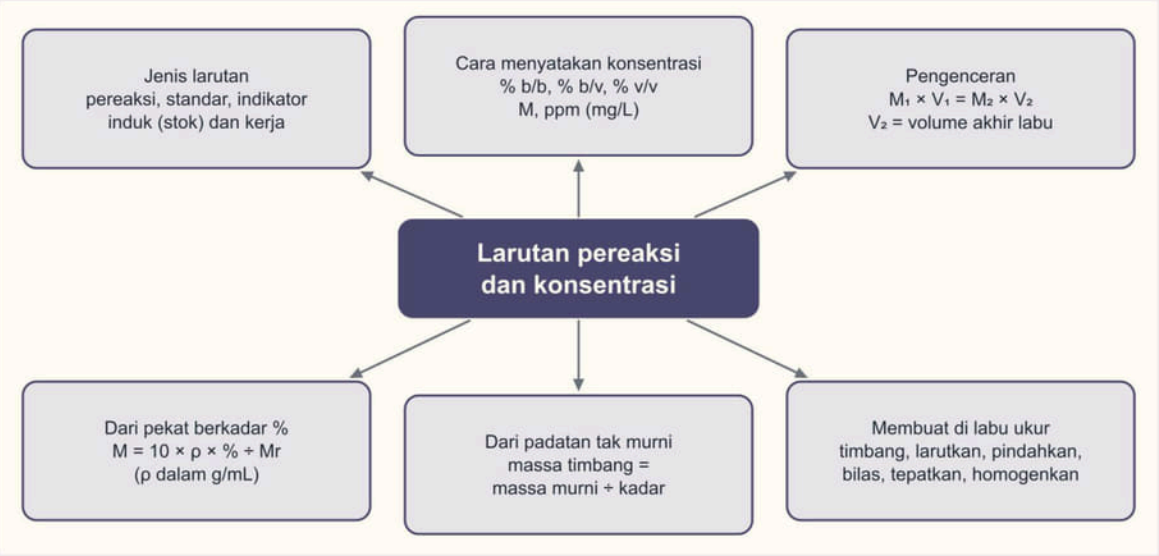
1. **Massa per liter.** 0,9 % b/v = 0,9 g per 100 mL = 9 g per 1.000 mL = 9 g/L.
2. **Molaritas.** M = 9 ÷ 58,5 = 0,154 M. Dengan pintasan: (0,9 × 10) ÷ 58,5 = 0,154 M.
3. **Massa untuk 500 mL.** 9 g/L × 0,500 L = 4,5 g NaCl, dilarutkan lalu ditepatkan menjadi 500 mL.

Jawaban: 0,154 M; 4,5 g NaCl. Cek akal sehat: 0,154 M × 0,500 L × 58,5 g/mol = 4,5 g, cocok. Bila persen dianggap % b/b dan volume langsung dianggap 100 g air, jawabannya akan bergeser; satuan "per volume" artinya acuannya adalah volume larutan.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.5 merangkum isi sub bab ini.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.5 Peta konsep larutan pereaksi dan konsentrasi larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Jenis larutan:** pereaksi (kira-kira), standar (teliti, dibuat di labu ukur), indikator, serta larutan induk (pekat) dan larutan kerja (encer).
- **% b/b** = g zat per 100 g larutan; **% b/v** = g zat per 100 mL larutan; **% v/v** = mL zat per 100 mL larutan; **1 ppm = 1 mg/L** (larutan encer).
- **Molaritas:** M = n ÷ V (liter); **massa = M × V × Mr**.
- **Pengenceran:** $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$, dengan V_2 **volume akhir**; FP = $V_2 \div V_1$.
- **Pekat berkadar %:** M = 10 × ρ × % ÷ Mr (ρ dalam g/mL).
- **Padatan tidak murni:** massa timbang = massa murni ÷ kadar; hasilnya selalu lebih besar daripada massa murni.
- **Urutan di labu ukur:** timbang, larutkan, pindahkan, bilas, tepatkan, homogenkan, labeli.

Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal larutan pereaksi:

1. **Tulis yang diketahui dengan satuannya** (M, V, %, ρ, Mr, kadar padatan).
2. **Tentukan jenis konsentrasi**: apakah b/b, b/v, v/v, M, atau ppm; tentukan juga mana V_1 dan mana V_2.
3. **Ubah volume ke liter** bila memakai mol, lalu hitung dengan rumus yang sesuai.
4. **Cek masuk akal**: apakah massa timbang lebih besar daripada massa murni? Apakah V_1 lebih kecil daripada V_2?

Jebakan yang sering dipasang:

- **Volume air yang ditambahkan dimasukkan sebagai V_2**, padahal V_2 volume akhir.
- **"Diencerkan 20 kali" ditafsirkan 1 bagian induk + 20 bagian air**, padahal volume akhirnya 20 kali volume induk.
- **Kadar padatan tidak murni dikalikan**, bukan dibagi.
- **% b/v tertukar dengan % v/v** atau dengan % b/b.
- **Massa jenis dilupakan** pada larutan pekat berkadar persen.
- **Volume dalam mL langsung dikalikan** dengan M tanpa diubah menjadi liter, sehingga hasil 1.000 kali lipat.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa ingin 100 mL HCl 0,5 M dari HCl 5 M. Ia menghitung $5 \times V_1 = 0{,}5 \times 100$ dan memperoleh $V_1 = 10$ mL, benar, tetapi lalu mencampur 10 mL HCl dengan 100 mL air di gelas kimia. Volume akhirnya 110 mL dan konsentrasinya 0,45 M, bukan 0,5 M. Yang tepat: 10 mL HCl dimasukkan ke labu ukur 100 mL, lalu ditepatkan sampai tanda.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pengenceran dan arti "diencerkan 20 kali". Pakai bagian 4 (pengenceran) dan perhatikan bahwa V_2 adalah volume akhir di labu ukur.

►. Laboratorium mutu sebuah pabrik sabun (2026) membutuhkan 500 mL larutan NaOH 0,10 M. Di rak tersedia larutan induk NaOH 2,0 M. Nita akan memipet larutan induk ke labu ukur 500 mL, lalu menambahkan air suling sampai tanda batas. Temannya mengingatkan bahwa larutan itu "diencerkan 20 kali".
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume larutan induk yang harus dipipet Nita adalah ....

A. 2,5 mL
B. 23,8 mL
C. 25 mL
D. 26,3 mL
E. 50 mL

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Pada pengenceran, jumlah mol zat terlarut tetap: $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$. V_2 adalah volume akhir larutan (500 mL). "Diencerkan 20 kali" berarti volume akhir 20 kali volume induk, bukan 1 bagian induk + 20 bagian air.

Langkah:

1. $M_1V_1 = M_2V_2 \rightarrow 2{,}0 \times V_1 = 0{,}10 \times 500$.
2. $V_1 = 50 \div 2{,}0 = 25$ mL (cek: $500 \div 25 = 20$ kali).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Salah letak koma ($0{,}10 \times 500 \div 20$ dibaca 2,5).
- **B.** ✗ Jebakan: "20 kali" ditafsirkan 1 bagian induk + 20 bagian air, sehingga $500 \div 21 = 23{,}8$ mL.
- **C.** ✓ $0{,}10 \times 500 \div 2{,}0 = 25$ mL.
- **D.** ✗ Jebakan: larutan induk dianggap ditambah 500 mL air ($2{,}0V = 0{,}10(500 + V)$), padahal volume akhir di labu ukur 500 mL.
- **E.** ✗ Konsentrasi induk dibaca 1,0 M.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu yang diketahui dengan satuannya, tentukan jenis konsentrasi, lalu hitung dan cek masuk akal.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik kertas (2026) membutuhkan 250 mL larutan NaOH 0,20 M untuk analisis. Pelet NaOH di laboratorium berkadar 98% (sisanya air dan karbonat). Tika akan menimbang pelet itu, melarutkannya, lalu menepatkan volumenya dalam labu ukur 250 mL. (Mr NaOH = 40)
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa pelet yang harus ditimbang Tika adalah ....

A. 0,051 g
B. 1,96 g
C. 2,00 g
D. 2,04 g
E. 8,16 g

2. Laboratorium pengujian sebuah dinas pertanian (2027) kehabisan larutan indikator fenolftalein 1% (b/v) dalam etanol. Sari akan membuat 50 mL larutan indikator itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa fenolftalein yang harus ditimbang Sari adalah ....

A. 50 g
B. 5,0 g
C. 1,0 g
D. 0,50 g
E. 0,050 g

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kunci singkat: 1. D 2. D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa volume akhir (V_2), bukan volume air yang ditambahkan, yang dipakai pada rumus $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$?
- Mengapa massa pelet yang ditimbang selalu lebih besar daripada massa zat murni yang dibutuhkan?
- **Yang harus kuingat:** M = n ÷ V; massa = M × V × Mr; $M_1V_1 = M_2V_2$ dengan V_2 volume akhir; M pekat = 10 × ρ × % ÷ Mr; massa timbang = massa murni ÷ kadar; urutan labu ukur: timbang, larutkan, pindahkan, bilas, tepatkan, homogenkan, labeli.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-2.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator

SMKKA-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 2, larutan pereaksi, larutan standar, dan analisis sederhana) meminta kamu **menerapkan** pembuatan larutan standar dan indikator: menyebutkan jenis dan konsentrasinya, menghitung massa yang ditimbang, serta melakukan pembakuan. Levelnya penerapan dan penalaran. Soal sub bab ini termasuk yang paling sulit di Bab 2, karena satu keputusan kecil, misalnya memakai Mr hidrat atau anhidrat, mengubah seluruh hasil.

Pola soal yang sering muncul: (1) **menghitung massa** standar primer untuk volume dan konsentrasi tertentu, termasuk standar yang berupa **hidrat**; (2) **menghitung konsentrasi** titran hasil pembakuan dari massa standar primer dan volume titran, dengan **perbandingan mol** yang benar; (3) **menalar akibat** kesalahan prosedur, misalnya standar primer yang menyerap air sebelum ditimbang; (4) **memilih indikator** yang daerah perubahan warnanya cocok dengan titik akhir titrasi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan syarat standar primer, memberi contohnya, dan membedakannya dari standar sekunder;
- menghitung massa standar primer (anhidrat maupun hidrat) untuk larutan standar dengan volume dan konsentrasi yang diminta, serta menghitung konsentrasi sebenarnya dari massa yang ditimbang;
- membakukan larutan NaOH atau HCl: urutan kerja, perbandingan mol, dan perhitungan konsentrasinya;
- menyebutkan rentang pH dan perubahan warna indikator umum, memilih indikator yang cocok, dan membuat larutan indikator.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan sebuah neraca rumah tangga yang tidak pernah ditera. Setiap benda yang kamu timbang akan diberi angka, dan angka itu akan kamu percayai, padahal semuanya meleset sedikit. Larutan standar dalam titrasi berperan sebagai "anak timbangan" bagi analis: jika konsentrasinya meleset, seluruh kadar yang dihitung ikut meleset. Itulah sebabnya pembuatan larutan standar dan pembakuan diperlakukan dengan teliti, dan itulah sebabnya soal-soalnya halus.

1. Dari mana ketelitian berasal

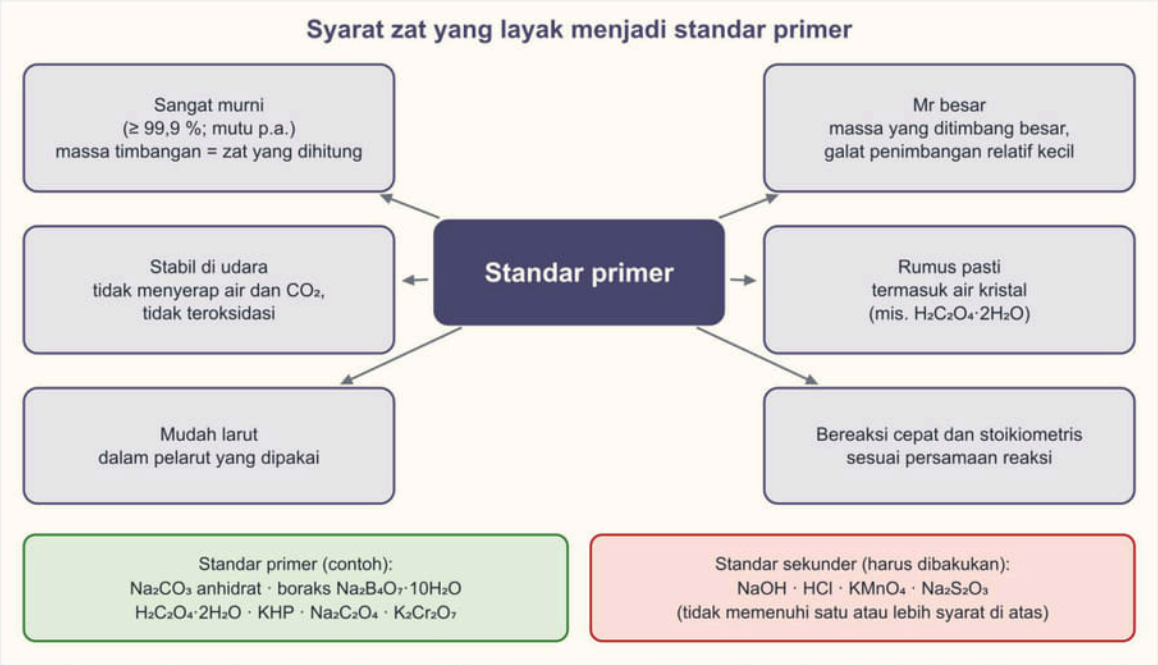
Konsentrasi suatu larutan standar harus **dapat ditelusuri**. Rantainya dimulai dari zat yang kemurniannya sangat tinggi dan diketahui, yaitu **standar primer**. Standar primer ditimbang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan neraca analitik, dilarutkan, dan dipakai untuk menentukan konsentrasi larutan lain yang tidak setelitian itu, yaitu **standar sekunder**. Larutan sekunder inilah yang kemudian dipakai untuk menitrasi sampel. Jadi ketelitian mengalir dari neraca ke standar primer, ke standar sekunder, dan akhirnya ke hasil analisis sampel.

2. Standar primer dan syaratnya

Standar primer (*primary standard*) adalah zat yang dapat ditimbang langsung untuk membuat larutan standar dengan konsentrasi yang diketahui pasti. Tidak semua zat layak. Ada beberapa syarat yang sekaligus menjadi alasan mengapa zat itu dipilih (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Syarat standar primer dan contoh standar primer serta standar sekunder. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Sangat murni.** Kemurniannya umumnya 99,9 % atau lebih (mutu *p.a.*, singkatan *pro analysis*, yaitu "untuk analisis"). Bila zatnya mengandung banyak pengotor, massa yang ditimbang tidak sama dengan massa zat yang dihitung.
2. **Stabil di udara.** Zat tidak boleh menyerap air atau CO_2 dari udara, tidak teroksidasi, dan tidak terurai. Zat yang berubah massanya selama ditimbang tidak dapat dipercaya.
3. **Mr besar.** Massa yang ditimbang menjadi besar, sehingga galat penimbangan sebesar 0,1 mg menjadi pecahan kecil dari massa itu.
4. **Rumus pasti**, termasuk jumlah air kristalnya. Rumus yang pasti memberi Mr yang pasti.
5. **Mudah larut** dalam pelarut yang dipakai.
6. **Bereaksi cepat dan stoikiometris** dengan titran, sesuai persamaan reaksi, tanpa reaksi samping.

Contoh standar primer yang umum di laboratorium SMK: **natrium karbonat anhidrat** (Na_2CO_3, Mr 106), **boraks** ($Na_2B_4O_7{\cdot}10H_2O$, Mr sekitar 381), **asam oksalat dihidrat** ($H_2C_2O_4{\cdot}2H_2O$, Mr 126), **kalium hidrogen ftalat** (*potassium hydrogen phthalate*, disingkat KHP, $C_8H_5KO_4$, Mr 204), **natrium oksalat** ($Na_2C_2O_4$, Mr 134), dan **kalium dikromat** ($K_2Cr_2O_7$, Mr sekitar 294). Natrium

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

karbonat dan KHP dipanaskan menurut SOP lalu didinginkan di desikator sebelum ditimbang; asam oksalat dihidrat **tidak** dikeringkan di oven karena air kristalnya akan hilang; kalium dikromat bersifat toksik sehingga dipakai dengan ketentuan limbah B3.

3. Standar sekunder dan mengapa harus dibakukan

Banyak larutan yang sehari-hari dipakai sebagai titran **bukan** standar primer, sehingga disebut **standar sekunder** (*secondary standard*). Konsentrasinya harus ditentukan lewat pembakuan.

- **NaOH.** Pelet NaOH menyerap air (higroskopis) dan CO_2 dari udara sehingga sebagian berubah menjadi Na_2CO_3. Kadar NaOH sebenarnya tidak pasti, dan larutannya pun terus berubah konsentrasinya selama disimpan.
- **HCl pekat.** Gas HCl mudah lepas dari larutan pekat, sehingga kadar pada label bukan angka yang dapat dipercaya sampai ke empat angka penting.
- **$KMnO_4$.** Zat ini sulit dibuat bebas dari MnO_2 dan terurai oleh cahaya serta bahan organik dalam air.
- **$Na_2S_2O_3$** (natrium tiosulfat, biasanya berupa pentahidrat). Jumlah air kristalnya tidak pasti dan larutannya perlahan terurai.

Larutan sekunder tidak dibuang. Cara menggunakannya adalah **membakukan** (*standardization*) dengan standar primer, seperti dijelaskan di bagian 6.

4. Menimbang dan menghitung massa standar primer

Menghitung massa standar primer memakai rumus yang sama dengan sub bab 2.1: **massa = M × V (liter) × Mr**. Perbedaannya ada pada ketelitian. Neraca yang dipakai neraca analitik (empat angka di belakang koma), volumenya ditepatkan di labu ukur, dan angka yang dipakai untuk menghitung konsentrasi adalah **massa yang benar-benar terbaca di neraca**, bukan massa target.

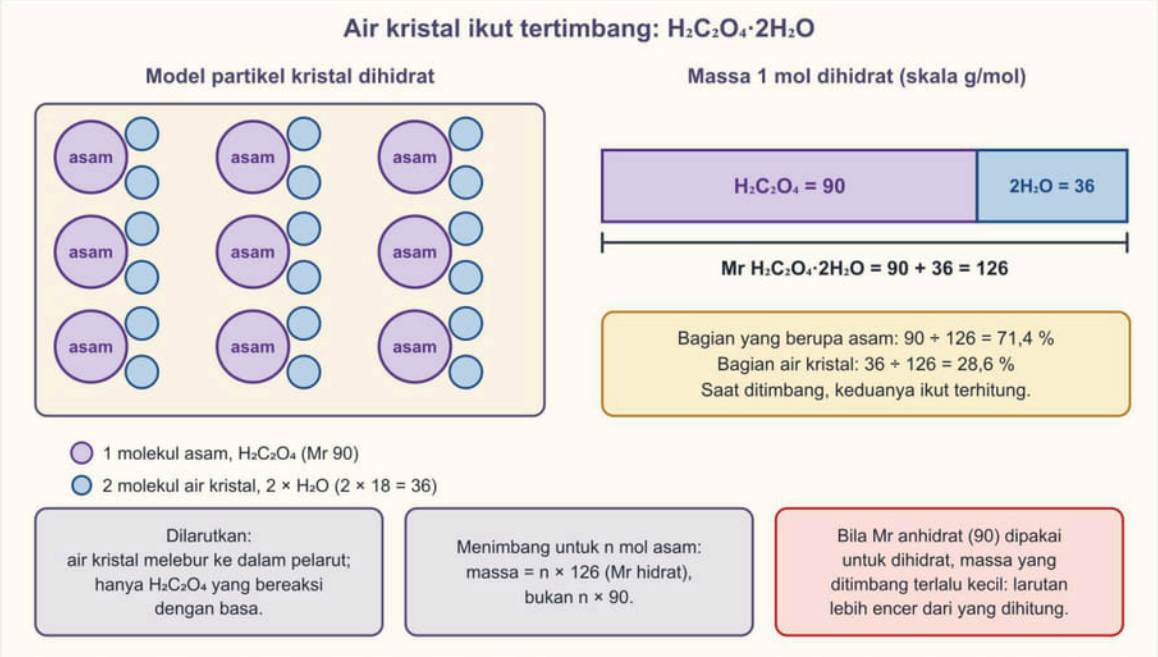
Hal terakhir ini sering mengejutkan siswa. Untuk membuat larutan 0,0400 M asam oksalat dihidrat sebanyak 100,0 mL, massa target adalah 0,0400 × 0,1000 × 126 = 0,5040 g. Menimbang tepat 0,5040 g hampir mustahil, dan tidak perlu: bila neraca terbaca 0,5063 g, analis cukup menghitung konsentrasi sebenarnya, yaitu 0,5063 ÷ (126 × 0,1000) = 0,04018 M, dan memakai angka itu pada perhitungan berikutnya. Itulah yang disebut "konsentrasi sebenarnya", dan angka inilah yang ditulis pada label.

Bahan yang menyerap air sebelum ditimbang menimbulkan galat yang arahnya perlu kamu nalar. Bila sebagian massa yang ditimbang ternyata air, maka zat standar yang sebenarnya ada lebih sedikit daripada yang dikira. Mol standar yang dihitung dari massa timbangan menjadi **lebih besar** daripada mol yang benar-benar ada, sedangkan volume titran yang terpakai mengikuti mol yang benar-benar ada, yaitu lebih kecil. Pembilang yang dibesar-besarkan dibagi volume yang sebenarnya, jadi konsentrasi titran yang dihitung **terlalu besar**. Itu sebabnya bahan higroskopis dikeringkan dan didinginkan di desikator sebelum ditimbang, dan ditimbang secara cepat dari botol yang tertutup.

5. Hidrat dan anhidrat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Banyak zat berbentuk kristal membawa **air kristal** (*water of crystallization*): molekul air yang terikat tetap di dalam kisi kristal dengan perbandingan tertentu. Zat seperti itu disebut **hidrat**. Asam oksalat yang kita timbang bukan $H_2C_2O_4$ murni, melainkan **dihidrat**, $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. Setiap molekul asam disertai dua molekul air kristal (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Model partikel kristal $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ dan komposisi massanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada tingkat partikel, air kristal ikut tertimbang karena ia bagian dari kristal, tetapi **tidak ikut menetralkan basa**. Saat kristal dilarutkan, air kristal bergabung dengan pelarut dan hanya molekul $H_2C_2O_4$ yang bereaksi. Karena itu Mr yang dipakai untuk menimbang adalah Mr **hidrat**:

$$\text{Mr } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = \text{Mr } H_2C_2O_4 + 2 \times \text{Mr } H_2O = 90 + 2 \times 18 = 126$$

Secara umum **Mr hidrat = Mr anhidrat + n × 18**, dengan n jumlah air kristal. Bagian yang berupa asam hanya 90 ÷ 126 = 71,4 % dari massa kristal. Akibat memakai Mr yang salah mudah dinalar: bila Mr anhidrat (90) dipakai untuk menghitung massa kristal dihidrat, kamu menimbang terlalu sedikit (hanya 90 g, bukan 126 g, untuk tiap mol), sehingga larutan lebih encer daripada yang dihitung. Sebaliknya, bahan yang memang **anhidrat** (misalnya Na_2CO_3 anhidrat) memakai Mr anhidratnya.

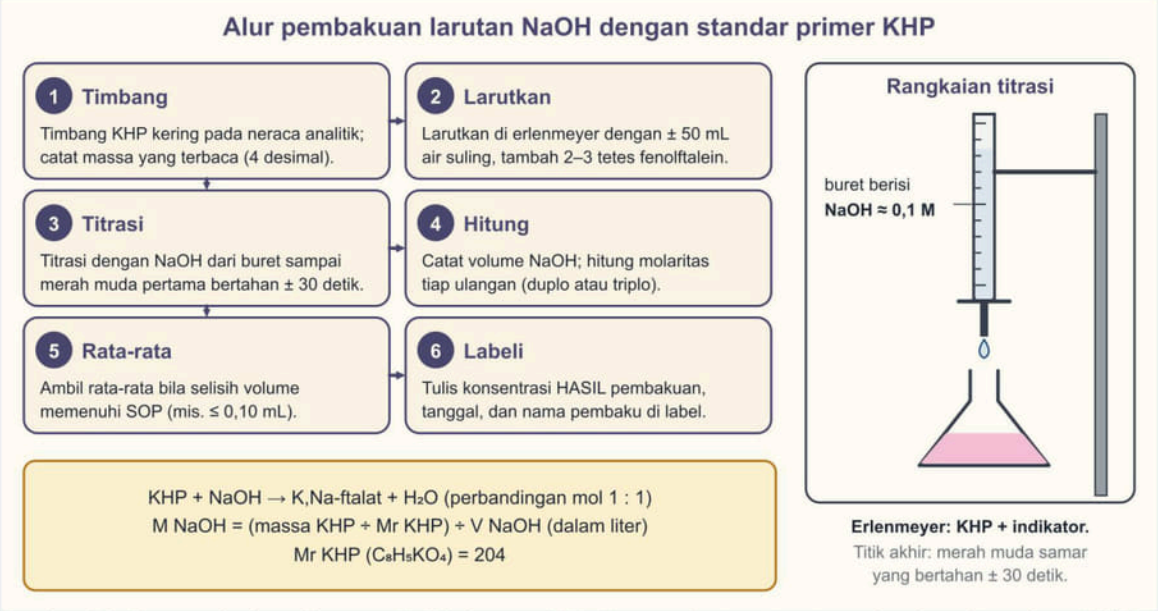
Perhatikan juga pada persamaan reaksi: **perbandingan mol** menentukan konsentrasi titran. Asam oksalat bersifat diprotik (dua H^+), sehingga $H_2C_2O_4 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2\ H_2O$. Satu mol asam oksalat menetralkan **dua** mol NaOH. Natrium karbonat bereaksi dengan HCl menurut $Na_2CO_3 + 2\ HCl \rightarrow 2\ NaCl + H_2O + CO_2$, dan boraks menurut $Na_2B_4O_7 + 2\ HCl + 5\ H_2O \rightarrow 4\ H_3BO_3 + 2\ NaCl$. Pada ketiga reaksi ini, jumlah mol titran adalah **dua kali** mol standar primer, sedangkan KHP bereaksi satu lawan satu dengan NaOH. Perbandingan itu harus dibawa ke rumus.

6. Pembakuan larutan sekunder

Pembakuan adalah menentukan konsentrasi sebenarnya larutan sekunder dengan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menitrasinya terhadap standar primer. Contoh klasik: NaOH dibakukan dengan KHP (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Alur pembakuan larutan NaOH dengan KHP dan rangkaian titrasinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

KHP bereaksi dengan NaOH satu lawan satu (perbandingan mol 1 : 1), sehingga pada titik akhir mol NaOH = mol KHP. Maka:

M NaOH = (massa KHP ÷ Mr KHP) ÷ V NaOH (liter)

Urutan kerjanya:

1. Timbang KHP kering dengan neraca analitik, catat massanya (empat angka di belakang koma), dan masukkan ke erlenmeyer.
2. Larutkan dengan sekitar 50 mL air suling dan tambahkan 2–3 tetes fenolftalein.
3. Titrasi dengan NaOH yang akan dibakukan sampai muncul warna merah muda pertama yang **bertahan sekitar 30 detik** (warna yang hilang dalam beberapa detik belum titik akhir).
4. Catat volume NaOH, hitung konsentrasi, dan ulangi minimal dua kali (duplo) atau tiga kali (triplo).
5. Hitung rata-rata bila selisih volume antar ulangan memenuhi syarat SOP, misalnya tidak lebih dari 0,10 mL. Bila tidak memenuhi, titrasi diulang.
6. Tulis konsentrasi **hasil pembakuan**, tanggal, dan nama pembaku pada label.

Ada **cara kedua** yang memakai faktor pengenceran. Standar primer ditimbang lebih banyak (misalnya 2 g), dilarutkan, dan ditepatkan dalam labu ukur, lalu hanya sebagian yang dipipet (misalnya 25,00 mL dari 100,0 mL) untuk dititrasi. Mol standar primer dalam erlenmeyer harus dikalikan **faktor pembagi** (volume pipet ÷ volume labu), sebab yang dititrasi hanya sebagian dari seluruh zat yang ditimbang. Melupakan faktor ini membuat konsentrasi titran terhitung empat kali terlalu besar pada contoh tadi, kesalahan yang besar dan sering dipasang sebagai pengecoh.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

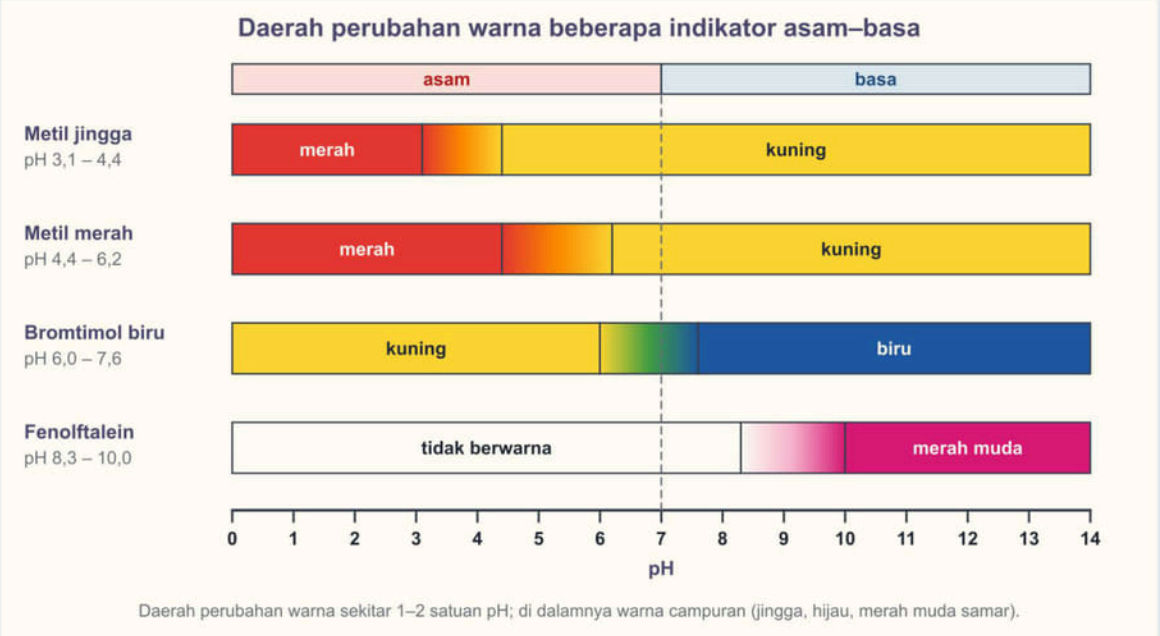
Untuk HCl, standar primer yang lazim adalah Na_2CO_3 atau boraks dengan indikator metil jingga atau metil merah. Karena Na_2CO_3 menghasilkan CO_2 yang sedikit mengasamkan larutan, banyak SOP meminta larutan dididihkan sebentar menjelang titik akhir lalu didinginkan sebelum titrasi diselesaikan. $KMnO_4$ dan $Na_2S_2O_3$ dibakukan dengan standar primer lain ($Na_2C_2O_4$ dan $K_2Cr_2O_7$ atau KIO_3) dan dibahas di sub bab 3.2.

Hasil pembakuan kadang dinyatakan sebagai **faktor koreksi** F = M sebenarnya ÷ M nominal. Untuk NaOH "0,1 M" yang konsentrasi sebenarnya 0,1017 M, F = 0,1017 ÷ 0,1000 = 1,017. Konsentrasi yang ditulis pada label adalah angka hasil pembakuan, bukan angka nominal.

Larutan NaOH disimpan dalam botol plastik (polietilena) dan ditutup rapat, karena NaOH menyerap CO_2 dari udara dan perlahan merusak kaca. Bila disimpan lama, konsentrasinya dibakukan ulang secara berkala.

7. Indikator asam–basa

Indikator adalah zat yang warnanya berubah pada daerah pH tertentu sehingga menandai **titik akhir titrasi**. Indikator asam–basa pada umumnya adalah asam lemah organik (HIn) yang warna molekulnya berbeda dari warna ion hasil ionisasinya (In^-): $HIn \rightleftharpoons H^+ + In^-$. Pada pH rendah (banyak H^+), kesetimbangan bergeser ke kiri sehingga bentuk HIn dominan dan memberi warna pertama. Pada pH tinggi (sedikit H^+), bentuk In^- dominan dan memberi warna kedua. Di antara keduanya terdapat **daerah perubahan warna** (*transition range*) yang lebarnya kira-kira satu sampai dua satuan pH, tempat kedua bentuk bercampur dan warna tampak sebagai warna antara (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Daerah perubahan warna metil jingga, metil merah, bromtimol biru, dan fenolftalein. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Indikator	Daerah perubahan warna (pH)	Warna di pH rendah → pH tinggi
Metil jingga (*methyl orange*)	3,1 – 4,4	merah → kuning
Metil merah (*methyl red*)	4,4 – 6,2	merah → kuning
Bromtimol biru, BTB (*bromothymol blue*)	6,0 – 7,6	kuning → biru (hijau di antaranya)
Fenolftalein (*phenolphthalein*)	8,2 – 10,0	tidak berwarna → merah muda

Memilih indikator. Prinsipnya: warna harus berubah **tepat di sekitar titik ekuivalen**, yaitu saat mol titran sama dengan mol zat yang dititrasi. Titik ekuivalen tidak selalu berada pada pH 7:

- **Asam kuat dititrasi basa kuat** (misalnya HCl dengan NaOH): pH titik ekuivalen = 7, dan pH berubah sangat tajam di sekitarnya. BTB paling tepat; metil merah dan fenolftalein juga dapat dipakai pada konsentrasi sekitar 0,1 M.
- **Asam lemah dititrasi basa kuat** (misalnya asam asetat dengan NaOH): garam yang terbentuk bersifat basa, sehingga titik ekuivalen berada pada pH di atas 7 (sekitar 8,7). Pilih **fenolftalein**.
- **Basa lemah dititrasi asam kuat** (misalnya NH_3 dengan HCl): garam yang terbentuk bersifat asam, titik ekuivalen berada di bawah 7 (sekitar 5,3). Pilih **metil merah** atau metil jingga.

Mengapa indikator yang salah memberi hasil keliru? Misalnya, pada titrasi asam asetat dengan NaOH dipakai metil jingga. Metil jingga sudah berubah warna pada pH sekitar 4, jauh sebelum titik ekuivalen (pH sekitar 8,7), sehingga titrasi dihentikan terlalu cepat dan volume titran lebih kecil daripada yang seharusnya. Rumus kadar akan memberi hasil yang terlalu rendah. Kurva titrasi dibahas lebih rinci pada sub bab 3.1.

Beberapa catatan praktis tentang indikator:

- **Pakai sedikit saja**, biasanya 2–3 tetes. Indikator juga asam atau basa lemah, sehingga bila dipakai banyak ia ikut menghabiskan titran dan menambah galat.
- Amati warna **di atas latar putih** (secarik kertas putih di bawah erlenmeyer) agar perubahan warna jelas.
- Titik akhir adalah **perubahan warna yang bertahan** setelah labu digoyang, bukan semburat sesaat.
- Indikator disimpan dalam botol tetes berlabel, jauh dari cahaya langsung, dan dibuat baru bila warnanya berubah atau muncul endapan.

8. Amilum, indikator khusus untuk iod

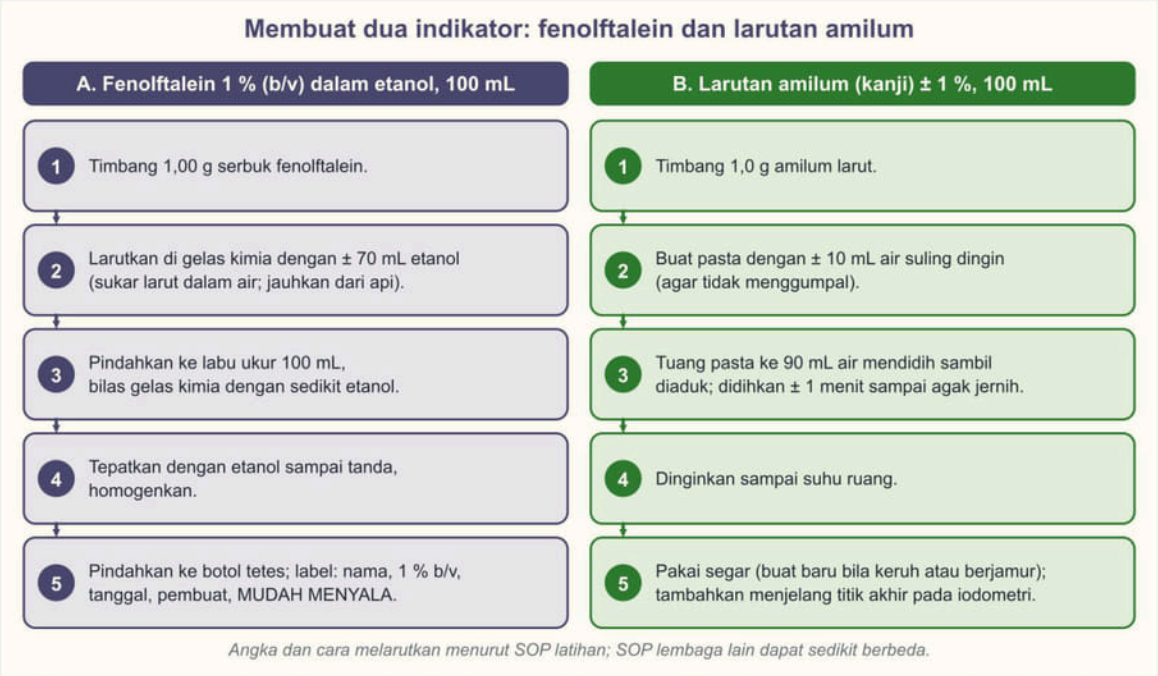
Amilum (kanji) tidak bekerja berdasarkan pH. Amilum membentuk kompleks **biru tua** dengan iod, sehingga dipakai sebagai indikator pada titrasi yang melibatkan iod (iodometri dan iodimetri, sub bab 3.2). Muncul atau hilangnya warna biru menandai titik akhir, tergantung titrasinya. Larutan amilum mudah rusak karena diuraikan mikroba, sehingga dibuat segar atau

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menurut SOP. Amilum pada iodometri baru ditambahkan menjelang titik akhir, bukan di awal, karena iod yang masih banyak terikat sangat kuat pada amilum dan sukar dilepas kembali, sehingga titik akhir menjadi tidak tajam.

9. Membuat larutan indikator

Larutan indikator dibuat dengan cara sederhana (Gambar 2.10), tetapi tiap langkah punya alasan.



Gambar 2.10 Cara membuat larutan fenolftalein 1 % dalam etanol dan larutan amilum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Fenolftalein 1 % (b/v) dalam etanol, 100 mL. Fenolftalein sukar larut dalam air sehingga pelarutnya etanol. Timbang 1,00 g serbuk fenolftalein, larutkan dengan sekitar 70 mL etanol di gelas kimia, pindahkan ke labu ukur 100 mL, bilas gelas kimia dengan sedikit etanol, tepatkan dengan etanol sampai tanda, lalu homogenkan. Karena pelarutnya etanol, larutan itu **mudah menyala**: jauhkan dari api dan beri label peringatan. Fenolftalein 1 % (b/v) artinya 1 g dalam 100 mL larutan, sama seperti persen b/v pada sub bab 2.1.

Larutan amilum, kira-kira 1 %. Timbang 1,0 g amilum larut, buat pasta dengan sedikit air suling dingin supaya tidak menggumpal, tuangkan pasta itu ke dalam sekitar 90 mL air mendidih sambil diaduk, didihkan sekitar satu menit sampai agak jernih, lalu dinginkan. Pakai larutan segar; bila keruh atau berjamur, buat baru.

Metil jingga dan metil merah umumnya dibuat sebagai larutan encer sekitar 0,1 % (misalnya 0,1 g dalam 100 mL air atau campuran etanol–air, menurut SOP). Angka dan pelarut pastinya mengikuti SOP lembagamu. Semua larutan indikator diberi label: nama, konsentrasi, pelarut, tanggal, pembuat, dan piktogram bahaya bila ada (sub bab 2.3).

Peta konsep pada akhir sub bab ini merangkum seluruh isinya (Gambar 2.11).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menimbang asam oksalat dihidrat

Pada 2026, Maya, analis sebuah balai uji, menyiapkan 100,0 mL larutan standar asam oksalat 0,0400 M dari $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ (Mr = 126). Neraca analitik terbaca 0,5063 g setelah penimbangan. Tentukan massa target, konsentrasi sebenarnya, dan akibatnya bila Mr anhidrat (90) keliru dipakai untuk menghitung massa. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa target.** mol = 0,0400 × 0,1000 = 0,00400 mol. Massa = 0,00400 × 126 = 0,5040 g (Mr hidrat, karena yang ditimbang kristal dihidrat).
2. **Konsentrasi sebenarnya.** Massa terbaca 0,5063 g, jadi M = 0,5063 ÷ (126 × 0,1000) = 0,04018 M. Angka inilah yang ditulis pada label dan dipakai dalam perhitungan.
3. **Bila Mr anhidrat dipakai keliru.** Massa yang dihitung = 0,00400 × 90 = 0,3600 g. Bila 0,3600 g kristal dihidrat ditimbang, konsentrasi sebenarnya = 0,3600 ÷ (126 × 0,1000) = 0,02857 M.
4. **Besar kesalahan.** (0,02857 − 0,0400) ÷ 0,0400 × 100 % = −28,6 %: larutan lebih encer 28,6 % daripada yang dimaksudkan.

Jawaban: massa target 0,5040 g; konsentrasi sebenarnya 0,04018 M; kekeliruan Mr membuat larutan 28,6 % terlalu encer. Cek akal sehat: 0,3600 ÷ 0,5040 = 71,4 %, sama dengan 90 ÷ 126, sehingga kesalahan itu memang sebesar bagian air kristal yang terlupa.

Contoh 2: membakukan NaOH dengan KHP (cara pipet)

Pada 2027, Raka membakukan larutan NaOH "0,1 M". Ia menimbang 2,0450 g KHP (Mr = 204), melarutkannya dalam labu ukur 100,0 mL sampai tanda, lalu memipet 25,00 mL ke erlenmeyer, menambahkan fenolftalein, dan menitrasi tiga kali. Volume NaOH: 24,65 mL; 24,70 mL; dan 24,60 mL. SOP latihan menerima selisih antar ulangan paling besar 0,10 mL. Hitung konsentrasi NaOH. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mol KHP total.** 2,0450 ÷ 204 = 0,010025 mol = 10,025 mmol dalam 100,0 mL.
2. **Mol KHP tiap erlenmeyer.** Dipipet 25,00 mL dari 100,0 mL: 10,025 × (25,00 ÷ 100,0) = 2,5061 mmol.
3. **Perbandingan 1 : 1**, jadi mol NaOH = 2,5061 mmol pada tiap titrasi.
4. **Konsentrasi tiap ulangan.** M = 2,5061 ÷ V. Ulangan 1: 2,5061 ÷ 24,65 = 0,10167 M. Ulangan 2: 2,5061 ÷ 24,70 = 0,10146 M. Ulangan 3: 2,5061 ÷ 24,60 = 0,10188 M.
5. **Cek presisi dan rata-rata.** Selisih volume terbesar 24,70 − 24,60 = 0,10 mL, memenuhi SOP. Rata-rata = (0,10167 + 0,10146 + 0,10188) ÷ 3 = 0,10167 M, ditulis 0,1017 M.

Jawaban: NaOH = 0,1017 M (F = 1,017). Cek akal sehat: nominal 0,1000 M, dan hasil pembakuan hanya 1,7 % lebih pekat, wajar bagi NaOH hasil timbangan pelet. Bila faktor pipet (25 ÷ 100) terlupa, konsentrasi terhitung 10,025 ÷ 24,65 = 0,4067 M, empat kali terlalu besar, jelas tidak masuk akal untuk titran yang dibuat sekitar 0,1 M. Bila NaOH dipakai tanpa dibakukan (dianggap 0,1000 M), kadar sampel yang dihitung akan 1,6 % terlalu rendah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 3: memilih dan membuat indikator

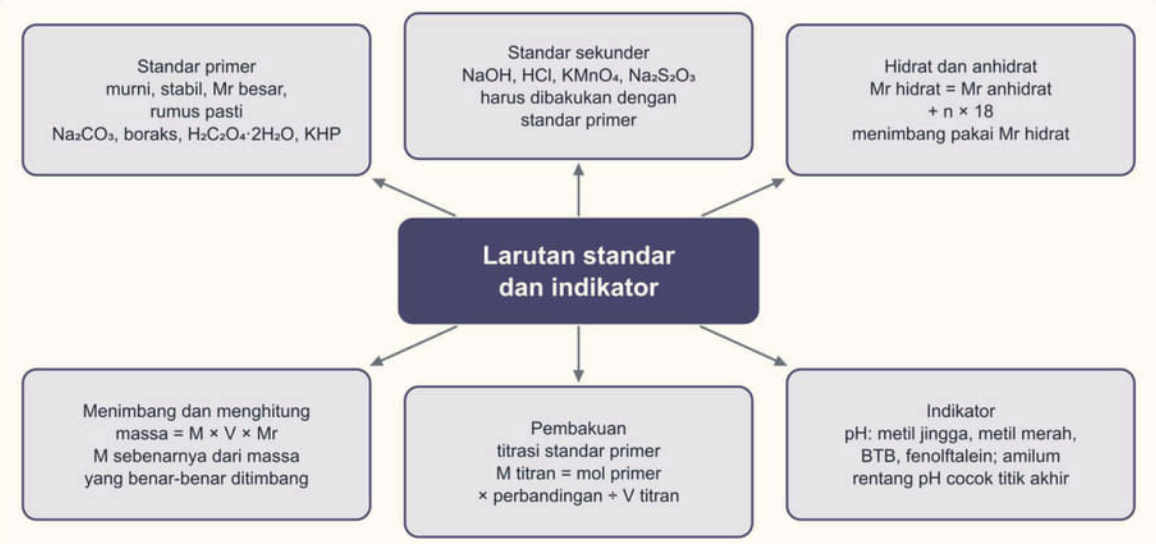
Pada 2026, Lina akan menjalankan tiga titrasi: (a) asam asetat 0,1 M dengan NaOH 0,1 M, (b) HCl 0,1 M dengan larutan NH_3 0,1 M, dan (c) HCl 0,1 M dengan NaOH 0,1 M. Ia juga harus membuat 100 mL fenolftalein 1 % (b/v) dan 50 mL fenolftalein 0,2 % dari larutan 1 % itu. Pilih indikatornya dan tulis cara membuatnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Titrasi (a).** Asam lemah + basa kuat: titik ekuivalen di pH sekitar 8,7. Fenolftalein (8,2–10,0) cocok. Metil jingga tidak cocok karena berubah warna di pH sekitar 4, jauh sebelum titik ekuivalen.
2. **Titrasi (b).** Basa lemah + asam kuat: titik ekuivalen di pH sekitar 5,3. Metil merah (4,4–6,2) cocok. Fenolftalein tidak cocok karena warna merah mudanya sudah hilang pada pH 8,2, jauh sebelum titik ekuivalen.
3. **Titrasi (c).** Asam kuat + basa kuat: titik ekuivalen pH 7. BTB (6,0–7,6) paling tepat; metil merah atau fenolftalein juga dapat dipakai pada 0,1 M.
4. **Fenolftalein 1 % (b/v), 100 mL.** Massa = 1 g per 100 mL → 1,00 g. Larutkan dalam etanol, tepatkan di labu ukur 100 mL dengan etanol.
5. **Fenolftalein 0,2 % dari 1 %, 50 mL.** $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \rightarrow 1 \times V_1 = 0{,}2 \times 50 \rightarrow V_1 = 10$ mL. Pipet 10,0 mL larutan 1 % ke labu ukur 50 mL, tepatkan dengan etanol.

Jawaban: (a) fenolftalein, (b) metil merah, (c) BTB (atau metil merah atau fenolftalein); 1,00 g untuk 100 mL larutan 1 %; 10,0 mL larutan 1 % untuk 50 mL larutan 0,2 %. Cek akal sehat: 50 mL larutan 0,2 % mengandung 0,2 × 50 ÷ 100 = 0,10 g fenolftalein, sama dengan massa dalam 10 mL larutan 1 %, yaitu 1 × 10 ÷ 100 = 0,10 g.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.11 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 2.11 Peta konsep larutan standar dan indikator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Standar primer:** sangat murni, stabil, Mr besar, rumus pasti, mudah larut, bereaksi stoikiometris (Na_2CO_3, boraks, $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, KHP). **Standar sekunder** (NaOH, HCl, $KMnO_4$, $Na_2S_2O_3$) **harus dibakukan**.
- **Menimbang:** massa = M × V × Mr; konsentrasi sebenarnya dihitung dari massa yang **benar-benar terbaca**.
- **Hidrat:** Mr hidrat = Mr anhidrat + n × 18; pakai Mr hidrat bila yang ditimbang hidrat; air kristal tidak ikut bereaksi.
- **Pembakuan:** M titran = (mol standar primer × perbandingan mol) ÷ V titran; perhatikan faktor pengenceran bila memakai pipet dari labu ukur; duplo atau triplo; label = hasil pembakuan.
- **Indikator:** memilih berdasarkan **pH titik ekuivalen**; fenolftalein (8,2–10,0), metil jingga (3,1–4,4), metil merah (4,4–6,2), BTB (6,0–7,6); amilum khusus untuk iod; pakai 2–3 tetes.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal larutan standar dan pembakuan:

1. **Tulis persamaan reaksi** dan **perbandingan mol** standar primer terhadap titran.
2. **Periksa bentuk zat**: hidrat atau anhidrat, dan pakai Mr yang sesuai.
3. **Periksa faktor pengenceran**: apakah seluruh larutan standar dititrasi atau hanya sebagian yang dipipet?
4. **Hitung dan nalar arahnya**: bila massa timbangan bertambah karena air, konsentrasi terhitung terlalu besar; bila Mr yang dipakai terlalu kecil, massa terlalu kecil.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mr anhidrat dipakai untuk hidrat** (atau sebaliknya).
- **NaOH dianggap standar primer**, padahal harus dibakukan.
- **Perbandingan mol 1 : 1 dipakai** untuk standar yang bereaksi 1 : 2 (Na_2CO_3, boraks, asam oksalat dengan NaOH).
- **Faktor pengenceran** (volume pipet ÷ volume labu) **terlupa**.
- **Indikator yang daerah warnanya jauh dari titik ekuivalen**, misalnya fenolftalein untuk basa lemah dengan asam kuat.
- **Volume yang dibagi bukan volume titran**, melainkan volume air di erlenmeyer.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menimbang 1,260 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, melarutkannya, dan menepatkan sampai 200,0 mL, lalu menghitung "0,0700 M" dengan memakai Mr 90 (1,260 ÷ 90 ÷ 0,2000 = 0,0700 M). Yang tepat adalah memakai Mr hidrat: 1,260 ÷ 126 ÷ 0,2000 = 0,0500 M. Kesalahan memilih Mr membuat konsentrasi terhitung 40 % terlalu besar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji akibat standar primer yang menyerap air sebelum ditimbang. Pakai bagian 4 (menimbang dan menghitung massa) dan nalar arah galatnya langkah demi langkah.

►. Fajar membakukan larutan HCl dengan natrium karbonat anhidrat sebagai standar primer di laboratorium sebuah pabrik minuman (2027). SOP meminta Na_2CO_3 dipanaskan pada 270 °C lalu didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang, karena Na_2CO_3 menyerap uap air dari udara. Karena terburu-buru, Fajar menimbang Na_2CO_3 langsung dari botol yang lama terbuka. Konsentrasi HCl dihitung dari massa yang ditimbang dan volume HCl yang terpakai.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang paling tepat tentang akibat kesalahan itu adalah ....

A. Konsentrasi HCl terhitung lebih kecil karena volume HCl yang terpakai menjadi lebih banyak

B. Konsentrasi HCl terhitung tidak berubah karena air yang terserap tidak bereaksi dengan HCl

C. Konsentrasi HCl terhitung lebih kecil karena massa Na_2CO_3 di perhitungan menjadi terlalu kecil

D. Konsentrasi HCl terhitung lebih besar karena air yang terserap ikut bereaksi dengan sebagian HCl

E. Konsentrasi HCl terhitung lebih besar karena mol Na_2CO_3 di perhitungan melebihi yang bereaksi

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: M HCl = (2 × mol Na_2CO_3) ÷ V HCl. Mol Na_2CO_3 dihitung dari massa timbangan ÷ Mr. Bila sebagian massa itu air, Na_2CO_3 yang benar-benar bereaksi lebih sedikit.

Langkah:

1. Massa timbangan = Na_2CO_3 + air → mol Na_2CO_3 di perhitungan lebih besar dari mol sebenarnya.
2. Volume HCl yang terpakai sesuai mol Na_2CO_3 sebenarnya (lebih sedikit).
3. Pembilang terlalu besar, penyebut sesuai kenyataan → konsentrasi HCl terhitung terlalu besar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Arah terbalik: Na_2CO_3 yang bereaksi lebih sedikit sehingga volume HCl yang terpakai justru lebih kecil.

• **B.** ✗ Jebakan: air memang tidak bereaksi, tetapi massa air ikut terhitung sebagai Na_2CO_3 sehingga hasilnya berubah.

• **C.** ✗ Massa yang dimasukkan ke perhitungan justru terlalu besar dibandingkan Na_2CO_3 yang ada.

• **D.** ✗ Jebakan: arahnya benar (lebih besar), tetapi alasannya salah; air tidak menetralkan HCl.

• **E.** ✓ Mol Na_2CO_3 di perhitungan (dari massa yang mengandung air) lebih besar daripada mol yang bereaksi, sehingga konsentrasi terhitung terlalu besar.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis persamaan reaksi dan perbandingan mol, pastikan bentuk zat (hidrat atau anhidrat), lalu hitung dengan satuan yang benar.

1. Laboratorium sebuah pabrik tekstil (2027) akan membakukan larutan NaOH dengan larutan standar primer asam oksalat 0,0500 M sebanyak 250,0 mL. Padatan yang tersedia di botol berlabel "asam oksalat dihidrat, $H_2C_2O_4{\cdot}2H_2O$, p.a." (Mr $H_2C_2O_4$ = 90; Mr $H_2C_2O_4{\cdot}2H_2O$ = 126). Rudi akan menimbang padatan itu, melarutkannya, lalu menepatkannya dalam labu ukur 250 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa padatan yang harus ditimbang Rudi adalah ....

A. 0,563 g
B. 0,788 g
C. 1,125 g
D. 1,575 g
E. 6,30 g

2. Laboratorium mutu sebuah pabrik keramik (2026) membakukan larutan HCl. Hendra menimbang 0,3814 g boraks, $Na_2B_4O_7{\cdot}10H_2O$ (Mr = 381,4; Mr bentuk anhidrat = 201,2), melarutkannya langsung di erlenmeyer dengan sekitar 50 mL air suling, menambahkan indikator metil merah, lalu menitrasinya dengan HCl sampai titik akhir. Volume HCl yang terpakai 20,00 mL. Reaksi: $Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \rightarrow 4H_3BO_3 + 2NaCl$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi HCl hasil pembakuan adalah ....

A. 0,0400 M
B. 0,0500 M
C. 0,0948 M
D. 0,1000 M
E. 0,1896 M

Kunci singkat: 1. D 2. D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa konsentrasi larutan standar primer dihitung dari massa yang benar-benar terbaca di neraca, bukan dari massa target?
- Mengapa fenolftalein tidak cocok untuk menitrasi larutan NH_3 dengan HCl?
- **Yang harus kuingat:** standar primer murni, stabil, Mr besar, rumus pasti; NaOH, HCl, $KMnO_4$, dan $Na_2S_2O_3$ harus dibakukan; massa = M × V × Mr dengan Mr hidrat bila yang ditimbang hidrat; M titran = mol standar × perbandingan ÷ V titran (periksa faktor pipet); pilih indikator menurut pH titik ekuivalen.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-2.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram

SMKKA-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 2, larutan pereaksi, larutan standar, dan analisis sederhana) meminta kamu **menerapkan** pelabelan dan penyimpanan larutan menurut tanda bahaya atau piktogram. Levelnya penerapan dengan sedikit penalaran: kamu membaca label atau gambar, menafsirkan piktogramnya, lalu memutuskan tindakan yang aman, mulai dari mengisi label, memilih wadah, sampai menentukan tempat simpan.

Pola soal yang sering muncul: (1) **gambar label** botol dengan beberapa piktogram, lalu kamu menentukan tempat penyimpanan tiap bahan; (2) **label botol larutan kerja** yang belum lengkap, dan kamu menyebutkan bagian apa yang masih kurang; (3) **memilih wadah** untuk larutan peka cahaya atau larutan basa kuat; (4) **kecocokan simpan**: bahan mana yang tidak boleh berdampingan. Soal jenis ini umumnya berbentuk pilihan ganda kompleks (MCMA), dengan beberapa pernyataan yang harus diperiksa satu per satu.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan sembilan piktogram GHS dan artinya, serta membedakan kata sinyal "Bahaya" dan "Peringatan";
- mengisi label larutan kerja dengan informasi minimal yang diminta SOP;
- memilih wadah yang tepat (kaca bening, kaca cokelat, atau plastik) menurut sifat larutan;
- menentukan tempat dan cara simpan serta kecocokan antarbahan menurut piktogramnya.

Educational Institutions

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan kamu masuk ke ruang penyimpanan ketika terjadi tumpahan, dan botol di dekat tumpahan itu hanya bertuliskan "larutan A". Kamu tidak tahu apakah isinya asam, basa, pelarut yang mudah menyala, atau racun. Saat itu satu-satunya sumber informasi tentang botol itu adalah **labelnya**. Karena itu, label bukan urusan administrasi, melainkan bagian dari K3 (keselamatan dan kesehatan kerja). Label yang benar membuat siapa pun, termasuk orang yang tidak ikut membuat larutan itu, tahu apa isinya, seberapa berbahaya, dan bagaimana memperlakukannya.

1. GHS: bahasa bahaya yang sama di seluruh dunia

Dahulu tiap negara dan pabrik memakai tanda bahaya yang berbeda. Agar lebih mudah dipahami, PBB menyusun **GHS** (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*), yaitu sistem global untuk menggolongkan dan melabeli bahan kimia. Indonesia

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mengadopsi sistem ini dalam peraturan tentang bahan kimia, sehingga botol bahan kimia dari pabrik di laboratorium SMK memuat tanda GHS. Label GHS yang lengkap mempunyai enam unsur:

1. **Pengenal produk**: nama kimia dan nomor identitas.
2. **Piktogram**: gambar hitam dalam belah ketupat bertepi merah (bagian 2).
3. **Kata sinyal** (*signal word*): "BAHAYA" atau "PERINGATAN" (bagian 3).
4. **Pernyataan bahaya** (*hazard statement*, kode H): kalimat singkat tentang sifat bahayanya, misalnya H225 "cairan dan uap sangat mudah menyala" atau H314 "menyebabkan luka bakar kulit yang parah dan kerusakan mata".
5. **Pernyataan kehati-hatian** (*precautionary statement*, kode P): tindakan yang dianjurkan, misalnya P210 "jauhkan dari panas dan percikan api" atau P280 "kenakan sarung tangan dan pelindung mata".
6. **Identitas pemasok**: nama dan alamat pembuat atau pengimpor.

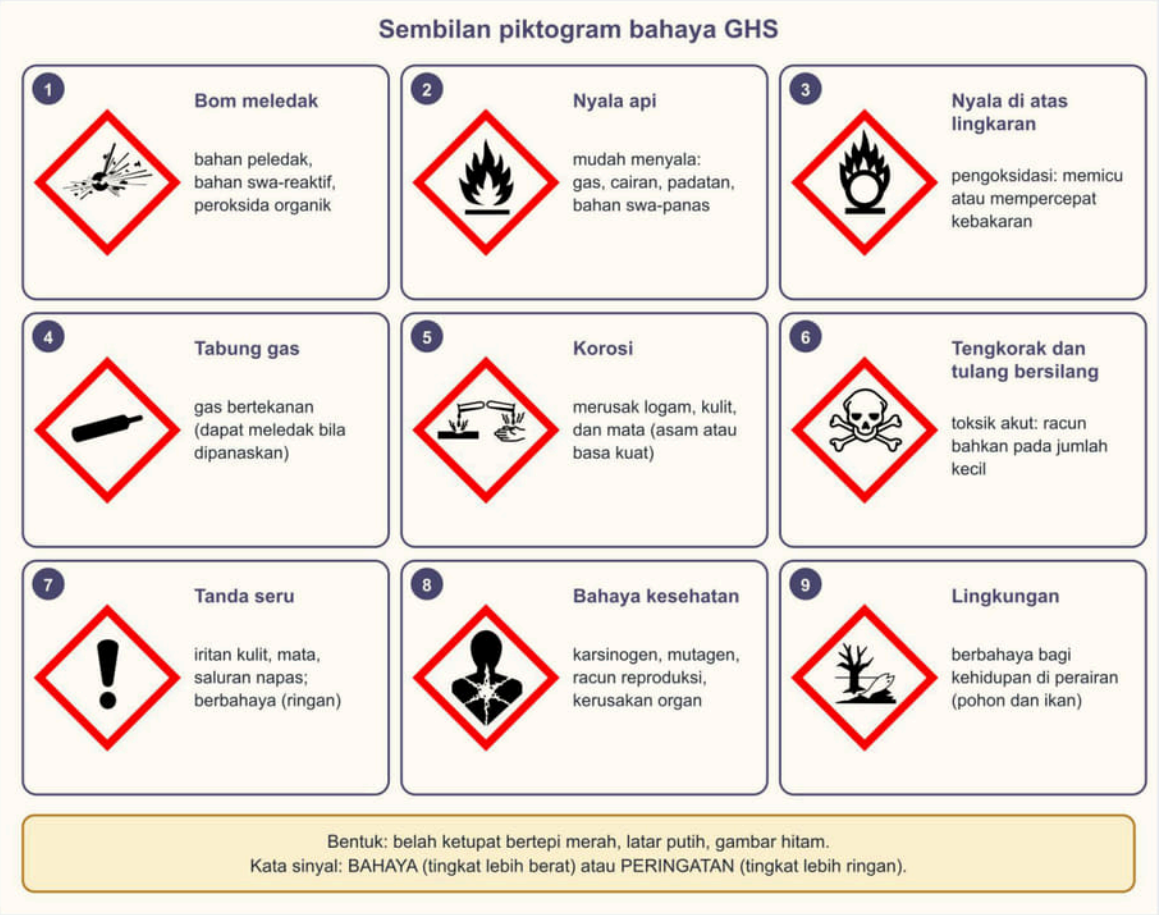
Informasi lebih lengkap terdapat pada **lembar data keselamatan** (SDS, *Safety Data Sheet*, sub bab 1.1). Untuk urusan penyimpanan, dua bagian SDS yang paling penting adalah bagian 7 (penanganan dan penyimpanan) dan bagian 10 (kestabilan dan reaktivitas).

2. Sembilan piktogram

Gambar 2.12 memperlihatkan sembilan piktogram GHS. Hafalkan bukan hanya gambarnya, melainkan **makna bahayanya**, sebab soal biasanya menanyakan tindakan, bukan nama gambar.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.12 Sembilan piktogram bahaya GHS dan artinya. Sumber: piktogram GHS (domain publik) melalui Wikimedia Commons; disusun dan diberi label Indonesia oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Bom meledak**: bahan peledak, bahan swa-reaktif, dan peroksida organik tertentu.
- **Nyala api**: bahan mudah menyala (cairan seperti etanol dan aseton, gas, padatan, dan bahan yang memanas sendiri).
- **Nyala di atas lingkaran**: **pengoksidasi** (*oxidizer*), yaitu bahan yang menyediakan oksigen atau menarik elektron sehingga membuat bahan lain terbakar lebih mudah. Contohnya $KMnO_4$ dan $AgNO_3$ padat (bahan yang sama sering juga membawa piktogram lain, misalnya korosi atau lingkungan; selalu baca SDS-nya). Piktogram ini tidak sama dengan nyala api biasa. Nyala api berarti bahan itu sendiri mudah terbakar; nyala di atas lingkaran berarti bahan itu **memicu** kebakaran bahan lain.
- **Tabung gas**: gas bertekanan yang dapat meledak bila dipanaskan.
- **Korosi** (tabung meneteskan cairan ke tangan dan lempeng logam): bahan korosif, yang merusak kulit, mata, dan logam. Asam pekat dan basa kuat termasuk di sini.
- **Tengkorak dan tulang bersilang**: toksik akut, yaitu racun yang dapat mematikan atau mengganggu serius pada jumlah kecil.
- **Tanda seru**: iritan kulit, mata, dan saluran napas, serta bahan yang berbahaya pada tingkat yang lebih ringan.
- **Bahaya kesehatan** (siluet dada dengan bintang): bahaya jangka panjang, misalnya karsinogen, mutagen, racun bagi reproduksi, atau kerusakan organ sasaran.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Lingkungan** (pohon dan ikan): berbahaya bagi kehidupan di perairan. Larutan yang mengandung logam seperti perak, atau kromat, tidak dibuang ke wastafel, melainkan dikumpulkan sebagai limbah.

Dua hal perlu kamu catat. **Pertama, satu bahan dapat membawa beberapa piktogram sekaligus**, sehingga semuanya diperhatikan. Misalnya metanol memiliki piktogram nyala api, tengkorak, dan bahaya kesehatan. **Kedua, tidak adanya piktogram tertentu tidak berarti aman.** Tidak ada tengkorak bukan berarti boleh dibuang ke wastafel; bahan itu mungkin berbahaya bagi lingkungan, dan itu ditunjukkan oleh piktogram lain.

3. Kata sinyal

Kata sinyal menunjukkan **tingkat** bahaya: **BAHAYA** (*Danger*) dipakai untuk bahaya yang lebih berat, dan **PERINGATAN** (*Warning*) untuk yang lebih ringan. Kata sinyal ditentukan oleh **tingkat bahaya bahannya**, bukan oleh volume botolnya. HCl pekat tetap "BAHAYA" baik di botol stok 2,5 liter maupun di botol kerja 100 mL. Bahan dengan tingkat bahaya rendah mungkin tidak memakai kata sinyal sama sekali.

Klasifikasi bahaya juga bergantung pada **konsentrasi**. Larutan HCl 0,1 M jauh lebih encer daripada HCl pekat dan pada banyak SDS tidak diklasifikasikan sebagai korosif, sedangkan HCl pekat jelas korosif. Karena itu piktogram dan kata sinyal untuk larutan kerja diambil dari **SDS larutan itu pada konsentrasi yang dipakai**, atau dari ketentuan SOP laboratorium, bukan ditebak.

4. Label larutan kerja

Botol bahan dari pabrik memiliki label lengkap. Tetapi larutan yang dibuat sendiri di laboratorium, misalnya larutan kerja dan larutan standar, berada dalam **wadah sekunder** yang labelnya harus kamu buat sendiri. Isi minimal label (menurut SOP latihan) tampak pada Gambar 2.13.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.13 Contoh isi label botol larutan kerja dengan bagian yang wajib diisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; piktogram: domain publik melalui Wikimedia Commons.

1. **Nama larutan dan rumus kimianya**, supaya tidak tertukar dengan larutan lain.
2. **Konsentrasi dengan satuannya**. Untuk larutan standar, tulis konsentrasi **hasil pembakuan** (sub bab 2.2), bukan angka nominal.
3. **Tanggal pembuatan.**
4. **Pembuat**, cukup nama atau inisial, agar dapat ditelusuri bila ada pertanyaan.
5. **Masa pakai atau tanggal kedaluwarsa** menurut SOP, bersama rujukan buku catatan bila ada.
6. **Piktogram bahaya** yang sesuai.
7. **Kata sinyal** dan, bila perlu, pernyataan bahaya.

Larutan campuran memuat nama tiap komponen utamanya. Label ditulis dengan tinta atau pencetak label yang tahan air dan tahan pelarut, ditempel di badan botol (bukan di tutupnya, karena tutup mudah tertukar), dan **tidak menutupi** label pabrik pada botol bekas wadah asli. Label yang rusak atau tidak terbaca diganti, bukan ditebak-tebak. Botol yang tidak berlabel diperlakukan sebagai bahan tidak dikenal dan diserahkan kepada penanggung jawab laboratorium untuk dikelola sebagai limbah.

Pemakaian sehari-hari juga punya aturan. **Sisa larutan tidak dituang kembali ke botol stok**, karena larutan yang sudah keluar dapat tercemar dan mencemari seluruh isi botol stok. Larutan dituang secukupnya ke gelas kimia, dan sisanya diperlakukan sebagai limbah atau dipakai ulang menurut SOP. Bila menuang, **posisikan label menghadap telapak tangan** agar tetesan tidak merusak label. Pindahkan cairan memakai corong, pipet dengan pompa pipet, atau pompa botol, dan jangan memipet dengan mulut.

5. Memilih wadah

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Wadah bukan sekadar tempat. Bahan wadah dan warnanya ikut menentukan apakah larutan awet atau cepat rusak (Gambar 2.14).



Larutan	Wadah yang tepat	Alasan
$AgNO_3$, $KMnO_4$	kaca cokelat	cahaya menguraikan larutan
Iodin (I_2 dalam KI)	kaca cokelat, tutup kaca	iodin menguap dan merusak karet
NaOH, KOH	plastik PE atau kaca bertutup karet/plastik	basa kuat merekatkan tutup kaca asah
HF (bila ada)	plastik (PE)	menyerang kaca
Asam dan garam biasa	kaca bening bertutup ulir	tidak peka cahaya
Bahan apa pun	**JANGAN botol bekas minuman**	**orang lain dapat meminumnya**

Gambar 2.14 Wadah untuk larutan peka cahaya dan larutan basa kuat, beserta tabel pemilihan wadah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Larutan peka cahaya disimpan di **botol kaca cokelat** (amber). Cahaya, terutama cahaya ultraviolet, memberi energi yang menguraikan zat tertentu. Larutan $AgNO_3$ yang terkena cahaya perlahan membentuk endapan perak yang gelap, sehingga konsentrasi Ag^+ turun. Larutan $KMnO_4$ terurai menjadi endapan MnO_2 cokelat, dan larutan iodin menguap serta berubah. Botol cokelat menyaring cahaya itu sehingga larutan lebih awet. Larutan iodin dan $KMnO_4$ juga merusak atau dirusak oleh bahan organik, sehingga tutupnya dari kaca atau plastik, bukan karet atau gabus (iodin menyerang karet, dan $KMnO_4$ direduksi oleh gabus).

Larutan basa kuat seperti NaOH dan KOH disimpan di **botol plastik** (misalnya polietilena, PE) dengan tutup ulir plastik. Basa kuat perlahan melarutkan kaca dan, lebih cepat lagi, **merekatkan tutup kaca asah** pada botolnya sehingga botol tidak dapat dibuka tanpa dirusak. Botol kaca dengan tutup karet atau plastik masih dapat dipakai, tetapi tutup kaca asah tidak. **Asam fluorida** (HF) menyerang kaca, sehingga HF hanya boleh disimpan di botol plastik (bahan ini sangat berbahaya dan hampir tidak dipakai di laboratorium sekolah).

Larutan asam dan garam yang biasa dipakai (HCl, NaCl, dan sejenisnya) aman di **botol kaca bening bertutup ulir**. Yang selalu dilarang adalah **botol bekas minuman atau makanan**: orang lain dapat mengira isinya aman diminum, dan label asli botol itu menyesatkan. Cukup satu orang yang salah minum untuk menimbulkan kecelakaan serius.

6. Kecocokan simpan

Beberapa bahan menghasilkan panas, api, atau gas beracun bila bertemu. Karena itu bahan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dikelompokkan menurut sifat bahayanya dan kelompok yang tidak cocok dijauhkan satu sama lain. Pedoman umum untuk lima kelompok yang paling sering ditemui ada pada Gambar 2.15.

Kecocokan simpan: kelompok mana yang boleh berdekatan?

	Pelarut mudah menyala	Pengoksidasi ($KMnO_4$, hipoklorit)	Asam	Basa ($NaOH$, NH_3)	Sianida atau sulfida
Pelarut mudah menyala	boleh, satu lemari	kebakaran	lemari terpisah	lemari terpisah	lemari terpisah
Pengoksidasi ($KMnO_4$, hipoklorit)	kebakaran	boleh, satu rak	gas beracun (mis. klor)	hipoklorit + amonia: kloramin	reaksi hebat
Asam	lemari terpisah	gas beracun (mis. klor)	boleh, satu rak	panas dan percikan	gas beracun (HCN, H_2S)
Basa ($NaOH$, NH_3)	lemari terpisah	hipoklorit + amonia: kloramin	panas dan percikan	boleh, satu rak	relatif aman; ikuti SDS
Sianida atau sulfida	lemari terpisah	reaksi hebat	gas beracun (HCN, H_2S)	relatif aman; ikuti SDS	boleh, satu rak

pisahkan (akibat tertera) hati-hati, jangan berdekatan boleh berdekatan

Pedoman umum. Kecocokan sebenarnya mengikuti SDS bagian 7 (penanganan dan penyimpanan) dan bagian 10 (kestabilan dan reaktivitas).

Gambar 2.15 Matriks kecocokan simpan lima kelompok bahan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Pelarut mudah menyala** (etanol, aseton) disimpan di **lemari bahan mudah menyala**, yang dapat dikunci dan jauh dari sumber api, panas, dan pengoksidasi. Pengoksidasi di dekat bahan mudah menyala dapat memicu kebakaran besar.
- **Pengoksidasi** ($KMnO_4$, $AgNO_3$ padat, asam nitrat pekat, dan secara kimia juga hipoklorit atau pemutih) di **rak tersendiri**, jauh dari bahan mudah menyala dan bahan pereduksi. Larutan hipoklorit sering berpiktogram korosi dan lingkungan, bukan nyala di atas lingkaran, tetapi sifat pengoksidasinya tetap diperhatikan; cek SDS-nya.
- **Asam pekat dan basa pekat** disimpan di rak bawah dengan baki penampung, **dipisahkan satu sama lain**. Bila botol pecah dan keduanya bertemu, terjadi panas dan percikan. Asam juga dijauhkan dari pengoksidasi: HCl pekat bertemu $KMnO_4$ atau hipoklorit melepaskan gas klor yang beracun.
- **Sianida dan sulfida** adalah racun yang bila bertemu asam melepaskan gas beracun (HCN dan H_2S). Karena itu keduanya tidak pernah berdampingan dengan asam, dan disimpan terkunci.
- **Hipoklorit** (pemutih) tidak boleh bertemu **amonia** karena membentuk kloramin yang beracun.

Tanda "boleh berdekatan" pada Gambar 2.15 bukan izin menaruh sembarangan. Kecocokan sebenarnya selalu dicek pada SDS bagian 7 dan 10.

7. Tata kelola tempat simpan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Ada beberapa aturan umum yang berlaku untuk semua larutan:

- **Rak bawah untuk botol berat atau korosif.** Botol yang jatuh dari rak atas akan pecah dan isinya mengenai wajah. Botol tidak disimpan di atas ketinggian mata.
- **Baki penampung** (*secondary containment*) di bawah botol korosif agar bocoran atau tumpahan tertampung.
- **Lemari asam** untuk bahan yang menguap dan berbau tajam, seperti asam pekat dan amonia, bila tidak dapat dibuka di ruang terbuka.
- **Dikunci** untuk bahan toksik akut dan bahan yang mudah menyala dalam jumlah di atas batas SOP (sub bab 1.1).
- **Jauh dari panas dan cahaya matahari langsung**, tertutup rapat, dan tidak di meja kerja.
- **Inventaris**: daftar yang mencatat nama bahan, tanggal diterima, tanggal dibuka, dan jumlahnya. Bahan yang lebih dulu masuk dipakai lebih dulu (*first in, first out*).
- **Masa pakai.** Larutan yang keruh, berubah warna, berjamur, atau sudah lewat tanggal berlaku dibuang sebagai limbah, bukan dipakai.
- **Limbah juga diberi label**: tulisan "LIMBAH", isinya (misalnya "limbah mengandung perak"), tanggal, dan penanggung jawab. Limbah dikumpulkan di jeriken limbah sesuai kelompoknya.

8. Membaca label pada soal

Saat melihat gambar label atau daftar bahan, kerjakan urutan ini: (1) **catat semua piktogram** pada tiap bahan, karena bisa lebih dari satu; (2) **tulis artinya** (api = mudah menyala, nyala di atas lingkaran = pengoksidasi, dan seterusnya); (3) **cocokkan dengan aturan SOP pada soal**, satu aturan untuk satu bahan; (4) **periksa kelengkapan label** satu per satu (nama, konsentrasi, tanggal, pembuat, piktogram), dan baca gambar dengan teliti agar tidak menyatakan sesuatu "belum ada" padahal sudah tertulis.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: mengisi label larutan kerja

Pada 2026, Rina Putri (inisial R.P.) membuat larutan kerja NaOH 2,00 M pada 20-10-2026 di laboratorium *teaching factory* sebuah SMK. SDS latihan menyebut larutan ini: piktogram korosi, kata sinyal BAHAYA, pernyataan bahaya H290 (dapat korosif terhadap logam) dan H314 (menyebabkan luka bakar kulit yang parah dan kerusakan mata). SOP latihan menetapkan masa pakai 3 bulan. Lengkapi labelnya dan pilih wadahnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Nama dan rumus.** Natrium hidroksida (NaOH), larutan kerja.
2. **Konsentrasi.** 2,00 M dalam air suling (sama dengan 8 % b/v).
3. **Tanggal dan pembuat.** Dibuat 20-10-2026 oleh R.P.
4. **Masa pakai.** 3 bulan dari 20-10-2026, jadi berlaku sampai 20-01-2027.
5. **Piktogram dan kata sinyal.** Piktogram korosi; BAHAYA; H290 dan H314.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. **Wadah dan tempat.** NaOH adalah basa kuat, jadi botol plastik PE bertutup ulir plastik (bukan kaca bertutup asah), disimpan di rak bawah dengan baki penampung dan terpisah dari asam.

Jawaban: label memuat nama dan rumus, konsentrasi, tanggal, pembuat, masa pakai, piktogram, dan kata sinyal (tujuh butir pada Gambar 2.13), dan wadahnya botol plastik. Cek akal sehat: ketujuh butir terisi, konsentrasi sudah bersatuan, dan tanggal berlaku sudah dihitung dari masa pakai. Bila wadahnya botol kaca bertutup asah, tutup akan merekat dan botol sulit dibuka.

Contoh 2: menata delapan bahan di empat tempat

Pada 2027, Bayu menerima delapan bahan untuk gudang laboratorium SMK-nya: etanol, aseton, HCl pekat, H_2SO_4 pekat, NaOH pelet, $KMnO_4$ padat, $AgNO_3$ padat, dan larutan pemutih (NaOCl). Tempat yang tersedia: lemari bahan mudah menyala, rak asam, rak basa, dan rak pengoksidasi. Tentukan penempatannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Kelompokkan menurut bahaya.** Mudah menyala: etanol, aseton. Asam pekat: HCl, H_2SO_4. Basa: NaOH. Pengoksidasi: $KMnO_4$, $AgNO_3$, NaOCl.
2. **Lemari bahan mudah menyala:** etanol dan aseton, terkunci, jauh dari sumber api.
3. **Rak asam (rak bawah, baki):** HCl pekat dan H_2SO_4 pekat. Rak ini harus berjauhan dengan rak pengoksidasi karena HCl + $KMnO_4$ atau NaOCl melepaskan klor.
4. **Rak basa (rak bawah, baki):** NaOH pelet dalam wadah tertutup rapat (menyerap air dan CO_2), terpisah dari rak asam.
5. **Rak pengoksidasi:** $KMnO_4$, $AgNO_3$ (dalam botol gelap), dan NaOCl, jauh dari lemari bahan mudah menyala dan dari rak asam.

Jawaban: 2 bahan di lemari mudah menyala, 2 di rak asam, 1 di rak basa, 3 di rak pengoksidasi. Cek akal sehat: tiap tempat hanya berisi satu kelompok bahaya, dan tidak ada pasangan yang saling berbahaya berada satu rak: asam dan pengoksidasi terpisah, mudah menyala dan pengoksidasi terpisah.

Contoh 3: memilih wadah

Pada 2027, Lestari harus memilih wadah untuk lima larutan kerja: (a) $AgNO_3$ 0,05 M, (b) NaOH 0,1 M, (c) $KMnO_4$ 0,02 M, (d) larutan iodin 0,05 M, dan (e) HCl 0,1 M. Tentukan wadah dan alasannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

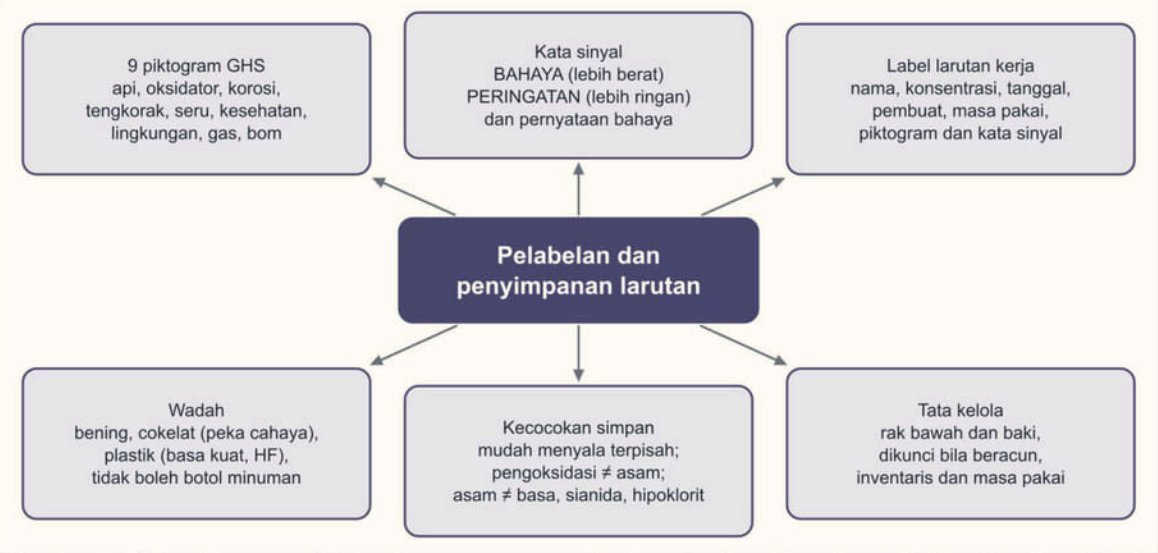
1. **(a) $AgNO_3$ 0,05 M:** botol kaca cokelat, karena Ag^+ peka cahaya (menjadi endapan perak gelap bila terkena cahaya).
2. **(b) NaOH 0,1 M:** botol plastik PE bertutup ulir plastik, karena basa melarutkan kaca perlahan dan merekatkan tutup kaca asah.
3. **(c) $KMnO_4$ 0,02 M:** botol kaca cokelat bertutup kaca atau plastik (bukan gabus), karena larutan terurai oleh cahaya dan oleh bahan organik.
4. **(d) Larutan iodin 0,05 M:** botol kaca cokelat bertutup kaca, karena iodin peka cahaya, mudah menguap, dan merusak karet.
5. **(e) HCl 0,1 M:** botol kaca bening bertutup ulir sudah cukup; tidak peka cahaya dan tidak menyerang kaca.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: (a) dan (c) kaca cokelat, (b) plastik PE, (d) kaca cokelat bertutup kaca, (e) kaca bening. Cek akal sehat: tiga dari lima larutan peka cahaya sehingga memakai botol cokelat; satu-satunya yang memakai plastik adalah basa kuat; dan tidak ada yang memakai botol bekas minuman.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.16 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 2.16 Peta konsep pelabelan dan penyimpanan larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Sembilan piktogram GHS:** bom, nyala api (mudah menyala), nyala di atas lingkaran (pengoksidasi), tabung gas, korosi, tengkorak (toksik akut), tanda seru (iritan), bahaya kesehatan, lingkungan.
- **Kata sinyal:** BAHAYA (lebih berat) dan PERINGATAN (lebih ringan), ditentukan oleh tingkat bahaya bahan, bukan volume botol.
- **Label larutan kerja:** nama dan rumus, konsentrasi (hasil pembakuan), tanggal, pembuat, masa pakai, piktogram, dan kata sinyal.
- **Wadah:** peka cahaya ($AgNO_3$, $KMnO_4$, iodin) di kaca cokelat; basa kuat dan HF di plastik; tidak boleh botol bekas minuman.
- **Kecocokan simpan:** mudah menyala terpisah di lemari khusus; pengoksidasi terpisah dari asam; asam terpisah dari basa, sianida, dan hipoklorit.
- **Tata kelola:** rak bawah dan baki, dikunci bila beracun, inventaris, masa pakai, limbah berlabel; sisa tidak dituang kembali ke botol stok.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pelabelan dan penyimpanan:

1. **Catat piktogram tiap bahan** (bisa lebih dari satu) dan tulis maknanya.
2. **Cocokkan dengan aturan SOP** yang diberikan pada soal, satu aturan satu bahan.
3. **Periksa kelengkapan label** satu per satu dan baca gambar dengan teliti.
4. **Periksa wadah dan tutup**: peka cahaya, basa kuat, dan bahan lain yang menyerang kaca atau karet.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Dua piktogram yang mirip dianggap sama.** Nyala api dan nyala di atas lingkaran berbeda: pengoksidasi tidak disimpan bersama bahan mudah menyala.
- **"Tidak ada tengkorak berarti aman"**, padahal bahan itu mungkin berbahaya bagi lingkungan.
- **Pemutih disimpan di samping asam pekat**, padahal keduanya melepaskan gas klor bila bertemu.
- **Label tanpa tanggal atau pembuat** dianggap cukup bila nama dan konsentrasinya ada.
- **Larutan peka cahaya di botol bening**, atau **basa kuat di botol kaca bertutup asah**.
- **Botol bekas minuman** dipakai karena "bersih dan tersedia".
- **Kata sinyal diturunkan karena volume botol kecil.**

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menemukan botol kaca berlabel "$KMnO_4$ 0,02 M, 14-10-2026, piktogram nyala di atas lingkaran", dan menaruhnya di lemari bahan mudah menyala karena "gambarnya ada nyala api". Yang tepat: piktogram itu menandai pengoksidasi, sehingga botol disimpan di rak pengoksidasi, jauh dari lemari bahan mudah menyala.

NEXT LEVEL STUDY

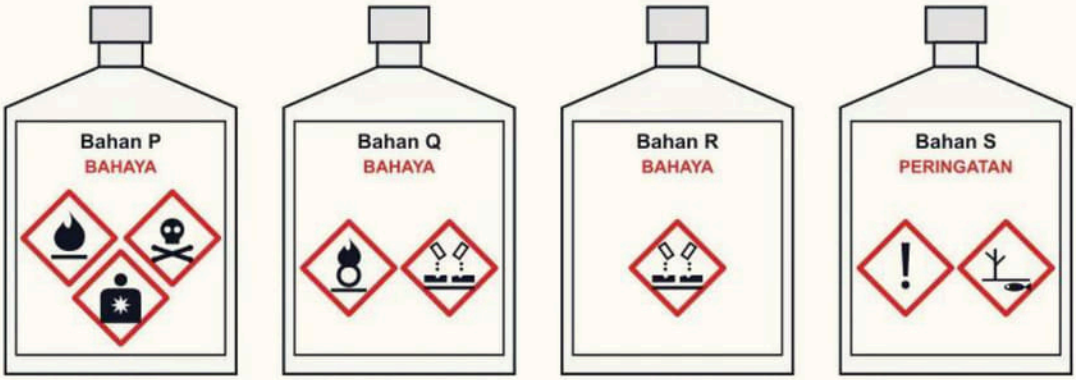
● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penafsiran piktogram pada gambar label serta keputusan penyimpanannya. Pakai bagian 2 (sembilan piktogram) dan bagian 6 (kecocokan simpan), dan periksa tiap pernyataan satu per satu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Gudang laboratorium kontrol mutu sebuah pabrik cat (2027) menerima empat bahan dengan label seperti gambar. Aturan penyimpanan di SOP: (1) bahan mudah menyala disimpan di lemari bahan mudah menyala yang dapat dikunci; (2) bahan pengoksidasi ditaruh di rak tersendiri, jauh dari bahan mudah menyala; (3) bahan beracun akut disimpan terkunci; (4) bahan korosif ditaruh di rak bawah dengan baki penampung; (5) sisa bahan berbahaya bagi lingkungan dikumpulkan di jeriken limbah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan penyimpanan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Label empat bahan yang baru diterima gudang laboratorium



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Bahan P disimpan di lemari bahan mudah menyala dalam keadaan terkunci.
☐ B. Bahan Q disimpan di lemari yang sama dengan bahan P karena kedua labelnya bergambar nyala api.
☐ C. Bahan R ditaruh di rak bawah yang dilengkapi baki penampung.
☐ D. Sisa bahan S boleh dibuang ke wastafel karena labelnya tidak bergambar tengkorak.
☐ E. Bahan Q ditaruh di rak tersendiri yang jauh dari lemari bahan mudah menyala.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: A, C, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Piktogram GHS: nyala api = mudah menyala; nyala api di atas lingkaran = pengoksidasi; tengkorak dan tulang bersilang = toksik akut; tabung meneteskan cairan ke tangan dan lempeng = korosif; tanda seru = iritan/berbahaya; siluet dada = bahaya kesehatan jangka panjang; pohon dan ikan = berbahaya bagi lingkungan perairan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Label P memuat piktogram nyala api (mudah menyala) dan tengkorak (beracun akut) sehingga aturan 1 dan 3 terpenuhi sekaligus oleh lemari bahan mudah menyala yang dikunci.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: piktogram Q adalah nyala api DI ATAS LINGKARAN (pengoksidasi), bukan nyala api biasa. Pengoksidasi harus dijauhkan dari bahan mudah menyala (aturan 2).

• **Pernyataan 3** ✓ Label R hanya memuat piktogram korosif → aturan 4.

• **Pernyataan 4** ✗ Label S memuat piktogram lingkungan (pohon dan ikan mati) sehingga sisanya harus dikumpulkan di jeriken limbah (aturan 5). Tidak adanya tengkorak tidak berarti aman bagi lingkungan.

• **Pernyataan 5** ✓ Q pengoksidasi → aturan 2. Karena juga korosif, rak tersendiri itu sebaiknya di bawah dan berbaki.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, catat piktogram dan artinya, lalu cocokkan dengan aturan yang diberikan.

1. Wulan, analis muda di teaching factory analisis kimia sebuah SMK (2027), memindahkan 100 mL HCl 6 M dari botol stok ke botol kerja kaca kecil yang akan dipakai bergantian oleh beberapa siswa selama seminggu. Label botol stok memuat piktogram korosif dan kata sinyal "BAHAYA".

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tindakan Wulan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Label botol kerja memuat nama dan konsentrasi larutan (HCl 6 M), tanggal dibuat, dan nama pembuat.

☐ B. Piktogram korosif dan kata sinyal dari label botol stok juga dicantumkan pada label botol kerja.

☐ C. Sisa larutan di botol kerja dituang kembali ke botol stok setelah seminggu agar tidak terbuang.

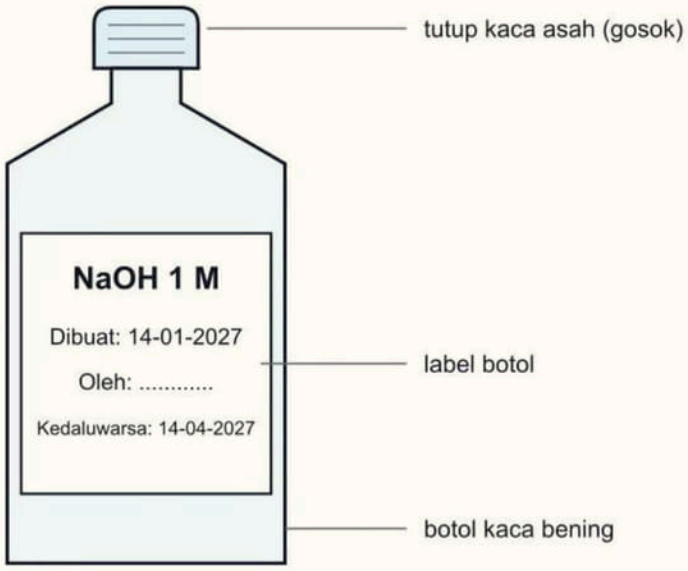
☐ D. Setelah dipakai, botol kerja disimpan di rak bawah berbaki penampung, terpisah dari larutan basa.

☐ E. Kata sinyal pada botol kerja ditulis "PERINGATAN" karena volumenya jauh lebih kecil daripada botol stok.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Saat audit internal laboratorium sebuah pabrik kosmetik (2027), auditor memeriksa botol larutan kerja seperti gambar. SOP: label botol larutan kerja wajib memuat nama dan konsentrasi larutan, tanggal pembuatan, nama pembuat, dan piktogram bahaya; larutan basa kuat disimpan dalam botol plastik atau botol bertutup karet/plastik karena basa kuat dapat merekatkan tutup kaca asah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Temuan auditor yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Botol larutan kerja di rak meja titrasi



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Label perlu ditambah tanggal pembuatan larutan.
☐ B. Label belum memenuhi SOP karena nama pembuat tidak diisi.
☐ C. Label sudah memenuhi SOP karena nama dan konsentrasi larutan tertulis jelas.
☐ D. Label belum memenuhi SOP karena tidak memuat piktogram korosif.
☐ E. Larutan perlu dipindahkan ke botol plastik atau botol bertutup karet/plastik.

Kunci singkat: 1. A, B, D 2. B, D, E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa piktogram nyala di atas lingkaran tidak boleh disimpan bersama bahan yang mempunyai piktogram nyala api?
- Mengapa kata sinyal pada botol kerja berukuran kecil tidak diturunkan dari "Bahaya" menjadi "Peringatan"?
- **Yang harus kuingat:** sembilan piktogram dan artinya; label larutan kerja memuat nama, konsentrasi, tanggal, pembuat, masa pakai, piktogram, kata sinyal; peka cahaya di kaca

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

cokelat, basa kuat di plastik; mudah menyala terpisah, pengoksidasi terpisah dari asam, asam terpisah dari basa; tidak ada botol bekas minuman.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-2.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 2.4 · Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri

SMKKA-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 2, larutan pereaksi, larutan standar, dan analisis kualitatif dan kuantitatif sederhana) meminta kamu **memprediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri**. Di sub bab ini yang diuji adalah **hitungannya**: dari massa endapan ke kadar analit, dan sebaliknya dari kadar ke massa endapan yang diharapkan. Prosedur gravimetri secara lengkap (pengeringan, pengabuan, penyaringan, pencucian, sumber galat) dibahas di sub bab 3.4. Levelnya penerapan dan penalaran: kamu menghitung dengan faktor gravimetri, lalu menilai apakah hasilnya masuk akal.

Pola soal yang sering muncul: (1) **menghitung kadar** suatu zat dari massa endapan yang ditimbang, termasuk endapan yang bukan zat yang dicari (misalnya kadar $CaCO_3$ dari massa CaO); (2) **memprediksi massa endapan** bila kadar atau kemurnian sampel diketahui; (3) **menilai data**: apakah massa endapan yang terukur mungkin terjadi, atau justru melebihi batas teoritis sehingga prosedurnya perlu diperiksa. Jebakannya halus: koefisien pada perbandingan mol terlupa, analit dan endapan tertukar, atau kadar dibagi dengan massa endapan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan urutan gravimetri pengendapan dan mengapa massa endapan dapat menunjukkan banyaknya analit;
- menurunkan faktor gravimetri dari persamaan reaksi dan Mr, termasuk bila ada koefisien selain 1;
- menghitung kadar analit dari massa endapan, dan memprediksi massa endapan dari kadar yang diketahui;
- membandingkan massa terukur dengan massa maksimum teoritis dan menyimpulkan apakah data layak dilaporkan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Gravimetri (dari kata *gravitas*, berat) adalah analisis kuantitatif yang hasil akhirnya **ditimbang**. Gagasannya sederhana: bila zat yang dicari (**analit**) dapat diubah seluruhnya menjadi suatu zat padat yang rumusnya pasti, maka massa zat padat itu memberi tahu berapa banyak analit di dalam sampel. Karena rumusnya pasti, perbandingan massa analit dengan massa zat padat itu juga tetap, dan perbandingan itulah yang disebut faktor gravimetri.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Perbandingan ini bukan tebakan. Ia lahir dari **stoikiometri**: dalam reaksi kimia, jumlah mol zat mengikuti koefisien persamaan reaksi. Selama reaksi berlangsung sempurna dan zat padat yang ditimbang murni, jumlah mol analit dapat dihitung dari jumlah mol zat padat itu.

1. Urutan gravimetri pengendapan

Pada **gravimetri pengendapan**, analit yang larut diubah menjadi endapan dengan menambahkan pereaksi pengendap. Gambar 2.17 memperlihatkan urutannya.



Gambar 2.17 Skema gravimetri pengendapan, dari analit di larutan sampai massa bentuk timbang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Sampel ditimbang teliti** lalu dilarutkan, sehingga analit (misalnya ion klorida, Cl^-) berada sebagai ion di dalam larutan.
2. **Pereaksi pengendap** ditambahkan sedikit berlebih supaya seluruh analit mengendap. Untuk klorida, pengendapnya larutan $AgNO_3$: $Cl^- + Ag^+ \rightarrow AgCl\downarrow$ (endapan putih).
3. **Endapan disaring dan dicuci** dengan kertas saring bebas abu atau krus saring, agar pereaksi berlebih dan zat lain terbuang.
4. **Endapan dikeringkan atau dipijarkan** sampai massanya tetap (**bobot tetap**), sehingga ia berubah menjadi zat berumus pasti, yaitu **bentuk timbang** (*weighing form*).
5. **Bentuk timbang didinginkan di desikator dan ditimbang.** Massa inilah yang dipakai dalam hitungan.

Perhatikan bahwa pereaksi pengendap sengaja dibuat berlebih. Karena itu massa endapan **ditentukan oleh analit**, bukan oleh pereaksi: analit habis lebih dulu, sedangkan pereaksi masih tersisa. Jumlah $AgNO_3$ yang ditambahkan tidak ikut dihitung.

Endapan dan bentuk timbang tidak selalu sama. Besi(III) diendapkan sebagai $Fe(OH)_3$ yang masih mengandung air dengan jumlah tak tentu, lalu **dipijarkan** menjadi Fe_2O_3 yang rumusnya pasti. Kalsium diendapkan sebagai kalsium oksalat (CaC_2O_4) dan, tergantung suhu pemijaran menurut SOP, ditimbang sebagai $CaCO_3$ atau CaO. Yang dipakai dalam hitungan selalu **bentuk timbang**, bukan endapan awalnya. Bentuk timbang yang baik berumus pasti,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

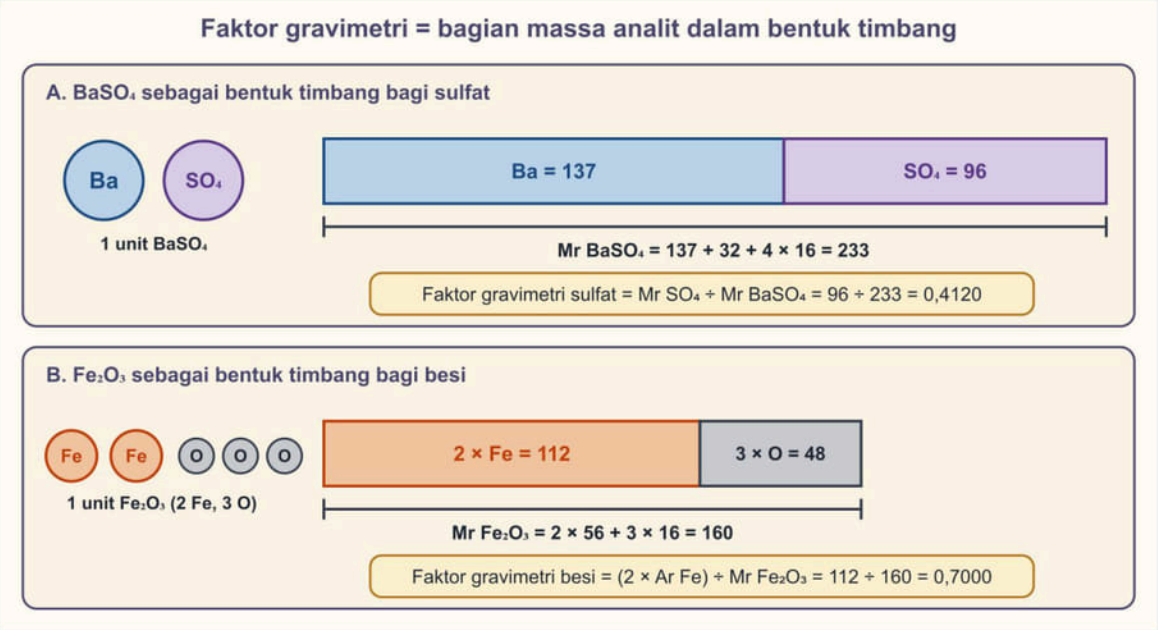
stabil, dan mempunyai Mr yang cukup besar.

2. Faktor gravimetri

Faktor gravimetri (FG) adalah perbandingan massa analit terhadap massa bentuk timbang. Cara menurunkannya selalu sama:

1. Tulis rumus analit (atau spesi yang dicari) dan rumus bentuk timbang.
2. **Setarakan jumlah atom unsur yang dicari** di kedua sisi, sehingga ditemukan koefisien a untuk analit dan b untuk bentuk timbang.
3. Hitung: **FG = (a × Mr analit) ÷ (b × Mr bentuk timbang)**.

Contoh paling mudah: sulfat diendapkan sebagai $BaSO_4$. Satu $BaSO_4$ mengandung satu SO_4^{2-}, sehingga a = b = 1 dan FG = 96 ÷ 233 = 0,4120. Artinya, 41,2 % massa $BaSO_4$ adalah ion sulfat. Gambar 2.18 memperlihatkan hal itu sebagai bagian dari massa satu mol $BaSO_4$ (Mr = 137 + 32 + 4 × 16 = 233).



Gambar 2.18 Faktor gravimetri sebagai bagian massa analit dalam bentuk timbang: $BaSO_4$ dan Fe_2O_3. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Contoh yang lebih menjebak adalah besi yang ditimbang sebagai Fe_2O_3. Satu unit Fe_2O_3 mengandung **dua** atom Fe, jadi untuk 1 mol Fe_2O_3 ada 2 mol Fe. Perhitungannya lewat mol: mol Fe = 2 × mol Fe_2O_3, sehingga massa Fe = 2 × (massa Fe_2O_3 ÷ 160) × 56 = massa Fe_2O_3 × (112 ÷ 160). Maka FG = (2 × 56) ÷ 160 = 0,7000. Bila koefisien 2 dilupakan, FG menjadi 56 ÷ 160 = 0,3500, setengah dari yang benar.

Faktor gravimetri dapat bernilai **lebih dari 1**. Bila kadar dinyatakan sebagai senyawa yang lebih berat daripada bentuk timbangnya, misalnya $CaCO_3$ dihitung dari CaO, FG = 100 ÷ 56 = 1,786. Hal ini wajar: 56 g CaO setara dengan 100 g $CaCO_3$ yang dikalsinasi menjadi CaO dan CO_2. Namun FG yang lebih dari 1 harus dicek dua kali bahwa analit dan bentuk timbang tidak tertukar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Faktor gravimetri yang sering dipakai (Ar: Fe 56, Ca 40, Ba 137, Ag 108, Cl 35,5, S 32, O 16)

Analit yang dicari	Bentuk timbang	Perbandingan mol	Faktor (rumus)	Nilai
Cl^-	AgCl	1 Cl^- : 1 AgCl	35,5 ÷ 143,5	**0,2474**
NaCl (dari Cl^-)	AgCl	1 NaCl : 1 AgCl	58,5 ÷ 143,5	**0,4077**
SO_4^{2-}	$BaSO_4$	1 SO_4^{2-} : 1 $BaSO_4$	96 ÷ 233	**0,4120**
S (sulfur)	$BaSO_4$	1 S : 1 $BaSO_4$	32 ÷ 233	**0,1373**
Ba^{2+}	$BaSO_4$	1 Ba^{2+} : 1 $BaSO_4$	137 ÷ 233	**0,5880**
Fe	Fe_2O_3	2 Fe : 1 Fe_2O_3	(2 × 56) ÷ 160	**0,7000**
Ca	CaO	1 Ca : 1 CaO	40 ÷ 56	**0,7143**
$CaCO_3$ (setara)	CaO	1 $CaCO_3$: 1 CaO	100 ÷ 56	**1,786**

Kuning: koefisien 2 pada Fe (2 Fe : 1 Fe_2O_3) dan faktor lebih dari 1 ($CaCO_3$ memiliki Mr lebih besar daripada CaO).
Ca ditimbang sebagai CaO setelah CaC_2O_4 dipijarkan pada suhu tinggi sesuai SOP; suhu lebih rendah menghasilkan $CaCO_3$.

Gambar 2.19 Faktor gravimetri yang sering dipakai beserta perbandingan molnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Tabel pada Gambar 2.19 dapat dipakai sebagai pemeriksa hasil hitunganmu, tetapi sebaiknya kamu terbiasa menurunkan FG sendiri dari rumus. Soal TKA biasanya memberikan Mr, bukan tabel faktor.

3. Dari massa endapan ke kadar analit

Ini hitungan yang paling sering diminta. Urutannya:

1. **Massa analit** = massa bentuk timbang × FG.
2. **Kadar (%)** = massa analit ÷ massa sampel × 100 %.

Bila yang diminta kadar suatu senyawa (misalnya NaCl dari klorida), pakai FG untuk senyawa itu: FG NaCl terhadap AgCl = 58,5 ÷ 143,5 = 0,4077. Satuan massa sampel dan massa analit harus sama (gram dengan gram). Bila sampelnya larutan, hasil dapat dinyatakan sebagai g/L atau mg/L dengan membagi dengan volume sampel (dalam liter).

Perhatikan **massa endapan yang dipakai**. Massa yang ditimbang pada neraca sering adalah massa krus ditambah endapan; massa endapan murni diperoleh dengan **mengurangkan massa krus kosong** (satu kali saja). Selain itu pastikan massa itu diambil setelah **bobot tetap**, bukan setelah satu kali pengeringan.

4. Memprediksi massa endapan

Gravimetri juga dipakai untuk **memperkirakan** hasil sebelum bekerja. Bila kadar analit dalam sampel sudah diketahui, misalnya dari label atau hasil analisis sebelumnya, massa endapan yang diharapkan adalah:

massa analit = massa sampel × kadar ÷ 100

massa endapan (bentuk timbang) = massa analit ÷ FG

Pembagian dengan FG di sini kebalikan dari perkalian saat menghitung kadar. Satu cara mengingatnya: FG selalu **lebih kecil** bila analit hanya sebagian dari bentuk timbang (seperti

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

SO_4 dalam $BaSO_4$), sehingga massa endapan selalu **lebih besar** daripada massa analit. Bila massa endapan yang kamu hitung justru lebih kecil daripada massa analit padahal FG kurang dari 1, ada pembagian yang terbalik.

Prediksi ini berguna untuk merencanakan berapa gram sampel yang ditimbang. Bila endapan terlalu sedikit (misalnya hanya puluhan miligram), galat penimbangan sekecil 0,2 mg menjadi pecahan yang besar dari massa endapan. Bila terlalu banyak, endapan sulit disaring dan dicuci. Banyak SOP menargetkan massa bentuk timbang sekitar beberapa persepuluh gram; angka pastinya menurut SOP.

5. Kemurnian sebagai perbandingan massa

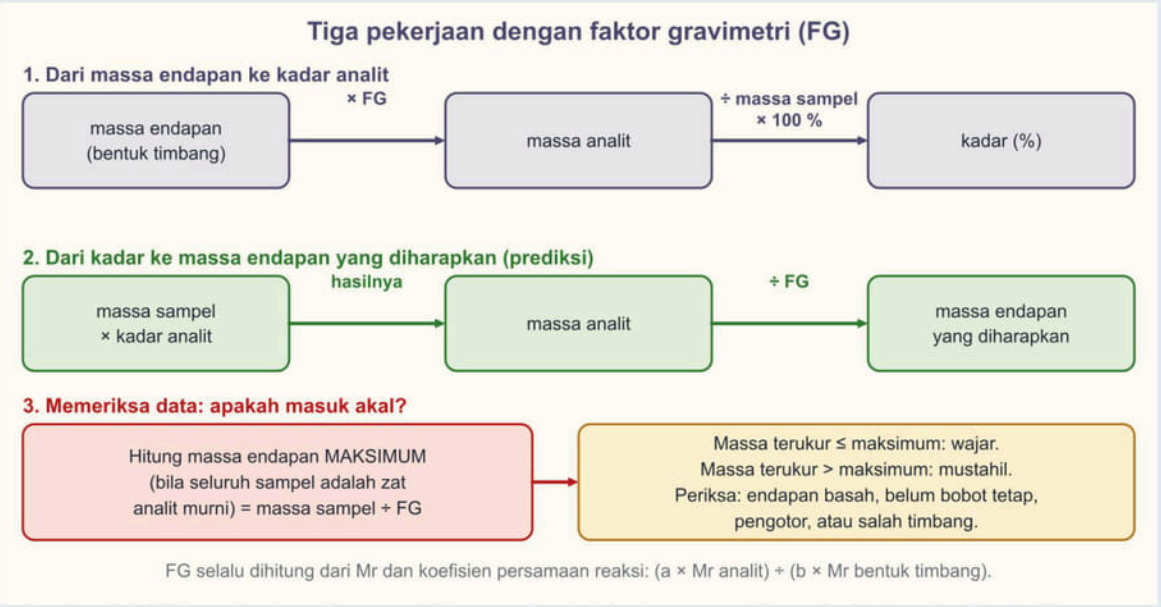
Ada satu cara pandang yang sering lebih cepat. Bila **seluruh sampel adalah zat analit murni**, massa endapan akan mencapai nilai **maksimum teoritis**, yaitu massa sampel ÷ FG (FG dihitung untuk zat sampel itu). Karena endapan sebanding dengan banyaknya analit, **kadar zat = massa endapan terukur ÷ massa endapan maksimum × 100 %**. Cara ini sama persis dengan cara mol; kamu dapat memakainya untuk memeriksa hasil. Misalnya bila massa endapan terukur 90 % dari nilai maksimum, kadar zatnya 90 %.

6. Memeriksa apakah data masuk akal

Nilai maksimum teoritis juga berguna sebagai alat uji. **Massa endapan yang terukur tidak boleh melebihi massa maksimum** yang dihitung dari sampel 100 % murni. Bila melebihi, kadar yang dihitung akan di atas 100 %, dan itu mustahil. Kadar di atas 100 % bukan hasil yang boleh dilaporkan; ia sinyal bahwa ada yang salah dalam prosedur.

Kemungkinan penyebab massa endapan **terlalu besar**: endapan belum kering sempurna sehingga masih basah, pemanasan belum sampai bobot tetap, pengotor ikut mengendap (**kopresipitasi**), pencucian kurang sehingga pereaksi berlebih masih menempel, atau kesalahan penimbangan seperti massa krus tidak dikurangkan dengan benar. Kemungkinan penyebab **terlalu kecil**: endapan terlarut saat dicuci, sebagian endapan tertinggal pada kertas saring atau lolos, pengendapan belum sempurna, atau sampel kurang homogen. Dalam kedua arah, respons yang benar adalah **memeriksa prosedur dan mengulang bagian yang dipertanyakan** (misalnya mengeringkan ulang sampai bobot tetap), bukan membulatkan angka agar tampak wajar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 2.20 Tiga pekerjaan dengan faktor gravimetri: dari massa endapan ke kadar, dari kadar ke massa endapan, dan memeriksa kewajaran data. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 2.20 merangkum tiga pekerjaan tersebut. Hitungan selalu dimulai dari faktor gravimetri yang benar, dan hasilnya selalu diperiksa terhadap nilai maksimum.

7. Penulisan hasil

Tulis hasil dengan **angka penting** yang sepadan dengan data yang paling tidak teliti (massa pada neraca analitik biasanya empat angka penting) dan **jangan membulatkan di tengah hitungan**. Cantumkan satuan (g, %, g/L) dan, bila ada ulangan, laporkan rata-ratanya (sub bab 3.3).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: kadar klorida dari massa AgCl

Pada 2026, Wulan, analis sebuah balai pengujian pangan, memeriksa larutan perendam ikan asin. Sebanyak 20,00 mL larutan diasamkan lalu diendapkan dengan $AgNO_3$ berlebih. Endapan AgCl disaring, dicuci, dikeringkan sampai bobot tetap, dan massanya 0,5380 g. (Ar: Ag 108; Cl 35,5; Na 23.) Tentukan kadar klorida dalam g/L dan kadar NaCl sebagai % b/v. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mr AgCl** = 108 + 35,5 = 143,5.
2. **FG klorida** = 35,5 ÷ 143,5 = 0,2474.
3. **Massa Cl^-** = 0,5380 × 0,2474 = 0,1331 g dalam 20,00 mL.
4. **Per liter**: 0,1331 g ÷ 0,02000 L = 6,655 g/L Cl^-.
5. **Sebagai NaCl**: FG = 58,5 ÷ 143,5 = 0,4077; massa NaCl = 0,5380 × 0,4077 = 0,2193 g dalam 20,00 mL, yaitu 0,2193 ÷ 20,00 × 100 = 1,097 % b/v.

Jawaban: Cl^- = 6,655 g/L; NaCl = 1,097 % b/v. Cek akal sehat: mol AgCl = 0,5380 ÷ 143,5 = 3,749 mmol = mol Cl^-, dan 3,749 mmol × 35,5 = 133,1 mg = 0,1331 g, sama dengan hasil lewat faktor.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: memprediksi massa $BaSO_4$

Pada 2027, Doni, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pupuk, akan menganalisis sampel pupuk dengan kadar sulfat menurut label 36,0 % (b/b). Ia menimbang 0,5000 g sampel, melarutkannya, lalu mengendapkan sulfat sebagai $BaSO_4$. (Ar: Ba 137; S 32; O 16.) Perkirakan massa $BaSO_4$ yang akan ia timbang bila labelnya benar. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa sulfat** dalam sampel = 0,5000 × 36,0 ÷ 100 = 0,1800 g.
2. **FG** = 96 ÷ 233 = 0,4120 (Mr SO_4 = 32 + 4 × 16 = 96; Mr $BaSO_4$ = 137 + 96 = 233).
3. **Massa $BaSO_4$** = massa sulfat ÷ FG = 0,1800 ÷ 0,4120 = 0,4369 g.

Jawaban: sekitar 0,437 g $BaSO_4$. Cek akal sehat: massa $BaSO_4$ (0,437 g) lebih besar daripada massa sulfat (0,180 g), sesuai harapan karena Ba ikut tertimbang. Lewat mol: 0,1800 ÷ 96 = 1,875 mmol SO_4^{2-} = 1,875 mmol $BaSO_4$, dan 1,875 mmol × 233 = 0,4369 g.

Contoh 3: kadar besi dari Fe_2O_3 hasil pemijaran

Pada 2026, Salsa menimbang 0,7500 g bijih besi (sampel latihan), melarutkannya dalam asam, mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+}, mengendapkan sebagai $Fe(OH)_3$ dengan larutan amonia, lalu memijarkan endapan sampai bobot tetap menjadi Fe_2O_3. Massa Fe_2O_3 yang diperoleh 0,2287 g. (Ar: Fe 56; O 16.) Hitung kadar Fe dalam bijih itu. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mr Fe_2O_3** = 2 × 56 + 3 × 16 = 160.
2. **Perbandingan mol:** 2 Fe : 1 Fe_2O_3, jadi FG = (2 × 56) ÷ 160 = 0,7000.
3. **Massa Fe** = 0,2287 × 0,7000 = 0,1601 g.
4. **Kadar Fe** = 0,1601 ÷ 0,7500 × 100 % = 21,35 %.

Jawaban: kadar Fe = 21,35 %. Cek akal sehat: bila bijih 100 % Fe_2O_3, kadar Fe-nya 70 %; hasil 21,35 % berarti sebagian besar bijih bukan oksida besi, wajar untuk bijih berkadar rendah. Bila koefisien 2 terlupa (FG = 0,3500), kadar yang diperoleh hanya 10,67 %, setengah dari yang benar.

Contoh 4: menilai data yang melebihi maksimum

Pada 2027, Hendra memeriksa natrium sulfat anhidrat "p.a." yang diklaim 100 % murni. Ia menimbang 0,4000 g, melarutkannya, mengendapkan sulfat sebagai $BaSO_4$, dan menimbang endapan 0,6820 g. (Mr Na_2SO_4 = 2 × 23 + 32 + 4 × 16 = 142; Mr $BaSO_4$ = 233.) Apakah hasil ini dapat dilaporkan? *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mol Na_2SO_4 bila murni** = 0,4000 ÷ 142 = 2,817 mmol, sama dengan mol $BaSO_4$ (perbandingan 1 : 1).
2. **Massa $BaSO_4$ maksimum** = 2,817 mmol × 233 = 0,6563 g.
3. **Bandingkan:** 0,6820 g > 0,6563 g; selisihnya 0,0257 g.
4. **Kadar yang akan dilaporkan bila dipaksa:** 0,6820 ÷ 0,6563 × 100 % = 103,9 %, tidak mungkin.
5. **Keputusan:** data tidak boleh dilaporkan. Periksa apakah endapan sudah dikeringkan atau dipijarkan sampai bobot tetap, apakah krus dikurangkan dengan benar, dan apakah pencucian cukup; ulangi bagian yang meragukan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: data tidak layak dilaporkan karena massa endapan melebihi maksimum teoritis 0,6563 g; prosedur diperiksa dan penimbangan diulang. Cek akal sehat: bahkan sampel yang murni sempurna tidak dapat menghasilkan lebih dari 0,6563 g $BaSO_4$, jadi kelebihan 0,0257 g pasti berasal dari air, pengotor, atau kesalahan timbang.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.21 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 2.21 Peta konsep prediksi hasil analisis gravimetri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Gravimetri pengendapan:** analit → endapan → saring dan cuci → keringkan atau pijarkan sampai bobot tetap → bentuk timbang → timbang.
- **Faktor gravimetri:** FG = (a × Mr analit) ÷ (b × Mr bentuk timbang), dengan a dan b dari perbandingan mol (misalnya 2 Fe : 1 Fe_2O_3).
- **Dari endapan ke kadar:** massa analit = massa endapan × FG; kadar = massa analit ÷ massa sampel × 100 %.
- **Prediksi massa endapan:** massa endapan = massa analit ÷ FG, dengan massa analit = massa sampel × kadar.
- **Cek kewajaran:** massa terukur tidak boleh melebihi massa maksimum (sampel murni 100 %); bila melebihi, periksa prosedur (bobot tetap, pencucian, krus), jangan dilaporkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal gravimetri:

1. **Tulis analit dan bentuk timbang** beserta perbandingan mol dari persamaan reaksi.
2. **Hitung FG** dengan Mr yang diberikan dan koefisiennya.
3. **Tentukan arahnya**: dari endapan ke analit (kalikan FG) atau dari analit ke endapan (bagi FG).
4. **Bandingkan dengan nilai maksimum** (bila ada informasi kemurnian atau massa sampel) sebelum memilih jawaban.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Koefisien terlupa** (misalnya Fe/Fe_2O_3 dihitung 56 ÷ 160).
- **Analit dan endapan tertukar**, sehingga FG terbalik (0,41 dipakai sebagai 2,43).
- **Kadar dibagi massa endapan**, bukan massa sampel.
- **Massa endapan langsung dibagi massa sampel** tanpa mengubahnya menjadi massa analit lebih dulu.
- **Kadar yang melebihi 100 % dianggap wajar**, atau selisih kelebihan massa dianggap berasal dari pereaksi berlebih.
- **Massa krus kosong dikurangkan dua kali**, atau tidak sama sekali.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menimbang 1,0000 g bijih besi dan memperoleh 0,3000 g Fe_2O_3. Ia menghitung massa Fe = 0,3000 × 56 ÷ 160 = 0,1050 g, lalu menulis kadar Fe 10,50 %. Yang tepat adalah 0,3000 × (2 × 56) ÷ 160 = 0,2100 g, sehingga kadar Fe 21,00 %. Satu unit Fe_2O_3 mengandung dua atom Fe.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji penilaian data gravimetri: apakah massa endapan yang terukur mungkin terjadi, dan apa keputusan analis. Pakai bagian 6 (memeriksa kewajaran data) dan hitung massa maksimum teoritisnya lebih dulu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium mutu sebuah pabrik garam (2026) memeriksa garam olahan. Sebanyak 0,585 g sampel dilarutkan, lalu ion kloridanya diendapkan dengan $AgNO_3$ berlebih sebagai AgCl. Endapan disaring dengan krus saring, dikeringkan satu kali selama 20 menit pada 110 °C, didinginkan, lalu ditimbang: 1,482 g (massa krus kosong sudah dikurangkan). SOP meminta pengeringan diulang sampai bobot tetap. (Mr NaCl = 58,5; Mr AgCl = 143,5) *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Keputusan analis yang paling tepat adalah ....

A. Melaporkan kadar NaCl 103% karena massa endapan lebih besar dari perkiraan
B. Melaporkan kadar NaCl 100% karena kelebihan massa berasal dari $AgNO_3$ berlebih
C. Menambah $AgNO_3$ lagi ke filtrat karena pengendapan tampaknya belum sempurna
D. Mengurangi massa endapan dengan massa krus kosong lalu melaporkan hasilnya
E. Mengeringkan ulang endapan sampai bobot tetap sebelum menghitung kadarnya

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Prediksi gravimetri: 1 mol NaCl menghasilkan 1 mol AgCl. Massa endapan tidak mungkin melebihi hasil dari sampel 100% murni; bila melebihi, endapan masih mengandung air/pengotor atau terjadi kesalahan prosedur.

Langkah:
1. Mol NaCl bila murni = 0,585 ÷ 58,5 = 0,0100 mol.
2. Massa AgCl maksimum = 0,0100 × 143,5 = 1,435 g.
3. Hasil 1,482 g > 1,435 g → mustahil untuk sampel apa pun; endapan baru dikeringkan sekali sehingga kemungkinan masih basah.
4. Keputusan: keringkan ulang sampai bobot tetap.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Kadar di atas 100% tidak mungkin; ini tanda kesalahan prosedur, bukan hasil yang dapat dilaporkan.
• **B.** ✗ Jebakan: $AgNO_3$ berlebih memang ditambahkan, tetapi $AgNO_3$ larut dan seharusnya tercuci; kelebihan massa tidak boleh "dibulatkan" menjadi 100%.
• **C.** ✗ Massa endapan sudah melebihi maksimum; masalahnya bukan endapan yang kurang.
• **D.** ✗ Jebakan: soal menyebut massa krus kosong sudah dikurangkan; mengurangkannya lagi membuat data kacau.
• **E.** ✓ Endapan baru dikeringkan sekali; pengeringan ulang sampai bobot tetap menghilangkan air yang tersisa sebelum kadar dihitung.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis analit dan bentuk timbang, hitung FG, tentukan arah hitungannya, lalu periksa hasilnya terhadap nilai maksimum.

1. Laboratorium sebuah pabrik kapur tohor (2027) memeriksa batu kapur bahan baku. Sebanyak 0,500 g sampel dilarutkan dalam HCl, kalsiumnya diendapkan sebagai kalsium oksalat, lalu endapan dipijarkan sampai seluruhnya menjadi CaO. Massa CaO pada bobot

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tetap 0,252 g. Bila sampel 100% $CaCO_3$, massa CaO yang diperkirakan 0,280 g. (Mr $CaCO_3$ = 100; Mr CaO = 56)
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar $CaCO_3$ dalam batu kapur itu adalah ....

A. 28,2%
B. 45,0%
C. 50,4%
D. 56,0%
E. 90,0%

Kunci singkat: 1. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa massa endapan yang terukur tidak boleh melebihi massa maksimum teoritis, dan apa yang harus dilakukan analis bila hal itu terjadi?
- Mengapa kadar Fe dari Fe_2O_3 dihitung dengan faktor (2 × 56) ÷ 160, bukan 56 ÷ 160?
- **Yang harus kuingat:** FG = (a × Mr analit) ÷ (b × Mr bentuk timbang); massa analit = massa endapan × FG; kadar = massa analit ÷ massa sampel × 100 %; massa endapan = massa analit ÷ FG; massa terukur tidak boleh melebihi massa maksimum teoritis.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-2.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 2

SMKKA-KB2

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 2 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB2

1. Pada 2027, Salsa, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pigmen, harus menyiapkan 250 mL larutan kalium tiosianat (KSCN) 5 % (b/v) sebagai pereaksi untuk menguji ion besi(III). Larutan dibuat dari padatan KSCN murni, dan volumenya ditepatkan di labu ukur 250 mL. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Massa KSCN yang harus ditimbang Salsa adalah ....

A. 1,25 g
B. 5,0 g
C. 12,5 g
D. 50 g
E. 1.250 g

2. Pada 2027, Tika, analis di balai pengujian air limbah, menyiapkan larutan standar tembaga dari larutan induk 2.500 mg/L lewat tiga tahap pengenceran dengan pipet volumetrik dan labu ukur. Tiap tahap memakai larutan hasil tahap sebelumnya, dan semua volume ditepatkan sampai tanda.

Tahap	Larutan yang dipipet	Volume pipet (mL)	Volume labu ukur (mL)
1	induk 2.500 mg/L	5,00	250,0
2	hasil tahap 1	10,00	100,0
3	hasil tahap 2	2,00	50,0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi tembaga pada larutan hasil tahap 3 adalah ....

A. 0,200 mg/L
B. 2,00 mg/L
C. 5,00 mg/L
D. 10,0 mg/L
E. 100 mg/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Pada 2027, Hesti, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik sabun, harus membuat 250 mL larutan Na_2CO_3 0,50 M sebagai pereaksi dari serbuk natrium karbonat teknis berkadar 96 %. Mr Na_2CO_3 = 106. Massa Na_2CO_3 murni yang dibutuhkan 13,25 g.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Massa serbuk teknis yang harus ditimbang adalah sekitar 13,8 g.	○	○
Bila Hesti menimbang 12,7 g (13,25 g dikali 0,96), larutannya lebih encer daripada 0,50 M, yaitu sekitar 0,46 M.	○	○
Larutan itu dapat langsung dipakai sebagai larutan standar karena kadar serbuknya diketahui, yaitu 96 %.	○	○

4. Pada 2027, Rani, analis di laboratorium sebuah pabrik pupuk, akan membuat 500 mL asam fosfat 0,10 M sebagai pereaksi untuk analisis fosfat. Label botol asam fosfat pekat: 85 % (b/b), massa jenis 1,69 g/mL. Mr H_3PO_4 = 98.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume asam pekat yang harus dipipet Rani adalah ....

A. 2,90 mL
B. 3,41 mL
C. 5,76 mL
D. 34,1 mL
E. 57,6 mL

5. Pada 2027, Maya, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pelapis logam, harus membuat 1,000 L larutan HNO_3 2,0 M dari HNO_3 pekat berlabel 65 % (b/b), massa jenis 1,39 g/mL, Mr = 63. Ia bekerja di lemari asam dengan alat pelindung diri lengkap. Tersedia gelas kimia, labu ukur 1.000 mL, pipet ukur dengan pompa pipet, dan air suling.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat adalah ....

A. Memipet 139 mL asam pekat ke labu ukur 1.000 mL, lalu menuangkan air suling ke dalam asam itu sampai tanda batas
B. Memipet 194 mL asam pekat ke dalam air di gelas kimia, mendinginkannya, lalu menepatkan di labu ukur 1.000 mL
C. Memipet 91 mL asam pekat ke dalam 1.000 mL air di gelas kimia, lalu mengaduknya sampai larutannya merata
D. Memipet 139 mL asam pekat ke dalam air di gelas kimia, mendinginkannya, lalu menepatkan di labu ukur 1.000 mL
E. Memipet 139 mL asam pekat ke dalam air di gelas kimia, lalu segera menepatkan di labu ukur 1.000 mL selagi panas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Pada 2027, Dewi, analis di laboratorium sebuah pabrik pelapisan logam, membuat 250,0 mL larutan induk tembaga 1.000 mg/L dari kristal $CuSO_4·5H_2O$ murni untuk deret standar. Ar: Cu 63,5; S 32; O 16; H 1. Mr $CuSO_4·5H_2O$ = 249,5 dan Mr $CuSO_4$ anhidrat = 159,5. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Massa tembaga dan massa kristal sama-sama 250 mg karena larutan itu berkonsentrasi 1.000 mg/L

☐ B. Larutan itu harus mengandung 250 mg tembaga, yaitu 1.000 mg/L dikalikan 0,2500 L

☐ C. Kristal yang ditimbang sekitar 0,628 g, yaitu massa tembaga dikali 159,5 dan dibagi 63,5

☐ D. Kristal yang ditimbang sekitar 0,982 g, yaitu massa tembaga dikali 249,5 dan dibagi 63,5

☐ E. Bila kristal ditimbang memakai Mr anhidrat, larutannya lebih encer daripada 1.000 mg/L

7. Pada 2027, Wira, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik cat, membakukan larutan NaOH yang dibuat dari pelet. Ia menimbang kalium hidrogen ftalat (KHP) dari botol yang tutupnya lama terbuka, melarutkannya, menambah fenolftalein, lalu menitrasi. Warna merah muda muncul tetapi hilang dalam 5 detik, dan Wira menghentikan titrasi serta mencatat volumenya. Sisa NaOH ia simpan dalam botol kaca bertutup asah. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Perbaikan atau penjelasan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sisa NaOH disimpan di botol plastik tertutup rapat dan dibakukan ulang secara berkala

☐ B. Titik akhir sudah tepat karena warna merah muda sempat muncul walau hanya beberapa detik

☐ C. KHP dikeringkan menurut SOP dan didinginkan di desikator sebelum ditimbang agar massanya sahih

☐ D. Titrasi dilanjutkan sampai warna merah muda pertama yang bertahan sekitar 30 detik

☐ E. Pembakuan tidak perlu karena pelet NaOH murni dan termasuk standar primer yang stabil

8. Pada 2027, Gilang, analis di balai pengujian air minum, membuat 250 mL larutan standar kalsium 40 ppm di labu ukur untuk deret standar penentuan kesadahan. Ia ingin mencatat pada label berapa miligram kalsium yang sebenarnya terlarut di labu itu. Anggap 1 ppm = 1 mg/L.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa kalsium yang terlarut dalam labu itu adalah ....

A. 40 mg
B. 1,0 mg
C. 160 mg
D. 10 g
E. 10 mg

9. Pada 2027, Bima, analis di laboratorium sebuah pabrik pakan ternak, membakukan larutan NaOH "0,1 M" dan memperoleh konsentrasi sebenarnya 0,0984 M. Faktor koreksi F = M sebenarnya ÷ M nominal. Ia lalu menitrasi sampel asam dan memakai 19,60 mL NaOH sampai titik akhir.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Jumlah mol NaOH yang bereaksi dengan sampel adalah ....

A. 1,960 mmol
B. 1,992 mmol
C. 1,929 mmol
D. 19,29 mmol
E. 0,001929 mmol

10. Pada 2027, Tari, analis di laboratorium sebuah pabrik teh, akan membakukan larutan $KMnO_4$ dengan natrium oksalat anhidrat ($Na_2C_2O_4$, Mr = 134) sebagai standar primer. Ia membuat 250,0 mL larutan standar $Na_2C_2O_4$ 0,0100 M di labu ukur.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa $Na_2C_2O_4$ yang harus ditimbang Tari adalah ....

A. 0,335 g
B. 1,34 g
C. 0,0335 g
D. 3,35 g
E. 0,168 g

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Pada 2027, Gita, analis di laboratorium sebuah pabrik parfum, menerima botol metanol berlabel tiga piktogram (nyala api, tengkorak dan tulang bersilang, bahaya kesehatan) dan kata sinyal BAHAYA. SOP: bahan mudah menyala disimpan di lemari bahan mudah menyala; bahan toksik akut disimpan terkunci; pengoksidasi tidak boleh satu lemari dengan bahan mudah menyala; label botol kerja memuat seluruh piktogram botol asal. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Keputusan yang paling tepat untuk metanol adalah ....

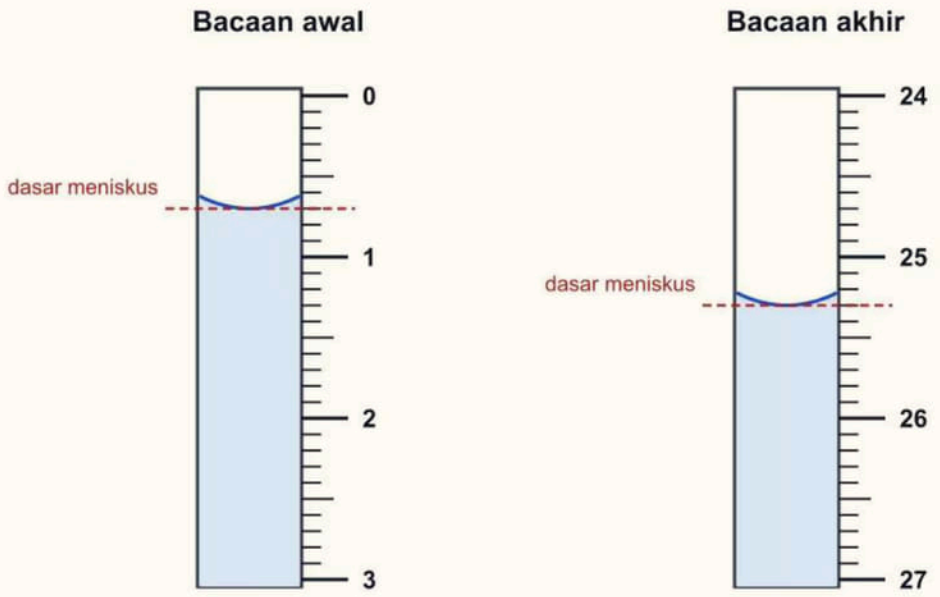
A. Disimpan di rak asam bersama HCl pekat, tanpa dikunci, dan label botol kerja memuat piktogram nyala api saja
B. Disimpan di lemari bahan mudah menyala tanpa dikunci, dekat $KMnO_4$, dan label botol kerja memuat ketiga piktogram
C. Disimpan terkunci di rak pengoksidasi bersama $KMnO_4$, dan label botol kerja memuat piktogram tengkorak saja
D. Disimpan di lemari bahan mudah menyala terkunci, jauh dari pengoksidasi, dan label botol kerja memuat piktogram nyala api saja
E. Disimpan di lemari bahan mudah menyala terkunci, jauh dari pengoksidasi, dan label botol kerja memuat ketiga piktogram

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

12. Pada 2027, Yuda, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik sabun, membakukan larutan NaOH dengan KHP (Mr = 204; KHP bereaksi 1 : 1 dengan NaOH). Ia menimbang 0,5086 g KHP, melarutkannya di erlenmeyer, menambah fenolftalein, lalu menitrasi dengan NaOH dari buret. Gambar memperlihatkan bacaan buret sebelum dan sesudah titrasi sampai titik akhir.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Konsentrasi NaOH hasil pembakuan adalah ....



Angka = mL (bertambah ke bawah); tiap garis kecil = 0,1 mL; bacaan pada dasar meniskus.

A. 0,0507 M
B. 0,0959 M
C. 0,0985 M
D. 0,2027 M
E. 0,1013 M

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Pada 2027, Yoga, siswa PKL di gudang laboratorium sebuah pabrik kertas, menemukan satu botol HCl pekat 2,5 L di rak setinggi mata karena paling sering diambil. Di gudang itu ada dua botol natrium hidroksida pekat yang diterima Januari dan Maret, serta sebuah jeriken penampung sisa larutan perak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Botol HCl pekat sebaiknya dipindah ke rak bawah berbaki penampung, walaupun lebih sering diambil, karena botol yang jatuh dari rak tinggi dapat mengenai wajah.	○	○
Botol NaOH yang diterima Maret dipakai lebih dulu supaya stok baru tidak menumpuk, sedangkan botol Januari disimpan lebih lama.	○	○
Jeriken limbah perak cukup diberi label "LIMBAH" tanpa menulis isinya, karena isinya terlihat dari cairan di dalamnya.	○	○

14. Pada 2027, Dika, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik cuka makan, menitrasi 25,00 mL cuka encer (asam asetat) dengan NaOH 0,1 M. Karena fenolftalein habis, ia memakai metil merah (daerah perubahan warna pH 4,4–6,2; merah ke kuning). Titik ekuivalen titrasi asam lemah dengan basa kuat ini berada pada pH sekitar 8,7. Dika menghentikan titrasi saat larutan menjadi kuning.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Warna berubah sebelum titik ekuivalen, sehingga volume NaOH yang tercatat lebih kecil dari seharusnya

☐ B. Fenolftalein (pH 8,3–10,0) lebih tepat karena daerah perubahan warnanya mencakup pH titik ekuivalen

☐ C. Kadar asam asetat yang dihitung dari volume itu akan lebih tinggi daripada kadar yang sebenarnya

☐ D. Metil jingga (pH 3,1–4,4) akan memberi titik akhir yang lebih jauh lagi dari titik ekuivalen

☐ E. Menambah metil merah lebih banyak membuat perubahan warnanya bergeser mendekati pH ekuivalen 8,7

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Pada 2027, Rosa, analis di laboratorium sebuah pabrik pupuk, membakukan larutan HCl dengan natrium karbonat anhidrat (Na_2CO_3, Mr = 106) sebagai standar primer. Ia menimbang 1,3250 g Na_2CO_3, melarutkannya, dan menepatkan di labu ukur 250,0 mL. Tiap titrasi memakai 25,00 mL larutan itu (dipipet) dan metil jingga. Reaksi: $Na_2CO_3 + 2\ HCl \rightarrow 2\ NaCl + H_2O + CO_2$. Hasil titrasi tiga kali tercatat pada tabel; SOP menerima selisih antarulangan paling besar 0,10 mL.

Ulangan	1	2	3
Volume HCl (mL)	25,05	25,10	25,15

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi HCl hasil pembakuan yang dilaporkan adalah ....

A. 0,0498 M
B. 0,0996 M
C. 0,0249 M
D. 0,1992 M
E. 0,996 M

16. Pada 10-03-2027, Fani, auditor internal laboratorium sebuah pabrik farmasi, memeriksa empat botol larutan kerja. SOP: label wajib memuat nama dan konsentrasi, tanggal pembuatan, nama pembuat, masa pakai, dan piktogram sesuai SDS larutan pada konsentrasi itu; larutan yang melewati masa pakai dikumpulkan sebagai limbah. SDS latihan: HCl 0,1 M tidak mewajibkan piktogram; NaOH 2 M berpiktogram korosi; $AgNO_3$ 0,05 M berpiktogram korosi dan lingkungan; $KMnO_4$ 0,02 M berpiktogram nyala di atas lingkaran.

Botol	Nama dan konsentrasi	Dibuat	Pembuat	Masa pakai	Piktogram di label
1	HCl 0,1 M	04-02-2027	A.S.	6 bulan	tidak ada
2	NaOH 2 M	15-12-2026	(kosong)	3 bulan	korosi
3	$AgNO_3$ 0,05 M	20-01-2027	D.R.	1 bulan	korosi
4	$KMnO_4$ 0,02 M	02-01-2027	R.T.	3 bulan	nyala di atas lingkaran

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Temuan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Botol 2 harus dikumpulkan sebagai limbah karena masa pakainya sudah habis pada tanggal audit

☐ B. Botol 2 belum memenuhi SOP karena nama pembuat belum diisi, tetapi masa pakainya belum habis

☐ C. Botol 4 memenuhi SOP kelengkapan label, dan masa pakainya masih berlaku sampai 02-04-2027

☐ D. Botol 1 belum memenuhi SOP karena labelnya tidak memuat piktogram sama sekali, walaupun lengkap

☐ E. Botol 3 sudah lewat masa pakai sehingga dikumpulkan sebagai limbah, dan labelnya belum memuat piktogram lingkungan

17. Pada 2027, Sandi, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman, membakukan NaOH dengan KHP (Mr = 204, perbandingan 1 : 1): 0,4896 g KHP memerlukan 24,60 mL NaOH. NaOH hasil pembakuan itu lalu dipakai untuk membakukan larutan HCl: 25,00 mL HCl dititrasi dan memerlukan 24,10 mL NaOH. Label NaOH tertulis "0,1 M" (nominal).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi HCl hasil pembakuan adalah ....

A. 0,0470 M
B. 0,0964 M
C. 0,0976 M
D. 0,0940 M
E. 0,1012 M

18. Pada 2027, Eko, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik kosmetik, memindahkan isopropanol dari botol stok 5 L ke botol semprot kaca 250 mL untuk membersihkan permukaan meja. Lembar data keselamatan (SDS) bahan itu menyatakan: cairan dan uap sangat mudah menyala, serta menyebabkan iritasi mata yang serius.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Piktogram yang paling tepat dicantumkan pada label botol semprot adalah ....

A. nyala di atas lingkaran (pengoksidasi) dan tanda seru (iritan)
B. nyala api (mudah menyala) dan tanda seru (iritan)
C. nyala api (mudah menyala) dan korosi (merusak jaringan)
D. tengkorak dan tulang bersilang (racun akut) dan tanda seru
E. tabung gas (gas bertekanan) dan tanda seru (iritan)

19. Pada 2027, Indra, analis di laboratorium sebuah usaha pencucian film, menetapkan perak dalam limbah. Tiga porsi limbah, masing-masing 25,00 mL, diendapkan dengan NaCl

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sedikit berlebih sebagai AgCl, disaring dengan krus saring, dikeringkan sampai bobot tetap, dan ditimbang bersama krusnya. Ar: Ag 108; Cl 35,5.

Ulangan	Massa krus kosong (g)	Massa krus + AgCl (g)
1	24,5120	24,8301
2	25,1034	25,4238
3	24,7762	25,0953

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar perak rata-rata dalam limbah itu adalah ....

A. 3,16 g/L
B. 12,8 g/L
C. 17,0 g/L
D. 9,61 g/L
E. 756 g/L

20. Pada 2027, Lina, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman, menyiapkan tiga botol kerja HCl: 100 mL HCl 12 M dari botol stok 2,5 L, 250 mL HCl 2 M, dan 500 mL HCl 0,1 M hasil pengenceran. SDS latihan: HCl ≥ 3 M → korosi dan tanda seru, kata sinyal BAHAYA; 0,5 M sampai kurang dari 3 M → tanda seru, kata sinyal PERINGATAN; kurang dari 0,5 M → tidak diklasifikasikan (tanpa piktogram dan kata sinyal). Piktogram dan kata sinyal label mengikuti SDS larutan pada konsentrasi yang dipakai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

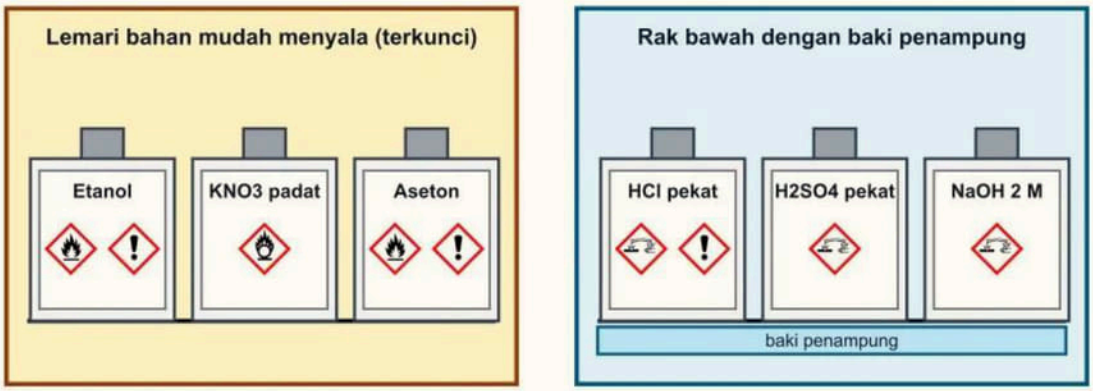
☐ A. Botol HCl 0,1 M cukup memuat nama dan konsentrasi, tanpa tanggal dan nama pembuat karena tidak berpiktogram
☐ B. Botol HCl 12 M berukuran 100 mL tetap berpiktogram korosi dan tanda seru serta berkata sinyal BAHAYA
☐ C. Botol HCl 2 M berpiktogram tanda seru dan berkata sinyal PERINGATAN menurut SDS latihan itu
☐ D. Botol HCl 0,1 M tidak wajib berpiktogram, tetapi tetap memuat nama, konsentrasi, tanggal, dan pembuat
☐ E. Botol HCl 2 M harus berpiktogram korosi dan berkata sinyal BAHAYA supaya sama dengan botol stok

21. Pada 2027, Tio, auditor K3 di laboratorium sebuah pabrik pelumas, memotret dua tempat simpan seperti gambar. SOP laboratorium itu: (1) bahan mudah menyala hanya disimpan di lemari bahan mudah menyala; (2) pengoksidasi tidak boleh satu ruang dengan bahan mudah menyala; (3) asam pekat dan basa pekat tidak boleh berdampingan; (4) bahan korosif ditaruh di rak bawah berbaki penampung.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Temuan audit yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Dua tempat simpan yang diaudit (tiap botol: nama bahan dan piktogram pada labelnya)



Urutan botol dari kiri ke kanan seperti pada gambar.

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. KNO_3 bertanda nyala di atas lingkaran dikeluarkan dari lemari karena pengoksidasi tidak boleh satu ruang dengan pelarut

☐ B. KNO_3 boleh tetap di lemari karena, seperti kedua pelarut, labelnya bergambar nyala sehingga dianggap satu kelompok

☐ C. NaOH 2 M berada di sebelah H_2SO_4 pekat sehingga basa pekat dan asam pekat perlu dipisahkan letaknya

☐ D. Rak bawah sudah memenuhi SOP seluruhnya karena semua botol di dalamnya bertanda korosi dan berbaki

☐ E. Etanol dan aseton boleh tetap di lemari terkunci karena keduanya bahan mudah menyala yang tidak saling bereaksi

22. Pada 2027, Joko, analis di laboratorium sebuah pabrik pewarna tekstil, mengendapkan ion barium dalam 50,00 mL air limbah dengan H_2SO_4 berlebih sebagai $BaSO_4$. Setelah disaring dan dipijarkan sampai bobot tetap, massa $BaSO_4$ 0,4660 g. Ar: Ba 137; S 32; O 16.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa barium dalam 50,00 mL limbah itu adalah ....

A. 0,274 g
B. 0,192 g
C. 0,466 g
D. 0,793 g
E. 0,137 g

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Pada 2027, Rina, analis di laboratorium sebuah pabrik susu bubuk, menimbang 2,000 g sampel, mengendapkan kalsiumnya sebagai kalsium oksalat, lalu memijarkannya sampai menjadi CaO. Massa CaO pada bobot tetap 0,0420 g. Ar: Ca 40; O 16; C 12.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Massa kalsium dalam sampel 0,0300 g, sehingga kadar kalsium 1,50 %.	○	○
Bila kadar dinyatakan sebagai $CaCO_3$, massa $CaCO_3$ dihitung dengan mengalikan 0,0420 g dengan 56 ÷ 100.	○	○
Bila pemijaran belum sempurna sehingga sebagian endapan masih berupa $CaCO_3$, kadar kalsium terhitung terlalu tinggi.	○	○

24. Pada 2027, Hadi, analis di laboratorium sebuah pabrik pupuk, akan menetapkan magnesium dalam 100,0 mL larutan sampel yang menurut catatan mengandung Mg 1,20 g/L. Mg diendapkan sebagai $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$, lalu dipijarkan sampai bobot tetap menjadi $Mg_2P_2O_7$ sebagai bentuk timbang. Ar: Mg 24; P 31; O 16. Mr $Mg_2P_2O_7$ = 222.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Massa $Mg_2P_2O_7$ yang diperkirakan adalah 0,555 g bila catatan konsentrasi magnesium itu benar

☐ B. $Mg_2P_2O_7$ dipilih sebagai bentuk timbang karena rumusnya pasti dan stabil setelah pemijaran sampai bobot tetap

☐ C. Faktor gravimetri Mg terhadap $Mg_2P_2O_7$ adalah 24 ÷ 222 karena setiap rumus memuat satu atom Mg

☐ D. Massa endapan dihitung dengan mengalikan massa Mg dengan faktor gravimetri karena endapan lebih berat daripada Mg

☐ E. Bila faktor yang dipakai 24 ÷ 222, massa endapan yang diperkirakan menjadi 1,11 g, dua kali nilai yang benar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

25. Pada 2027, Nurul, analis di laboratorium sebuah instalasi pengolahan air, memeriksa serbuk koagulan berbasis aluminium. Aluminium dari 0,8000 g sampel (kadar Al menurut label 12,0 %) diendapkan sebagai $Al(OH)_3$, lalu dipijarkan sampai bobot tetap menjadi Al_2O_3. Ar: Al 27; O 16.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa Al_2O_3 yang diperkirakan akan ditimbang bila label benar adalah ....

A. 0,0508 g
B. 0,0960 g
C. 0,181 g
D. 0,363 g
E. 1,51 g

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	___ / 7	Ulangi hlm. 72
Sub bab 2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator	7, 9, 10, 12, 14, 15, 17	___ / 7	Ulangi hlm. 85
Sub bab 2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram	11, 13, 16, 18, 20, 21	___ / 6	Ulangi hlm. 99
Sub bab 2.4 · Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri	19, 22, 23, 24, 25	___ / 5	Ulangi hlm. 114

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 3 · Analisis Titrimetri dan Gravimetri

SMKKA-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menerapkan prinsip dan prosedur titrasi penetralan beserta perhitungan kadarnya
- menerapkan prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi (permanganometri dan iodometri)
- mengolah dan melaporkan data titrasi serta menilai kesesuaiannya dengan batas mutu
- menganalisis prinsip dan prosedur gravimetri metode penguapan dan pengendapan

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Prinsip dan prosedur titrasi penetralan
3.2	Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi
3.3	Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi
3.4	Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan

SMKKA-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 3, analisis titrimetri dan gravimetri) meminta kamu **menjelaskan prinsip titrasi penetralan**, **menerapkan prosedurnya**, dan **menganalisis kesalahan prosedur** yang membuat hasil tidak benar. Tingkat berpikirnya mulai dari pemahaman (mengapa indikator berubah warna?), penerapan (menghitung kadar dari volume titran), sampai penalaran (mengapa hasil seorang analis selalu lebih tinggi daripada analis lain?).

Pola soal yang sering muncul: (1) **memilih atau menilai indikator** dengan melihat trayek pH dan pH titik ekuivalen; (2) **menghitung kadar** dari data titrasi, termasuk faktor pengenceran dan asam yang melepas lebih dari satu proton; (3) **menilai kebiasaan kerja**: buret tidak dibilas, ada gelembung, titik akhir terlewati, lalu menentukan hasilnya menjadi terlalu tinggi atau terlalu rendah. Soal jenis ini termasuk yang paling sulit di bab ini karena satu langkah yang terlewat langsung mengubah arah kesalahan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan titrasi penetralan, titik ekuivalen, titik akhir, dan peran indikator pada tingkat partikel;
- memilih indikator dari kurva titrasi dan trayek pH;
- menjalankan dan mengurutkan prosedur titrasi, lalu menghitung kadar analit, termasuk titrasi balik;
- menentukan akibat suatu kesalahan prosedur terhadap hasil titrasi.

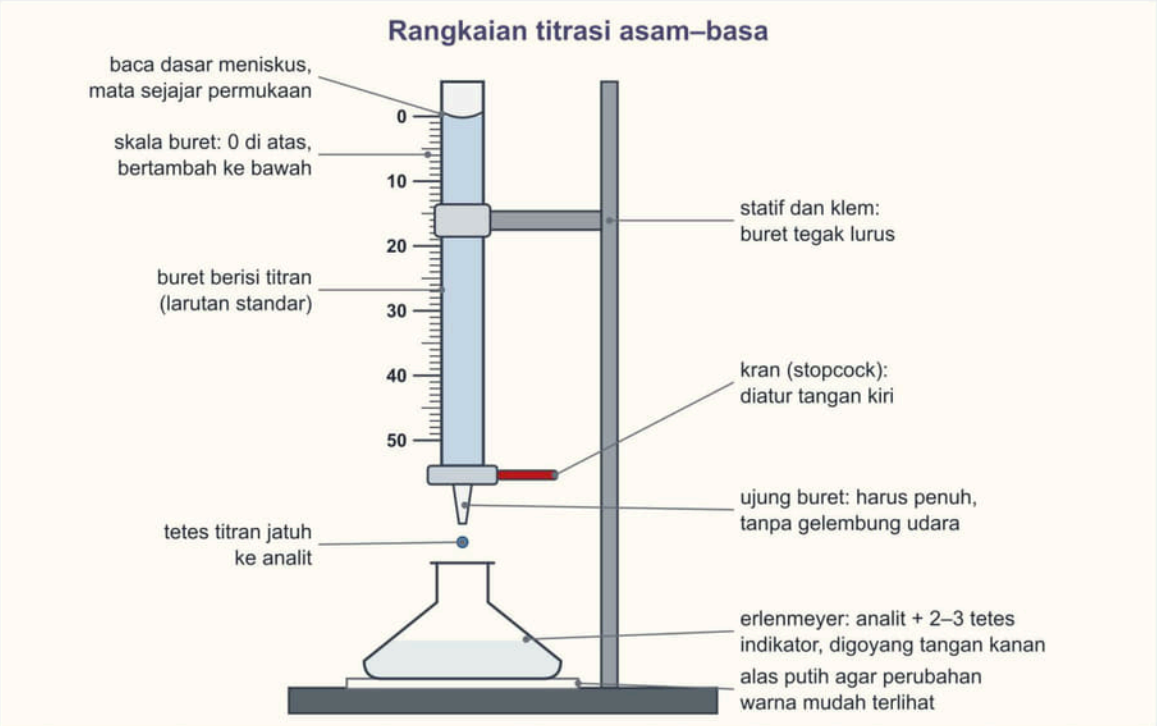
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Di laboratorium pangan, farmasi, dan lingkungan, pertanyaan "berapa kadar asamnya?" muncul setiap hari. Jawabannya sering diperoleh dengan cara yang sudah berumur lebih dari seratus tahun tetapi masih sangat andal: **titrasi**. Kita tidak menimbang atau memotret zatnya. Kita **mengukur volume** larutan yang bereaksi dengannya, lalu menghitung kadarnya. Satu perangkat sederhana (buret, erlenmeyer, indikator) dapat memberi hasil yang teliti sampai sepersepuluh persen, asalkan prosedurnya benar.

1. Istilah dasar dan perangkat titrasi

Titrasi adalah proses menambahkan larutan yang konsentrasinya diketahui secara tepat sedikit demi sedikit ke larutan yang akan ditetapkan, sampai reaksi keduanya tepat selesai. Larutan yang konsentrasinya diketahui disebut **titran** (*titrant*) atau larutan standar, ditaruh di **buret**. Larutan yang akan ditetapkan disebut **analit** atau titrat (*analyte*), diukur volumenya dengan pipet lalu dimasukkan ke **erlenmeyer** (Gambar 3.1).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.1 Rangkaian titrasi asam–basa: titran di buret, analit dan indikator di erlenmeyer di atas alas putih. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Titrasi penetralan adalah titrasi yang memakai reaksi asam dengan basa, yaitu reaksi penetralan. Namanya di buku kimia lain: titrasi **asam–basa**, atau **asidi-alkalimetri**. Bila titrannya asam dan analitnya basa, itu **asidimetri** (contoh: HCl untuk menetapkan kadar soda). Bila titrannya basa dan analitnya asam, itu **alkalimetri** (contoh: NaOH untuk menetapkan keasaman). Reaksi inti pada semua titrasi penetralan adalah reaksi ion hidrogen dengan ion hidroksida:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

Agar hitungannya sah, reaksi yang dipakai harus memenuhi empat syarat: berjalan **sempurna** menurut persamaan reaksi yang pasti, berjalan **cepat**, tidak ada reaksi samping, dan ada cara yang jelas untuk **mengetahui kapan reaksi selesai**. Syarat terakhir dipenuhi oleh indikator.

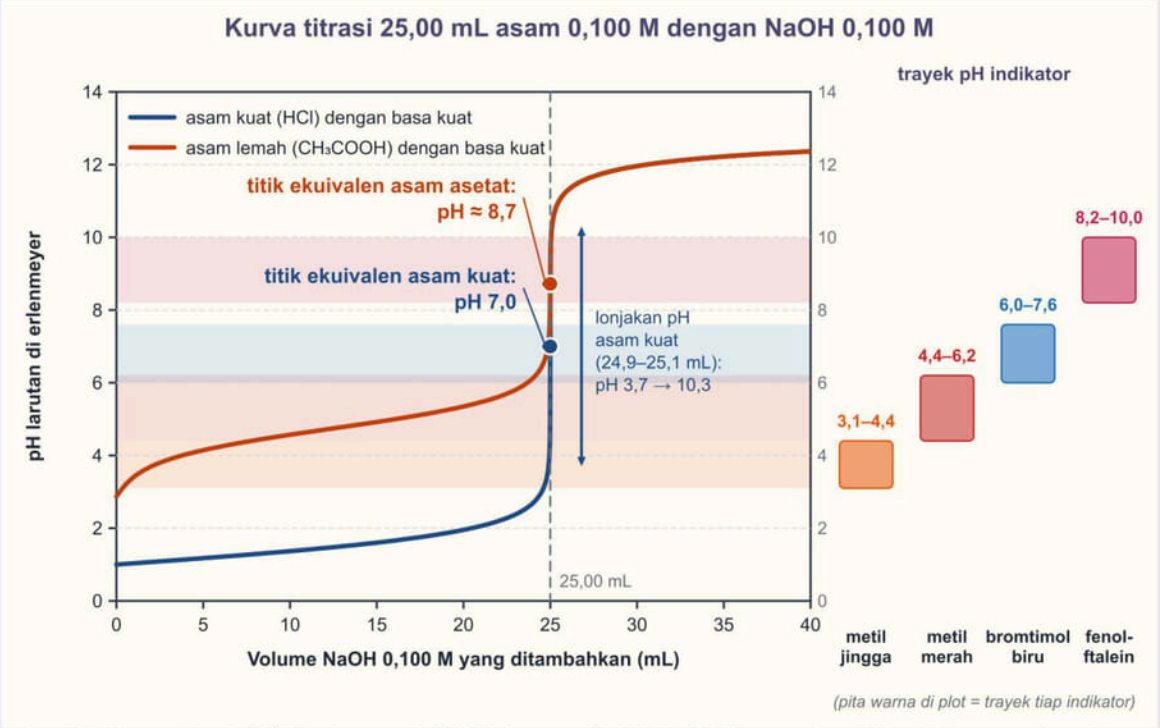
2. Titik ekuivalen, titik akhir, dan kurva titrasi

Titik ekuivalen (*equivalence point*) adalah saat jumlah mol titran yang ditambahkan tepat setara dengan jumlah mol analit menurut persamaan reaksi. Titik ini hanya ada di teori. **Titik akhir** (*end point*) adalah saat kita **berhenti** karena indikator berubah warna. Kita berharap titik akhir sedekat mungkin dengan titik ekuivalen. Selisih keduanya disebut **galat titrasi**. Indikator yang dipilih dengan benar membuat galat itu sangat kecil, kira-kira kurang dari satu tetes (±0,05 mL).

Untuk memahami mengapa indikator bisa bekerja, perhatikan **kurva titrasi**, yaitu grafik pH larutan di erlenmeyer terhadap volume titran yang ditambahkan (Gambar 3.2). Gambar itu menunjukkan 25,00 mL larutan asam 0,100 M yang dititrasi dengan NaOH 0,100 M. Nilai pH dihitung dari stoikiometri dan tetapan asam, sehingga gambar ini adalah kurva konsep yang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mendekati hasil nyata.



Gambar 3.2 Kurva titrasi 25,00 mL asam 0,100 M dengan NaOH 0,100 M: asam kuat (biru) dan asam lemah seperti asam asetat (jingga), disertai trayek pH empat indikator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada tiga hal yang harus kamu baca dari gambar itu.

Pertama, bentuk kurva. Pada awal titrasi, pH naik pelan-pelan karena masih banyak asam yang menetralkan basa yang masuk. Di dekat titik ekuivalen terjadi **lonjakan pH**: untuk asam kuat, pH berubah dari sekitar 3,7 menjadi sekitar 10,3 hanya karena penambahan 0,2 mL (dari 24,9 mL menjadi 25,1 mL). Sesudah itu pH naik pelan lagi karena larutan sudah mengandung basa berlebih. Karena lonjakan sangat curam, tetes terakhir saja menentukan perubahan warna indikator.

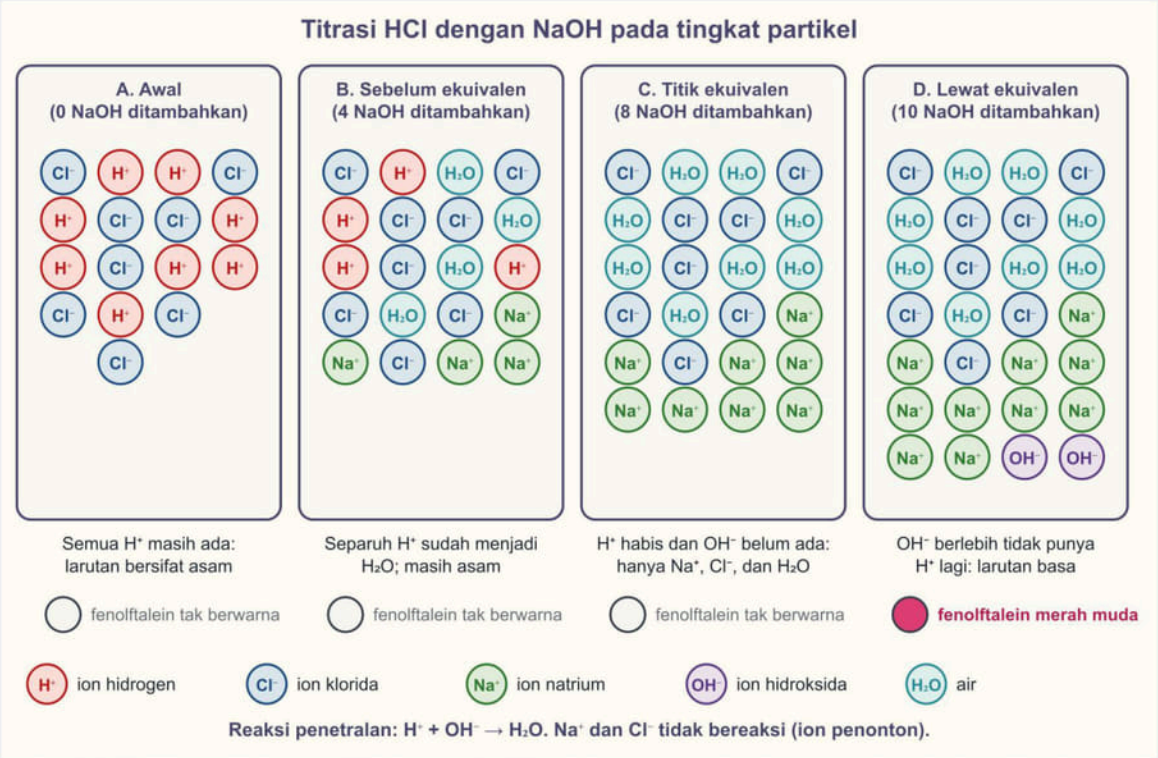
Kedua, pH di titik ekuivalen tidak selalu 7. Pada asam kuat dengan basa kuat, garam yang terbentuk (NaCl) bersifat netral sehingga pH titik ekuivalen 7,00. Pada asam lemah dengan basa kuat, garam yang terbentuk (misalnya natrium asetat) mengandung anion yang bereaksi dengan air menghasilkan OH^-, sehingga larutan bersifat sedikit basa dan pH titik ekuivalen lebih dari 7 (sekitar 8,7 pada gambar). Sebaliknya, pada basa lemah dengan asam kuat (misalnya amonia dengan HCl), garamnya bersifat asam lemah sehingga pH titik ekuivalen kurang dari 7.

Ketiga, lonjakan asam lemah lebih pendek dan terletak di sisi basa. Pada gambar, lonjakan untuk asam lemah kira-kira dari pH 7 sampai pH 10, bukan dari pH 4 sampai 10. Itulah sebabnya tidak semua indikator cocok untuk semua titrasi.

3. Yang terjadi di dalam erlenmeyer: tingkat partikel

Bayangkan titrasi larutan HCl dengan NaOH (Gambar 3.3). HCl terionisasi sempurna menjadi H^+ dan Cl^-. Setiap tetes NaOH membawa Na^+ dan OH^-. Ion OH^- segera bergabung dengan satu H^+ menjadi molekul air, sedangkan Na^+ dan Cl^- hanya "penonton" yang tetap berada di larutan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



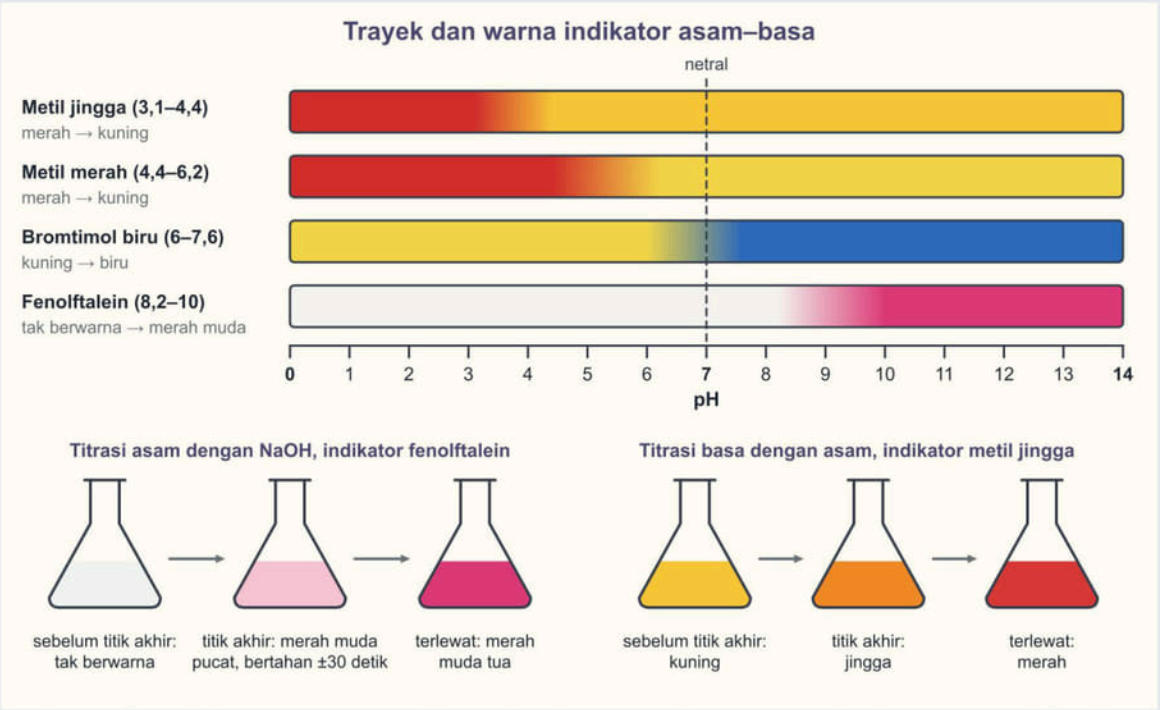
Gambar 3.3 Model partikel titrasi HCl dengan NaOH: sebelum, setengah jalan, tepat di titik ekuivalen, dan setelah titik ekuivalen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada awal titrasi hanya ada H^+ dan Cl^-. Makin banyak NaOH ditambahkan, makin sedikit H^+ yang tersisa. Di **titik ekuivalen**, semua H^+ sudah menjadi air, dan larutan hanya berisi Na^+, Cl^-, dan air: tidak ada kelebihan asam maupun basa. Satu tetes NaOH lagi (setelah titik ekuivalen) memunculkan OH^- yang **tidak lagi punya H^+ untuk dinetralkan**. Kelebihan OH^- inilah yang menaikkan pH dengan cepat dan membuat indikator tertentu berubah warna.

4. Memilih indikator

Indikator asam–basa adalah asam atau basa organik lemah yang bentuk terionnya berbeda warna dengan bentuk tak terionnya. Karena kesetimbangan kedua bentuk dipengaruhi pH, warna larutan berubah ketika pH melewati daerah tertentu yang disebut **trayek perubahan warna**, biasanya selebar sekitar dua satuan pH (Gambar 3.4).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.4 Trayek dan warna empat indikator (atas) serta perubahan warna di erlenmeyer untuk fenolftalein dan metil jingga (bawah). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aturan memilih indikator hanya satu: **trayek indikator harus berada di dalam lonjakan pH dan mencakup (atau sangat dekat dengan) pH titik ekuivalen.** Dengan aturan itu:

- **Asam kuat dengan basa kuat:** lonjakannya lebar, sehingga indikator seperti bromtimol biru atau fenolftalein cocok.
- **Asam lemah dengan basa kuat** (misalnya asam asetat dengan NaOH): pH titik ekuivalen lebih dari 7, sehingga dipakai **fenolftalein** (8,2–10,0). Indikator yang berubah pada pH lebih rendah, seperti metil jingga atau bromtimol biru, berubah warna **sebelum** titik ekuivalen. Titrasi berhenti terlalu cepat, volume titran terlalu kecil, dan kadar terhitung **terlalu rendah**.
- **Basa lemah dengan asam kuat** (misalnya amonia dengan HCl): pH titik ekuivalen kurang dari 7, sehingga dipakai **metil merah** atau **metil jingga**. Fenolftalein berubah warna di sekitar pH 8–10, padahal pH titik ekuivalennya hanya sekitar 5. Larutan sudah melewati pH 8 sebelum titik ekuivalen, sehingga warna merah muda hilang terlalu awal, titrasi berhenti terlalu cepat, dan kadar terhitung **terlalu rendah**.

Warna titik akhir juga harus mudah dikenali. Pada titrasi asam dengan NaOH memakai fenolftalein, titik akhirnya adalah **merah muda pucat yang bertahan sekitar 30 detik**. Merah muda tua berarti titik akhir sudah terlewat. Jumlah indikator cukup 2–3 tetes: indikator itu sendiri asam atau basa lemah, sehingga bila terlalu banyak, ia ikut bereaksi dengan titran dan mengubah hasil.

5. Prosedur titrasi langkah demi langkah

Gambar 3.5 merangkum urutan kerja. Setiap langkah ada alasannya, dan kesalahan pada tiap langkah mengubah hasil.



Gambar 3.5 Delapan langkah titrasi penetralan dari menyiapkan buret sampai menghitung kadar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Siapkan buret.** Buret yang bersih tidak menahan butir air di dinding bagian dalam. **Bilas**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

buret dua atau tiga kali dengan sedikit titran (sekitar 5 mL, putar agar seluruh dinding terbasahi), bukan dengan air suling saja. Sisa air suling akan mengencerkan titran sehingga konsentrasinya lebih kecil dari yang tertulis; akibatnya volume titran yang terpakai lebih besar dan kadar terhitung **terlalu tinggi**. Isi buret melewati garis nol, lalu lepaskan corong supaya tetesan dari corong tidak menambah volume.

2. **Keluarkan gelembung udara** dari ujung buret dengan membuka kran sebentar. Gelembung yang masih ada saat pembacaan awal lalu ikut keluar saat titrasi membuat volume tercatat lebih besar dari volume cairan yang benar-benar bereaksi, sehingga hasil **terlalu tinggi**. Atur permukaan pada nol atau sedikit di bawahnya (tidak perlu tepat nol), tunggu sekitar 30 detik, lalu catat **bacaan awal** pada dasar meniskus dengan mata sejajar permukaan.
3. **Siapkan analit.** Pipet volume analit dengan **pipet volumetrik yang sudah dibilas dengan analit itu sendiri**, lalu pindahkan ke erlenmeyer. Erlenmeyer **boleh basah oleh air suling**, karena air tidak mengubah **jumlah mol** analit yang dititrasi (hanya mengubah volume total). Tambahkan 2–3 tetes indikator dan taruh erlenmeyer di atas alas putih agar perubahan warna terlihat jelas.
4. **Titrasi cepat pada awal.** Tangan kiri mengatur kran buret, tangan kanan menggoyang erlenmeyer secara memutar (atau gunakan pengaduk magnetik). Di awal, titran boleh keluar agak cepat dalam tetesan kecil.
5. **Dekati titik akhir pelan-pelan.** Ketika warna indikator mulai muncul sesaat lalu hilang lagi di tempat titran jatuh, perlambat menjadi tetes demi tetes, bahkan setengah tetes. Bilas dinding erlenmeyer dengan sedikit air suling dari botol semprot agar tetesan yang menempel di dinding ikut bereaksi.
6. **Hentikan di titik akhir**, yaitu ketika warna perubahan bertahan sekitar 30 detik. Jangan memaksa sampai warna tua: titik akhir yang terlewat berarti titran berlebih.
7. **Baca akhir** buret dengan cara yang sama seperti bacaan awal, setelah menunggu sekitar 30 detik agar cairan di dinding turun. **Volume titran = bacaan akhir − bacaan awal.**
8. **Ulangi** (duplo atau triplo) dengan buret diisi kembali dari titran yang sama, sampai selisih volume memenuhi SOP. Setelah itu hitung kadarnya.

6. Menghitung hasil titrasi

Dasar hitungan selalu **mol**. Dari persamaan reaksi, tentukan perbandingan mol titran dan analit, lalu terapkan langkah berikut:

1. Hitung **mol titran** dari konsentrasi dan volume yang terpakai (M × V; bila V dalam mL hasilnya milimol).
2. Ubah menjadi **mol analit** dengan perbandingan koefisien persamaan reaksi.
3. Hitung **konsentrasi** atau **massa** analit di dalam bagian yang dititrasi.
4. Kalikan dengan **faktor pengenceran** bila analit diencerkan atau hanya sebagian yang dipipet, lalu nyatakan hasil dalam satuan yang diminta (M, % b/v, g/L, mg/100 mL).

Perbandingan mol bergantung pada banyak proton atau hidroksida yang bereaksi:

- Asam asetat, asam laktat, HCl: 1 mol asam melepas 1 mol H^+ (1 : 1 dengan NaOH). Asam

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

asetat, CH_3COOH, memiliki empat atom H tetapi hanya satu yang bersifat asam.

- Asam sulfat dan asam oksalat, malat, serta tartrat melepas 2 mol H^+, sehingga 1 mol asam butuh 2 mol NaOH; asam sitrat melepas 3 mol H^+.
- Natrium karbonat bereaksi dengan HCl dalam dua tahap: $Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaHCO_3 + NaCl$, lalu $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$. Dengan indikator **metil jingga**, kedua tahap terhitung, sehingga 1 mol $Na_2CO_3 \triangleq 2$ mol HCl. Dengan fenolftalein hanya tahap pertama (1 mol $Na_2CO_3 \triangleq 1$ mol HCl).

Rumus lama $M_1V_1 = M_2V_2$ hanya benar bila perbandingan molnya 1 : 1. Bila tidak, lebih aman menghitung lewat mol, seperti pada contoh di bawah.

7. Titrasi balik

Ada analit yang tidak dapat dititrasi langsung: berupa padatan yang sukar larut (misalnya kalsium karbonat atau magnesium hidroksida di tablet), reaksinya lambat, atau titik akhirnya tidak jelas. Pada **titrasi balik** (*back titration*), kita menambahkan pereaksi **berlebih dengan jumlah yang diketahui pasti** sampai semua analit bereaksi, lalu **sisa pereaksi itu dititrasi** dengan titran lain. Misalnya, tablet antasid direaksikan dengan HCl berlebih; sisa HCl dititrasi dengan NaOH standar. Jumlah analit dihitung dari selisihnya:

mol HCl yang bereaksi dengan analit = mol HCl yang ditambahkan − mol NaOH yang terpakai (mol HCl sisa).

Kesalahan yang umum: lupa mengurangkan, atau memakai mol HCl total seolah-olah semuanya bereaksi dengan analit.

8. Sumber galat dan arah kesalahannya

Kemampuan menalar arah kesalahan adalah inti soal penalaran. Cara menalarnya selalu sama: **apakah volume titran yang tercatat menjadi lebih besar atau lebih kecil dari seharusnya?** Hasil kadar mengikuti arah volume itu.

Kejadian	Volume titran tercatat	Kadar analit terhitung
Buret hanya dibilas air suling	lebih besar (titran terencerkan)	terlalu tinggi
Gelembung di ujung buret ikut keluar	lebih besar	terlalu tinggi
Titik akhir terlewat (warna merah tua)	lebih besar	terlalu tinggi
Indikator berubah sebelum titik ekuivalen	lebih kecil	terlalu rendah
Tetes menggantung di ujung buret saat pembacaan akhir (tidak sampai ke erlenmeyer)	lebih besar	terlalu tinggi
Pipet dibilas air suling, bukan analit	lebih kecil (analit yang dipipet terencerkan, mol berkurang)	terlalu rendah
Erlenmeyer basah oleh air suling	tidak berubah	tidak terpengaruh

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Satu catatan tambahan. **NaOH bukan standar primer**: padatannya menyerap air dan CO_2 dari udara sehingga kadar sebenarnya tidak pasti, dan larutannya perlu **dibakukan** (distandardisasi), misalnya dengan kalium hidrogen ftalat. Wadah NaOH harus ditutup rapat. Bila konsentrasi NaOH yang dipakai lebih besar dari yang sebenarnya, semua hasil kadar akan terlalu tinggi, walaupun cara titrasinya sudah benar.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: asam laktat dalam minuman yoghurt cair

Pada 2026, Bagas menetapkan keasaman minuman yoghurt cair yang dihitung sebagai asam laktat ($CH_3CH(OH)COOH$, Mr = 90, satu proton asam). Sebanyak 20,00 mL sampel diencerkan dengan air suling bebas CO_2 dalam labu ukur 200,0 mL. Dari larutan encer itu, 50,00 mL dipipet lalu dititrasi dengan NaOH yang sudah dibakukan, 0,0512 M, memakai fenolftalein. Volume NaOH tiga ulangan: 10,45; 10,50; dan 10,40 mL. Tentukan konsentrasi asam laktat dalam sampel asli dan kadarnya dalam % b/v. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Rata-rata volume.** (10,45 + 10,50 + 10,40) ÷ 3 = 10,45 mL.
2. **Mol NaOH.** 0,0512 M × 10,45 mL = 0,5350 mmol. Perbandingan asam laktat : NaOH = 1 : 1, jadi 0,5350 mmol asam laktat berada dalam 50,00 mL larutan encer.
3. **Faktor pengenceran.** Larutan encer 200,0 mL dibuat dari 20,00 mL sampel. Dari 50,00 mL yang dipipet, jumlah dalam seluruh labu = 0,5350 × (200,0 ÷ 50,00) = 2,140 mmol. Jumlah ini berasal dari 20,00 mL sampel asli.
4. **Konsentrasi sampel.** 2,140 mmol ÷ 20,00 mL = 0,1070 M.
5. **Kadar b/v.** Massa = 2,140 mmol × 90 mg/mmol = 192,6 mg dalam 20,00 mL, atau 0,9630 g per 100 mL.

Jawaban: 0,1070 M atau sekitar 0,963 % b/v. Cek akal sehat: tiga ulangan berselisih paling banyak 0,10 mL sehingga datanya konsisten, dan kadar asam laktat sekitar satu persen sesuai dengan sifat minuman fermentasi. Bila faktor pengenceran 4 terlupa, hasilnya hanya 0,0268 M, yaitu seperempat dari yang benar.

Contoh 2: kadar natrium karbonat dalam soda abu

Pada 2027, Yuda menetapkan kadar Na_2CO_3 dalam soda abu untuk menaikkan pH air kolam. Sebanyak 1,0500 g soda abu dilarutkan dalam labu ukur 250,0 mL. Sebanyak 25,00 mL larutan dititrasi dengan HCl 0,1000 M memakai metil jingga sampai warna berubah dari kuning menjadi jingga kemerahan. Volume HCl rata-rata 19,30 mL (Mr Na_2CO_3 = 106). Tentukan kadar Na_2CO_3. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Persamaan reaksi total.** $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$. Dengan metil jingga kedua tahap terhitung, jadi perbandingan Na_2CO_3 : HCl = 1 : 2.
2. **Mol HCl.** 0,1000 M × 19,30 mL = 1,930 mmol.
3. **Mol Na_2CO_3 dalam 25,00 mL.** 1,930 ÷ 2 = 0,9650 mmol.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Mol dalam seluruh labu 250,0 mL.** 0,9650 × (250,0 ÷ 25,00) = 9,650 mmol.
5. **Massa dan kadar.** 9,650 mmol × 106 mg/mmol = 1.022,9 mg = 1,0229 g. Kadar = 1,0229 ÷ 1,0500 × 100% = 97,42%.

Jawaban: kadar Na_2CO_3 ≈ 97,4%. Cek akal sehat: soda abu dagang tidak mungkin berkadar lebih dari 100%. Bila perbandingan 1 : 1 dipakai, hasilnya 194,8%, tidak masuk akal, dan itu langsung menunjukkan ada proton yang terlupa. Bila indikatornya fenolftalein, volume HCl hanya sekitar setengahnya.

Contoh 3: titrasi balik tablet antasid

Pada 2027, Salma memeriksa tablet antasid berlabel "magnesium hidroksida 200 mg". Satu tablet digerus dan ditambah 50,00 mL HCl 0,2000 M (berlebih), lalu diaduk sampai semua padatan bereaksi. Sisa HCl dititrasi dengan NaOH 0,1000 M memakai metil merah; volume NaOH 30,40 mL (Mr $Mg(OH)_2$ = 58). Tentukan massa $Mg(OH)_2$ dan persen terhadap label. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mol HCl yang ditambahkan.** 0,2000 M × 50,00 mL = 10,00 mmol.
2. **Mol HCl sisa** (sama dengan mol NaOH, perbandingan 1 : 1). 0,1000 M × 30,40 mL = 3,040 mmol.
3. **Mol HCl yang bereaksi dengan tablet.** 10,00 − 3,040 = 6,960 mmol.
4. **Mol $Mg(OH)_2$.** $Mg(OH)_2 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$, jadi 6,960 ÷ 2 = 3,480 mmol.
5. **Massa.** 3,480 mmol × 58 mg/mmol = 201,8 mg. Terhadap label: 201,8 ÷ 200 × 100% = 100,9%.

Jawaban: 201,8 mg, sekitar 100,9% dari label. Cek akal sehat: hasil dekat dengan label, sedangkan hasil yang salah seperti 290 mg (bila mol HCl total dipakai tanpa dikurangi sisa) langsung terlihat jauh dari label.

Contoh 4: pH titik ekuivalen dan pilihan indikator

Pada 2027, laboratorium sekolah menitrasi 25,00 mL asam asetat 0,0500 M dengan NaOH 0,0500 M. Tetapan asam asetat $K_a = 1{,}8 \times 10^{-5}$. Hitung pH di titik ekuivalen dan pilih indikator dari metil jingga (3,1–4,4), bromtimol biru (6,0–7,6), dan fenolftalein (8,2–10,0). *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

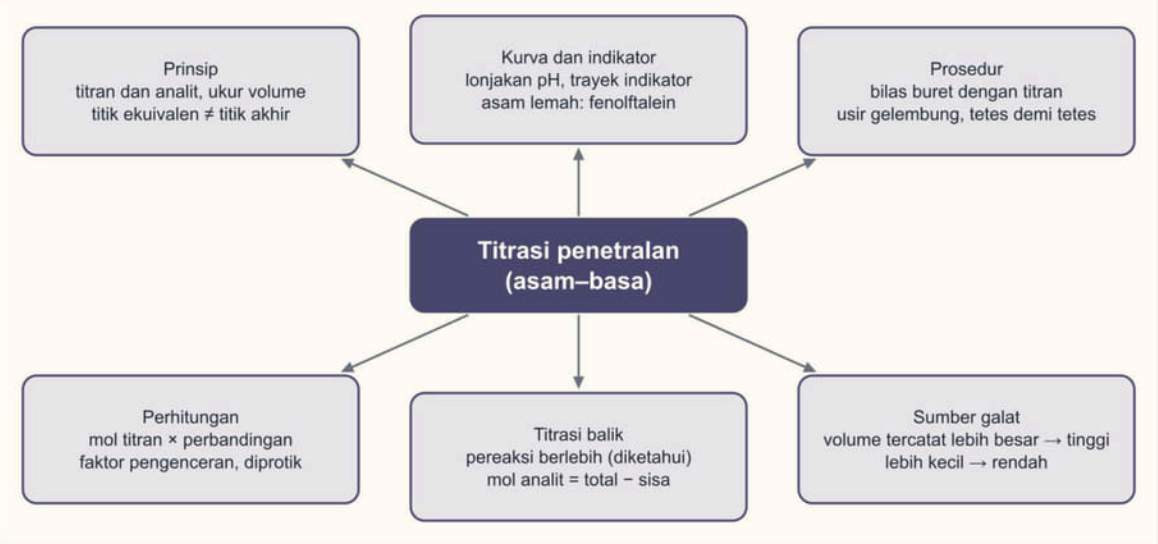
1. **Volume NaOH di titik ekuivalen.** Mol asam = mol basa, konsentrasi sama, jadi volume NaOH = 25,00 mL. Volume total = 50,00 mL.
2. **Konsentrasi natrium asetat.** (0,0500 × 25,00) ÷ 50,00 = 0,0250 M.
3. **Hidrolisis anion.** $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$, dengan $K_h = K_w \div K_a = 1{,}0 \times 10^{-14} \div 1{,}8 \times 10^{-5} = 5{,}6 \times 10^{-10}$.
4. **$[OH^-]$.** $[OH^-] = \sqrt{(K_h \times [\text{garam}])} = \sqrt{(5{,}6 \times 10^{-10} \times 0{,}0250)} = 3{,}7 \times 10^{-6}$ M.
5. **pH.** pOH = 5,43 sehingga pH = 14 − 5,43 = 8,57.
6. **Indikator.** Trayek yang mencakup 8,57 adalah fenolftalein (8,2–10,0). Metil jingga dan bromtimol biru berubah warna sebelum titik ekuivalen.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: pH titik ekuivalen 8,57; indikator fenolftalein. Cek akal sehat: garam dari asam lemah dan basa kuat harus bersifat basa lemah, jadi pH lebih dari 7; hasil 8,57 sesuai.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.6 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 3.6 Peta konsep titrasi penetralan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- Titrasi mengukur **volume titran** untuk menghitung **mol** analit; hitungan selalu lewat mol dan perbandingan koefisien reaksi.
- **Titik ekuivalen** (secara teori, mol setara) berbeda dari **titik akhir** (indikator berubah warna); indikator yang tepat membuat selisihnya sangat kecil.
- **Indikator dipilih** dari trayeknya: harus berada di dalam lonjakan pH dan mencakup pH titik ekuivalen. Asam lemah dengan basa kuat: fenolftalein. Basa lemah dengan asam kuat: metil merah atau metil jingga.
- **Buret** dibilas dengan titran, gelembung dikeluarkan, bacaan dilakukan pada dasar meniskus; pipet dibilas dengan analit; erlenmeyer boleh basah.
- Asam diprotik, karbonat, dan titrasi balik: perbandingan mol bukan selalu 1 : 1; pada titrasi balik, mol analit dihitung dari mol pereaksi total dikurangi mol sisa.
- **Arah kesalahan:** volume titran tercatat lebih besar berarti kadar terlalu tinggi; lebih kecil berarti terlalu rendah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal titrasi penetralan:

1. **Tulis persamaan reaksi** dan perbandingan mol (1 : 1, 1 : 2, dan seterusnya) sebelum menyentuh angka.
2. **Cari data volume dan konsentrasi**, lalu hitung mol titran; jangan lupa faktor pengenceran dan bagian yang dipipet.
3. **Untuk soal indikator**, cocokkan pH titik ekuivalen dengan trayek dan putuskan apakah indikator berubah sebelum atau sesudah titik ekuivalen.
4. **Untuk soal kebiasaan kerja**, tanyakan satu hal: apakah volume titran tercatat menjadi lebih besar atau lebih kecil?

Jebakan yang sering dipasang:

- **Faktor pengenceran dipakai dua kali, terbalik, atau dilupakan.**
- **Jumlah proton asam diprotik diabaikan** sehingga perbandingan 1 : 1 dipakai pada H_2SO_4 atau karbonat.
- **Alasan terbalik:** indikator yang benar, tetapi alasan "berubah sesudah titik ekuivalen" untuk indikator yang sebenarnya berubah sebelumnya.
- **Air suling pada erlenmeyer atau pipet dianggap sama:** erlenmeyer boleh basah, pipet tidak boleh dibilas air bila yang dipipet analit.
- **Mol HCl total dipakai pada titrasi balik** tanpa dikurangi sisa.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menitrasi 25,00 mL asam asetat dan mendapat 20,00 mL NaOH 0,100 M, lalu menyimpulkan "indikator bromtimol biru tidak masalah karena warnanya berubah dengan jelas". Yang tepat: jelas atau tidaknya warna tidak menentukan ketepatan; yang menentukan adalah apakah trayek 6,0–7,6 mencakup pH titik ekuivalen asam lemah (sekitar 8,7). Perubahan warna terjadi terlalu awal, sehingga volume NaOH lebih kecil dari seharusnya.

Educational Institutions

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan indikator dari data trayek dan pH titik ekuivalen. Pakai bagian 2 (kurva dan lonjakan) dan bagian 4 (memilih indikator).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Analis di laboratorium pabrik cuka (2027) menitrasi asam asetat dengan NaOH 0,1 M memakai bromtimol biru. Hasil kadar asamnya terus lebih rendah daripada hasil laboratorium rujukan. Dari kurva titrasi rujukan diketahui pH titik ekuivalen 8,7 dan pH melonjak tajam dari sekitar 7,5 sampai 10,0 di sekitar titik itu.

Indikator	Trayek pH perubahan warna
Metil jingga	3,1 – 4,4
Metil merah	4,4 – 6,2
Bromtimol biru	6,0 – 7,6
Fenolftalein	8,2 – 10,0
Alizarin kuning	10,1 – 12,0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang paling tepat adalah ....

A. Ganti dengan fenolftalein; bromtimol biru berubah warna sebelum titik ekuivalen
B. Ganti dengan fenolftalein; bromtimol biru berubah warna sesudah titik ekuivalen
C. Tetap bromtimol biru; selisih hasil berasal dari NaOH yang belum dibakukan
D. Ganti dengan metil merah; bromtimol biru berubah warna sesudah titik ekuivalen
E. Ganti dengan alizarin kuning; bromtimol biru berubah warna sebelum titik ekuivalen

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Indikator dipilih bila trayek perubahan warnanya berada di dalam lonjakan pH dan mencakup pH titik ekuivalen. Indikator yang berubah warna terlalu awal membuat titrasi dihentikan sebelum titik ekuivalen sehingga volume titran dan kadar terhitung lebih kecil.

Langkah:

1. Trayek fenolftalein 8,2–10,0 mencakup 8,7 dan berada di dalam lonjakan 7,5–10,0.
2. Bromtimol biru (6,0–7,6) berubah sebelum pH 8,7 → titrasi berhenti terlalu cepat → kadar terukur rendah, sesuai gejala.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Fenolftalein tepat, dan bromtimol biru berubah pada pH ≤ 7,6, sebelum titik ekuivalen 8,7 sehingga hasil terlalu rendah.
• **B.** ✗ Jebakan: indikator penggantinya benar, tetapi alasannya terbalik; bila berubah sesudah titik ekuivalen, hasilnya justru terlalu tinggi.
• **C.** ✗ Data trayek menunjukkan bromtimol biru tidak sesuai; gejala hasil selalu rendah dijelaskan oleh indikator, bukan oleh pembakuan.
• **D.** ✗ Metil merah (4,4–6,2) berubah lebih awal lagi, dan pernyataan "sesudah titik ekuivalen" salah.
• **E.** ✗ Jebakan: alasannya benar, tetapi trayek alizarin kuning (10,1–12,0) di luar lonjakan pH sehingga titik akhir terlambat.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu perbandingan mol atau arah volume titran, baru memilih jawaban.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik acar (2026) memeriksa cairan perendam yang berisi asam asetat. Sebanyak 10,00 mL cairan diencerkan dengan air suling dalam labu ukur 100,0 mL. Dari larutan encer itu, 25,00 mL dipipet lalu dititrasi dengan NaOH 0,100 M memakai indikator fenolftalein; volume NaOH rata-rata 20,00 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi asam asetat dalam cairan perendam asli adalah ....

A. 8,00 M
B. 0,800 M
C. 0,320 M
D. 0,200 M
E. 0,0800 M

2. Di laboratorium sebuah pabrik saus tomat (2026), siswa PKL menetapkan keasaman sampel dengan titrasi memakai NaOH standar di buret dan indikator fenolftalein. Hasilnya berulang kali lebih tinggi daripada hasil analis senior untuk sampel yang sama. Pembimbing mencatat kebiasaan kerja siswa itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kebiasaan yang dapat menyebabkan hasil terlalu tinggi adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Buret hanya dibilas air suling, tidak dibilas NaOH standar, sebelum diisi.
☐ B. Ada gelembung udara di ujung buret saat pembacaan awal yang kemudian ikut keluar.
☐ C. Erlenmeyer masih basah oleh air suling ketika sampel dipipet ke dalamnya.
☐ D. Titrasi dihentikan setelah larutan berwarna merah muda tua, bukan merah muda pucat.
☐ E. Pipet sampel hanya dibilas air suling, tidak dibilas sampel, sebelum dipakai.

Kunci singkat: 1. B 2. A, B, D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa erlenmeyer boleh basah oleh air suling, tetapi buret tidak boleh hanya dibilas air suling?
- Mengapa indikator yang berubah warna sebelum titik ekuivalen membuat kadar asam terhitung terlalu rendah?
- **Yang harus kuingat:** hitung lewat mol dan perbandingan koefisien; titik ekuivalen ≠ titik akhir; pilih indikator dari trayek dan pH titik ekuivalen; volume tercatat lebih besar berarti kadar terlalu tinggi.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-3.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi

SMKKA-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 3, analisis titrimetri dan gravimetri) meminta kamu **menjelaskan prinsip titrasi reduksi oksidasi (redoks)** dan **menerapkan prosedurnya** pada dua metode yang paling sering dipakai: **permanganometri** dan **iodometri atau iodimetri**. Level berpikirnya mulai dari pemahaman (mengapa suasana harus asam?), penerapan (menghitung kadar dari volume titran), sampai penalaran (mengapa amilum ditambahkan hanya menjelang titik akhir?).

Pola soal yang sering muncul: (1) **menilai rencana prosedur**, misalnya jenis asam yang boleh dipakai, kapan indikator ditambahkan, dan bagaimana mengenali titik akhir; (2) **menghitung kadar** dari data titrasi dengan perbandingan mol yang tidak 1 : 1; (3) **menalar kesalahan prosedur** dan arah pengaruhnya pada hasil. Satu perbandingan mol yang keliru atau satu langkah yang tertukar sudah cukup untuk membuat jawaban salah, sehingga soal jenis ini termasuk yang paling sulit di bab ini.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan reaksi redoks pada titrasi lewat bilangan oksidasi, setengah reaksi, dan perpindahan elektron;
- menguraikan prosedur dan kondisi permanganometri (suasana, suhu, titik akhir, pembakuan);
- membedakan iodometri dan iodimetri serta menjelaskan peran amilum dan tiosulfat;
- menghitung kadar analit dari data titrasi redoks dan menentukan arah pengaruh suatu kesalahan prosedur.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Tidak semua zat yang perlu ditetapkan di laboratorium bersifat asam atau basa. Besi dalam tablet tambah darah, vitamin C dalam minuman, klorin aktif dalam kaporit, atau hidrogen peroksida dalam desinfektan tidak dapat dititrasi dengan NaOH atau HCl. Mereka bereaksi dengan cara lain: **memberi atau menerima elektron**. Titrasi yang memakai reaksi semacam itu disebut **titrasi reduksi oksidasi** atau **titrasi redoks**. Cara kerja titrasinya sama seperti titrasi penetralan (titran di buret, analit di erlenmeyer, hitung lewat mol), tetapi reaksinya, indikatornya, dan syarat suasananya berbeda.

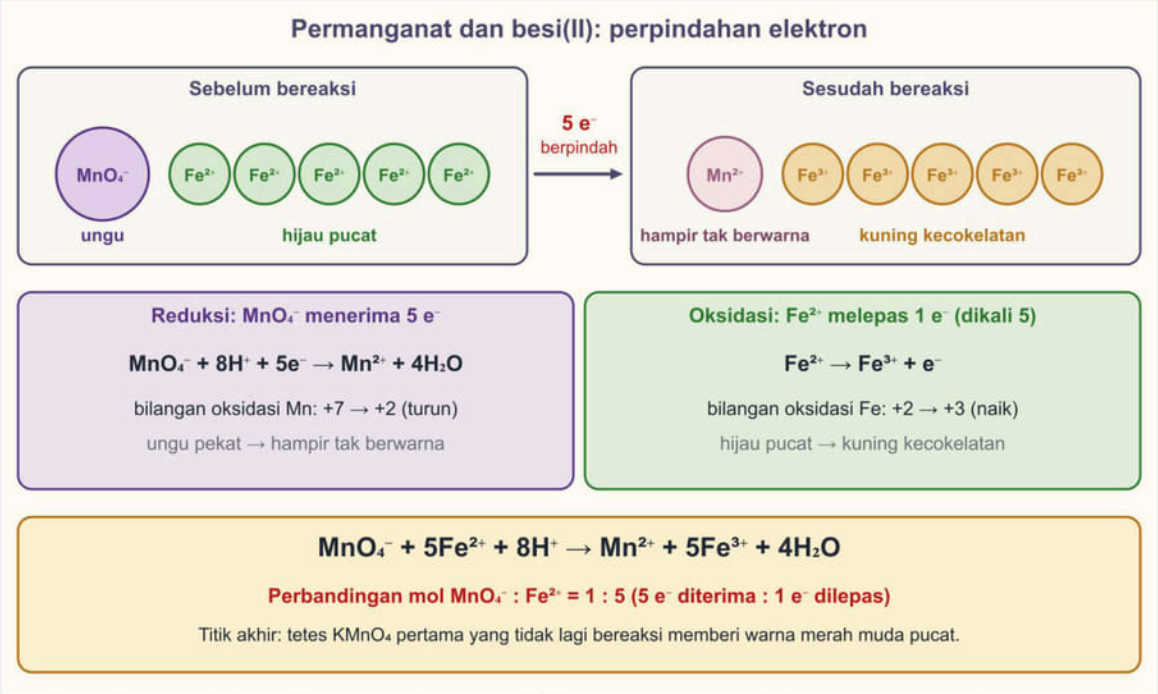
1. Bilangan oksidasi dan setengah reaksi

Oksidasi adalah pelepasan elektron (bilangan oksidasi naik). **Reduksi** adalah penerimaan elektron (bilangan oksidasi turun). Keduanya selalu terjadi bersamaan: zat yang melepas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

elektron disebut **reduktor** (ia sendiri teroksidasi), zat yang menerima elektron disebut **oksidator** (ia sendiri tereduksi). **Bilangan oksidasi** adalah muatan yang dimiliki suatu atom bila semua elektron ikatan dianggap milik atom yang lebih elektronegatif; perubahan bilangan oksidasi menunjukkan berapa elektron berpindah.

Reaksi redoks ditulis sebagai dua **setengah reaksi**, satu untuk pelepasan dan satu untuk penerimaan elektron. Dua pasangan yang menjadi dasar bagian ini adalah permanganat dengan besi(II) (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Perpindahan elektron dari lima ion Fe^{2+} ke satu ion MnO_4^- dalam suasana asam beserta setengah reaksinya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Menyetarakan setengah reaksi permanganat dalam suasana asam dilakukan dalam lima langkah: (1) setarakan atom selain O dan H (satu Mn di kiri dan kanan); (2) tambahkan H_2O untuk menyetarakan O (4 H_2O di kanan); (3) tambahkan H^+ untuk menyetarakan H (8 H^+ di kiri); (4) tambahkan elektron untuk menyetarakan muatan (5 e^- di kiri); (5) kalikan setengah reaksi agar jumlah elektron sama, lalu jumlahkan. Hasilnya:

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (Mn: +7 → +2)

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ (dikalikan 5; Fe: +2 → +3)

$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$

Perhatikan bahwa perbandingan mol MnO_4^- : Fe^{2+} = **1 : 5**, bukan 1 : 1. Satu MnO_4^- dapat menerima lima elektron, sedangkan satu Fe^{2+} hanya dapat melepas satu.

2. Elektron sebagai dasar perhitungan

Pada titrasi redoks, kamu tidak perlu menghafal persamaan reaksinya satu per satu bila kamu menghitung **jumlah elektron per mol**. Pada titik ekuivalen, elektron yang dilepas reduktor sama dengan elektron yang diterima oksidator:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mol analit × (elektron per mol analit) = mol titran × (elektron per mol titran)

Tabel berikut memuat zat yang akan kamu temui pada sub bab ini.

Zat	Perubahan	Elektron per mol
MnO_4^- (suasana asam)	→ Mn^{2+}	5 diterima
Fe^{2+}	→ Fe^{3+}	1 dilepas
$C_2O_4^{2-}$ (oksalat)	→ $2CO_2$	2 dilepas
H_2O_2 (terhadap permanganat)	→ O_2	2 dilepas
I_2 (iodin)	→ $2I^-$	2 diterima
$S_2O_3^{2-}$ (tiosulfat)	→ $½S_4O_6^{2-}$	1 dilepas
$C_6H_8O_6$ (vitamin C)	→ $C_6H_6O_6$	2 dilepas
OCl^- (hipoklorit)	→ Cl^-	2 diterima

Contoh pemakaian: untuk Fe^{2+} dan MnO_4^-, mol Fe^{2+} × 1 = mol MnO_4^- × 5, jadi mol Fe^{2+} = 5 × mol MnO_4^-. Untuk I_2 dan tiosulfat, mol $S_2O_3^{2-}$ × 1 = mol I_2 × 2, jadi mol $S_2O_3^{2-}$ = 2 × mol I_2. Untuk vitamin C dan I_2, keduanya 2 elektron, sehingga perbandingannya 1 : 1.

3. Permanganometri: $KMnO_4$ sebagai titran

Permanganometri adalah titrasi redoks dengan larutan **kalium permanganat ($KMnO_4$)** sebagai titran. $KMnO_4$ adalah oksidator kuat yang berwarna **ungu pekat**, sedangkan ion Mn^{2+} hasil reduksinya hampir tidak berwarna. Karena itu $KMnO_4$ berfungsi sebagai **indikator bagi dirinya sendiri** (*autoindikator*). Selama masih ada reduktor, warna ungu tetes yang jatuh segera hilang. Ketika reduktor habis, tetes $KMnO_4$ berikutnya menetap sebagai **warna merah muda pucat yang bertahan sekitar 30 detik**. Itulah titik akhir. Tidak perlu indikator tambahan, dan menambahkan indikator asam–basa seperti fenolftalein tidak berguna.

$KMnO_4$ bukan standar primer. Padatannya hampir selalu mengandung sedikit MnO_2, dan larutannya perlahan terurai oleh cahaya, panas, dan bahan organik. Karena itu, larutan $KMnO_4$ disiapkan dengan cara yang hati-hati: dilarutkan, dipanaskan sebentar, didiamkan, disaring dengan krus kaca masir atau wol kaca (jangan dengan kertas saring, karena kertas organik mereduksi permanganat), disimpan dalam botol cokelat, lalu **dibakukan** sebelum dipakai.

Pembakuan $KMnO_4$ biasanya memakai natrium oksalat ($Na_2C_2O_4$) yang murni dan dikeringkan terlebih dahulu. Persamaan reaksinya:

$$2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

Perbandingan mol MnO_4^- : $C_2O_4^{2-}$ adalah **2 : 5**, sesuai tabel elektron (5 diterima oleh satu MnO_4^- dan 2 dilepas oleh satu oksalat).

4. Mengapa suasana harus asam, dan asam yang mana

Hasil reduksi permanganat bergantung pada pH larutan (Gambar 3.8). Hanya dalam **suasana asam kuat** produk akhirnya Mn^{2+} yang tak berwarna dan menerima lima elektron. Itulah dasar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

perhitungan stoikiometri. Dalam suasana netral atau basa lemah, produknya MnO_2 berupa **endapan cokelat** yang hanya menerima tiga elektron, sehingga perbandingan molnya tidak lagi sesuai dengan yang dihitung. Dalam suasana basa kuat, produknya MnO_4^{2-} yang berwarna hijau (satu elektron).

Hasil reduksi permanganat menurut suasana larutan

Suasana	Setengah reaksi permanganat	Hasil reduksi	e⁻ diterima	Dalam titrasi
Asam kuat (H_2SO_4 encer)	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	Mn^{2+} hampir tak berwarna	5	dipakai untuk titrasi
Netral atau basa lemah	$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	MnO_2 endapan cokelat	3	tidak dipakai: mol tak sesuai
Basa kuat	$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	MnO_4^{2-} larutan hijau	1	tidak dipakai

Mengapa memakai H_2SO_4 encer?

- HCl tidak dipakai: ion Cl^- ikut dioksidasi menjadi Cl_2 sehingga $KMnO_4$ terpakai berlebih (kadar terhitung terlalu tinggi).
- HNO_3 tidak dipakai: HNO_3 sendiri oksidator dan dapat mengubah analit.
- Ion SO_4^{2-} tidak bereaksi dengan permanganat. Endapan cokelat selama titrasi berarti asam kurang: ulangi titrasi.

Gambar 3.8 Hasil reduksi permanganat menurut suasana larutan. Hanya suasana asam kuat yang dipakai untuk titrasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

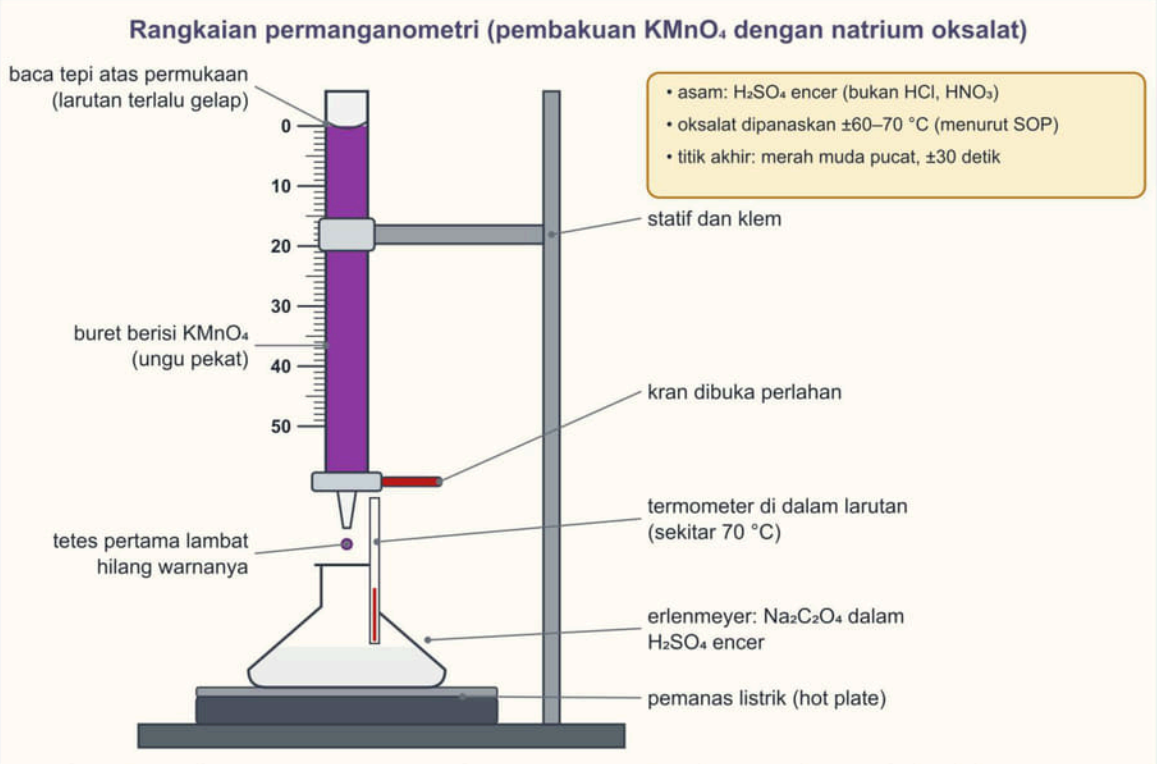
Maka muncul dua aturan penting:

1. **Suasana asam dibuat dengan H_2SO_4 encer.** Ion sulfat tidak bereaksi dengan permanganat.
2. **HCl tidak dipakai.** Ion klorida dapat dioksidasi oleh permanganat menjadi gas klor, sehingga sebagian $KMnO_4$ terpakai untuk reaksi yang tidak diinginkan; volume titran menjadi terlalu besar dan kadar analit terhitung **terlalu tinggi**. **HNO_3 juga tidak dipakai** karena ia sendiri oksidator dan dapat mengubah analit.

Bila di tengah titrasi terbentuk **endapan cokelat** (MnO_2), artinya asamnya kurang. Titrasi tidak boleh diteruskan: perbandingan mol sudah berubah dan titrasi diulang dengan asam yang cukup.

5. Prosedur permanganometri

Gambar 3.9 menunjukkan rangkaian untuk membakukan $KMnO_4$ dengan natrium oksalat.



Gambar 3.9 Rangkaian permanganometri: buret berisi $KMnO_4$, erlenmeyer berisi oksalat dalam H_2SO_4 yang dipanaskan sekitar 70 °C. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Larutan oksalat** (massa teliti $Na_2C_2O_4$ dalam air) diasamkan dengan H_2SO_4 encer, lalu dipanaskan sampai sekitar 60–70 °C (menurut SOP). Pemanasan diperlukan karena reaksi dengan oksalat lambat pada suhu kamar. Suhu tidak boleh jauh melebihi 70 °C karena oksalat mulai terurai sendiri sehingga kadar terhitung keliru.
2. **Titrasi dimulai** dengan $KMnO_4$ dari buret. **Tetes-tetes pertama sangat lambat kehilangan warna ungunya.** Ini normal, bukan tanda ada yang salah. Reaksinya dikatalisis oleh ion Mn^{2+} yang terbentuk (**autokatalis**): setelah ada sedikit Mn^{2+}, reaksi berikutnya berlangsung cepat. Karena itu tetes pertama diberi waktu sampai warnanya hilang, baru tetes berikutnya.
3. **Dekati titik akhir** pelan-pelan, tetes demi tetes, sampai satu tetes menimbulkan warna

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

merah muda pucat yang bertahan sekitar 30 detik. Warna ungu pekat seperti di buret berarti titik akhir sudah jauh terlewat.

4. **Pembacaan buret:** larutan $KMnO_4$ terlalu gelap untuk melihat dasar meniskus, sehingga pembacaan dilakukan pada **tepi atas** permukaan cairan, dengan cara yang sama untuk bacaan awal dan akhir.

Penetapan besi(II) dilakukan dengan cara yang sama: sampel (misalnya tablet yang dilarutkan) diasamkan dengan H_2SO_4 encer, lalu dititrasi dengan $KMnO_4$ tanpa dipanaskan. Fe^{2+} mudah teroksidasi udara menjadi Fe^{3+}, sehingga larutan sampel harus segera dititrasi setelah dibuat, dan bila ada Fe^{3+} awal, ia harus direduksi lebih dulu menurut SOP.

6. Iodometri dan iodimetri

Pasangan **iodin dan iodida** (I_2 / I^-) menjadi dasar dua metode yang namanya sering tertukar. I_2 adalah oksidator sedang, I^- adalah reduktor sedang.

- **Iodimetri** (titrasi langsung): larutan **I_2 standar** dipakai sebagai titran untuk mengoksidasi reduktor, misalnya **vitamin C**. Persamaannya: $C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2I^-$.
- **Iodometri** (titrasi tidak langsung): **oksidator** dalam sampel direaksikan dengan **KI berlebih** sehingga membebaskan I_2 dalam jumlah yang setara; I_2 yang terbebas itulah yang dititrasi dengan larutan **natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$)**. Contoh untuk hipoklorit: $OCl^- + 2I^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + I_2 + H_2O$. Contoh lain: $2Cu^{2+} + 4I^- \rightarrow 2CuI + I_2$.

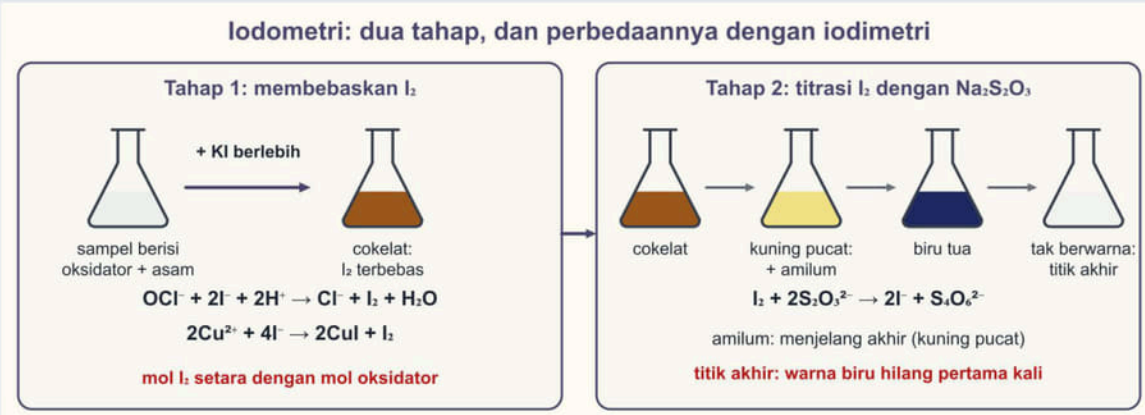
Reaksi tiosulfat dengan iodin adalah:

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

Cara mengingat perbedaannya: pada **iodi**metri, **iodin** adalah **titran**; pada **iodo**metri, iodin **dibebaskan** dari **iodida** dan ditetapkan kemudian. Gambar 3.10 memperlihatkan dua tahap iodometri.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



	Iodometri	Iodimetri
Titran	natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$)	larutan I_2 standar
Asal I_2	dibebaskan dari KI oleh oksidator	titran itu sendiri
Analit	oksidator: OCl^-, Cu^{2+}, ...	reduktor: vitamin C, ...
Amilum	menjelang akhir (kuning pucat)	boleh sejak awal
Titik akhir	biru hilang pertama kali	biru muncul dan bertahan

Gambar 3.10 Iodometri terdiri atas dua tahap: pembebasan I_2 dari KI oleh oksidator, lalu titrasi I_2 dengan tiosulfat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

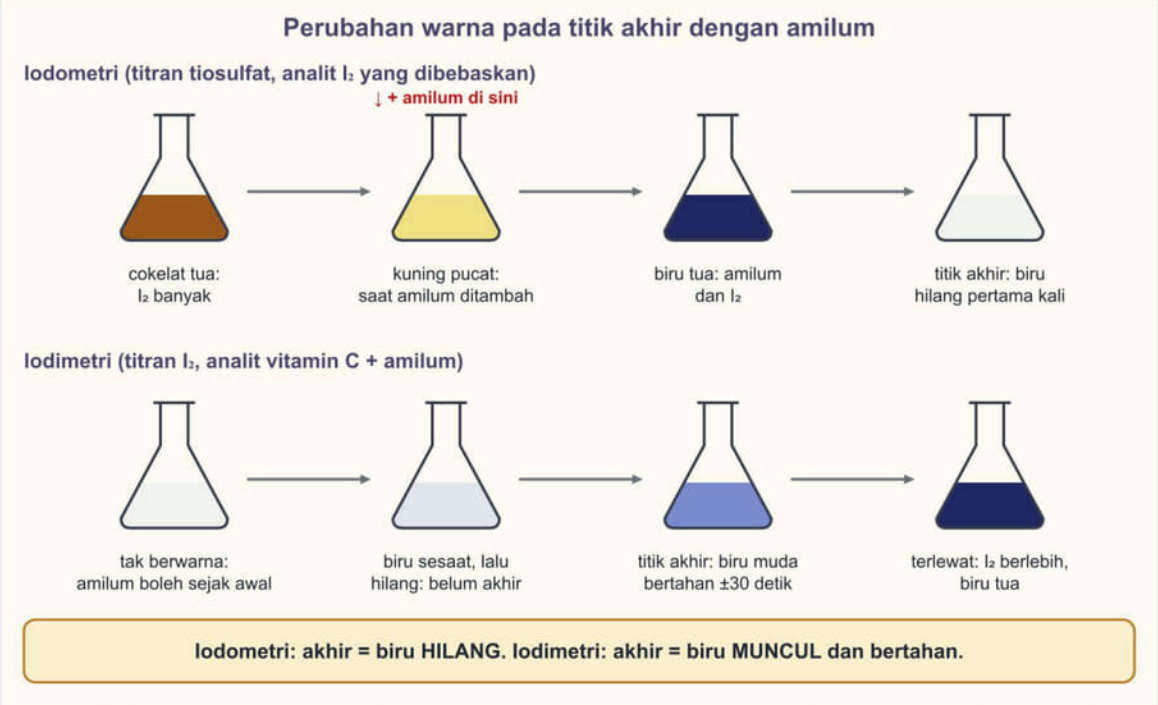
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Beberapa alasan di balik prosedur iodometri:

- **KI dipakai berlebih** agar semua oksidator bereaksi dan agar I_2 larut sebagai ion I_3^- ($I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$), sehingga I_2 tidak mudah menguap dan tidak terlepas dari larutan.
- **Suasana asam encer** (misalnya dengan asam asetat atau H_2SO_4 encer) diperlukan agar oksidator melepas iodin. Namun asam yang terlalu kuat membuat tiosulfat terurai menjadi endapan belerang, dan suasana basa membuat iodin bereaksi dengan OH^-. Karena itu titrasi dengan tiosulfat dilakukan pada pH yang tidak ekstrem.
- **Labu bertutup dan tempat gelap** bila SOP meminta waktu tunggu beberapa menit agar reaksi pembebasan iodin selesai, sebab I^- dalam asam juga dapat dioksidasi oleh oksigen udara dan cahaya. Setelah itu titrasi dilakukan segera.
- **Tiosulfat bukan standar primer.** Larutannya dibakukan, misalnya dengan KIO_3 atau $K_2Cr_2O_7$ yang berlebih bersama KI (satu mol IO_3^- atau $Cr_2O_7^{2-}$ membebaskan tiga mol I_2).

7. Amilum dan titik akhir

Iodin berwarna cokelat pada konsentrasi pekat dan kuning pucat pada konsentrasi rendah. Warna itu kurang tajam sebagai tanda titik akhir. Karena itu dipakai **amilum** (kanji) sebagai indikator: amilum membentuk kompleks **biru tua** dengan iodin (sebagai I_3^-), dan warna biru itu sangat peka terhadap sedikit iodin (Gambar 3.11).



Gambar 3.11 Perubahan warna pada iodometri (atas) dan iodimetri (bawah) dengan amilum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Waktu menambahkan amilum berbeda pada kedua metode.

- **Iodometri (titran tiosulfat):** titrasi dilakukan dulu sampai warna cokelat memudar menjadi **kuning pucat**. Baru sesudah itu **amilum ditambahkan**, lalu titrasi diteruskan sampai **warna biru hilang**. Bila amilum ditambahkan sejak awal ketika iodin masih banyak, kompleks iodin–amilum terlalu kuat dan sulit terurai, sehingga warna biru hilang lambat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan titik akhir terlambat.

- **Iodimetri (titran iodin):** amilum boleh ditambahkan sejak awal karena iodin yang diteteskan segera bereaksi dengan reduktor. Titik akhir ketika **warna biru muncul pertama kali dan bertahan**, sebab iodin mulai berlebih.

Satu hal yang sering membingungkan: pada iodometri, bila warna biru **muncul lagi beberapa menit setelah titik akhir**, jangan menambahkan tiosulfat lagi. Warna itu berasal dari iodida yang perlahan dioksidasi oleh udara. Titik akhir adalah saat warna biru **pertama kali** hilang.

8. Menghitung kadar pada titrasi redoks

Langkahnya sama dengan titrasi penetralan, hanya perbandingan molnya diambil dari tabel elektron:

1. Hitung **mol titran** (M × V).
2. Ubah menjadi **mol analit** dengan rumus elektron di bagian 2, atau lewat rantai persamaan: pada iodometri $OCl^- : I_2 : S_2O_3^{2-} = 1 : 1 : 2$, sedangkan pada iodometri tembaga $Cu^{2+} : I_2 : S_2O_3^{2-} = 2 : 1 : 2$, jadi mol Cu^{2+} = mol $S_2O_3^{2-}$.
3. Ubah ke **massa** dengan Mr (atau Ar), lalu hitung kadar terhadap massa atau volume sampel, termasuk faktor pengenceran dan bagian yang dipipet.

9. Kesalahan khas dan akibatnya

Kejadian	Akibat pada volume titran	Kadar terhitung
Suasana dibuat dengan HCl pada permanganometri	lebih besar (klorida ikut dioksidasi)	terlalu tinggi
Asam kurang, terbentuk endapan cokelat MnO_2	perbandingan mol berubah	tidak dapat dipercaya; titrasi diulang
Titik akhir permanganat terlewat (ungu pekat)	lebih besar	terlalu tinggi
Amilum ditambahkan sejak awal pada iodometri	titik akhir terlambat; lebih besar	terlalu tinggi
Larutan iodida dibiarkan lama di udara dalam asam	I_2 tambahan terbentuk; lebih besar	terlalu tinggi
Vitamin C dalam sampel lama terpapar udara	vitamin C sudah teroksidasi; lebih kecil	terlalu rendah
Warna biru yang kembali setelah beberapa menit dititrasi lagi	lebih besar	terlalu tinggi

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: pembakuan larutan $KMnO_4$ dengan natrium oksalat

Pada 2026, Citra membakukan larutan $KMnO_4$ yang baru dibuat. Ia menimbang 0,2055 g $Na_2C_2O_4$ murni (Mr = 134), melarutkannya dalam air, menambah H_2SO_4 encer, memanaskannya sampai sekitar 70 °C, lalu mentitrasinya dengan $KMnO_4$ sampai warna merah muda pucat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

bertahan 30 detik. Volume $KMnO_4$ yang terpakai 30,55 mL. Tentukan konsentrasi $KMnO_4$. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Persamaan reaksi.** $2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$. Perbandingan $MnO_4^- : C_2O_4^{2-} = 2 : 5$.
2. **Mol oksalat.** 205,5 mg ÷ 134 mg/mmol = 1,534 mmol.
3. **Mol MnO_4^-.** 1,534 × (2 ÷ 5) = 0,6134 mmol.
4. **Konsentrasi.** 0,6134 mmol ÷ 30,55 mL = 0,02008 M.

Jawaban: konsentrasi $KMnO_4$ = 0,02008 M. Cek akal sehat: larutan $KMnO_4$ yang dibuat bernilai nominal 0,02 M, dan hasil 0,02008 M sangat dekat. Bila perbandingan 1 : 1 dipakai, hasilnya 0,0502 M, yaitu 2,5 kali terlalu besar dan jelas tidak masuk akal.

Contoh 2: kadar besi dalam tablet tambah darah

Pada 2027, Dimas memeriksa tablet tambah darah berlabel "zat besi 60 mg". Satu tablet digerus dan dilarutkan dalam H_2SO_4 encer, lalu seluruhnya dititrasi dengan $KMnO_4$ 0,02008 M (hasil pembakuan di Contoh 1) sampai merah muda pucat bertahan. Volume $KMnO_4$ 10,95 mL (Ar Fe = 56). Hitung massa besi dan persentasenya terhadap label, dengan anggapan bahan tambahan tablet tidak bereaksi dengan permanganat. *(Kasus fiktif; label dan angka menurut SOP latihan.)*

1. **Persamaan reaksi.** $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$, jadi $Fe^{2+} : MnO_4^- = 5 : 1$.
2. **Mol MnO_4^-.** 0,02008 M × 10,95 mL = 0,2199 mmol.
3. **Mol Fe^{2+}.** 5 × 0,2199 = 1,099 mmol.
4. **Massa besi.** 1,099 mmol × 56 mg/mmol = 61,57 mg.
5. **Terhadap label.** 61,57 ÷ 60 × 100% = 102,6%.

Jawaban: sekitar 61,6 mg besi, atau 102,6% dari label. Cek akal sehat: hasil dekat dengan label 60 mg. Bila faktor 5 terlupa, hasilnya 12,3 mg (20% dari label), langsung terlihat keliru.

Contoh 3: vitamin C dalam minuman serbuk (iodimetri)

Pada 2027, Rani menetapkan vitamin C (asam askorbat, Mr = 176) pada satu sachet minuman serbuk berlabel "vitamin C 250 mg". Isi satu sachet dilarutkan dengan air sampai 100,0 mL dalam labu ukur. Sebanyak 25,00 mL dipipet, ditambah amilum, lalu dititrasi dengan larutan iodin standar 0,0250 M sampai muncul warna biru yang bertahan 30 detik. Volume iodin 12,05 mL. Reaksi vitamin C : I_2 = 1 : 1. SOP latihan menerima kadar 90–110% dari label. Tentukan massa vitamin C per sachet dan nilai penerimaannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mol I_2.** 0,0250 M × 12,05 mL = 0,3013 mmol, sama dengan mol vitamin C dalam 25,00 mL.
2. **Faktor pengenceran.** Seluruh labu 100,0 mL mengandung 0,3013 × (100,0 ÷ 25,00) = 1,205 mmol vitamin C.
3. **Massa.** 1,205 mmol × 176 mg/mmol = 212,1 mg per sachet.
4. **Terhadap label.** 212,1 ÷ 250 × 100% = 84,8%.
5. **Keputusan.** 84,8% di bawah batas bawah 90%, sehingga tidak memenuhi.

Jawaban: 212 mg per sachet (84,8% dari label); tidak memenuhi syarat 90–110%. Cek akal sehat: bila faktor pengenceran 4 lupa, hasil hanya 53 mg (21% dari label), terlalu kecil untuk wajar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Ingat juga: iodimetri berakhir saat warna biru muncul dan bertahan, bukan saat biru hilang (itu ciri iodometri).

Contoh 4: klorin aktif dalam kaporit (iodometri)

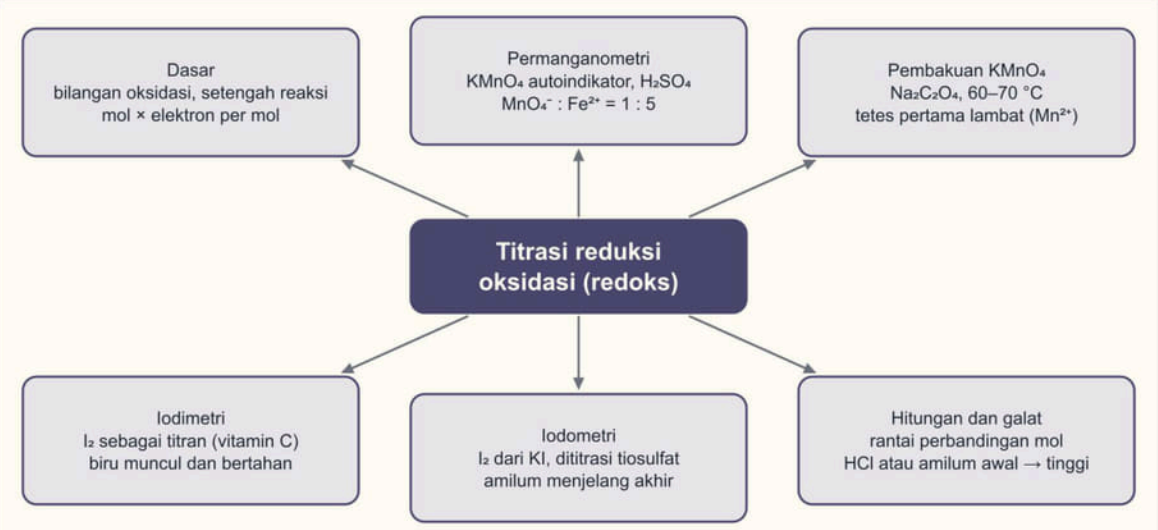
Pada 2026, Fajar menetapkan klorin aktif dalam serbuk kaporit. Ia melarutkan 0,5000 g kaporit hingga 250,0 mL. Sebanyak 25,00 mL dipipet ke erlenmeyer, ditambah 10 mL larutan KI dan asam asetat sampai larutan berwarna cokelat, lalu dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1000 M. Ketika warna menjadi kuning pucat, ia menambahkan amilum, lalu melanjutkan titrasi sampai warna biru hilang. Volume tiosulfat rata-rata 9,55 mL. Klorin aktif dinyatakan sebagai Cl_2 (Mr = 71), dengan perbandingan $OCl^- : I_2 : S_2O_3^{2-} = 1 : 1 : 2$, dan setiap mol I_2 setara satu mol Cl_2. SOP latihan mensyaratkan kadar minimal 65%. Tentukan kadarnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Mol tiosulfat.** 0,1000 M × 9,55 mL = 0,9550 mmol.
2. **Mol I_2.** 0,9550 ÷ 2 = 0,4775 mmol (dari $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$).
3. **Mol Cl_2 setara.** Satu OCl^- membebaskan satu I_2, jadi 0,4775 mmol Cl_2 setara dalam 25,00 mL.
4. **Seluruh labu.** 0,4775 × (250,0 ÷ 25,00) = 4,775 mmol.
5. **Massa dan kadar.** 4,775 mmol × 71 mg/mmol = 339,0 mg = 0,3390 g. Kadar = 0,3390 ÷ 0,5000 × 100% = 67,8%.
6. **Keputusan.** 67,8% ≥ 65%, sehingga memenuhi.

Jawaban: kadar klorin aktif 67,8% sebagai Cl_2; memenuhi. Cek akal sehat: bila perbandingan 1 : 1 antara I_2 dan tiosulfat dipakai, hasil 135,6%, yang melebihi batas teoritis kaporit murni (sekitar 99%), jadi pasti keliru.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.12 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 3.12 Peta konsep titrasi reduksi oksidasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Redoks = perpindahan elektron.** Hitung lewat rumus mol × elektron per mol, bukan dengan menganggap semua perbandingan 1 : 1.
- **Permanganometri:** $KMnO_4$ ungu bertindak sebagai autoindikator; titik akhir merah muda pucat bertahan ±30 detik; suasana **H_2SO_4 encer** (bukan HCl atau HNO_3); MnO_4^- : Fe^{2+} = 1 : 5 dan MnO_4^- : $C_2O_4^{2-}$ = 2 : 5.
- **Tetes pertama permanganat lambat** karena Mn^{2+} adalah autokatalis; endapan cokelat MnO_2 berarti asam kurang.
- **Iodimetri:** I_2 sebagai titran; amilum boleh sejak awal; titik akhir biru muncul dan bertahan. **Iodometri:** I_2 dibebaskan dari KI lalu dititrasi tiosulfat; amilum menjelang akhir (kuning pucat); titik akhir biru hilang pertama kali.
- Perbandingan iodometri: I_2 : $S_2O_3^{2-}$ = 1 : 2; vitamin C : I_2 = 1 : 1; OCl^- : I_2 : $S_2O_3^{2-}$ = 1 : 1 : 2.
- $KMnO_4$ dan tiosulfat **dibakukan** karena bukan standar primer.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal titrasi redoks:

1. **Tentukan metodenya** dari titran dan analitnya: permanganometri, iodimetri (I_2 sebagai titran), atau iodometri (tiosulfat sebagai titran).
2. **Tulis perbandingan mol** dari tabel elektron sebelum menghitung.
3. **Untuk soal prosedur**, periksa tiga hal berurutan: asamnya, kapan indikator ditambahkan, dan ciri titik akhirnya.
4. **Untuk soal kesalahan**, tanyakan apakah volume titran tercatat menjadi lebih besar atau lebih kecil.

Jebakan yang sering dipasang:

- **HCl dipakai untuk mengasamkan** pada permanganometri.
- **Amilum ditambahkan sejak awal** pada iodometri, atau titik akhirnya "biru muncul" padahal iodometri berakhir saat biru hilang.
- **Perbandingan mol 1 : 1** dipakai untuk Fe^{2+} dengan permanganat atau untuk tiosulfat dengan iodin.
- **Vitamin C dititrasi seperti asam** dengan NaOH dan fenolftalein.
- **Warna biru yang kembali** setelah titik akhir dianggap titik akhir yang belum tercapai.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menitrasi larutan besi(II) dengan $KMnO_4$ lalu menambahkan beberapa tetes fenolftalein "agar warna lebih jelas". Yang tepat: $KMnO_4$ adalah autoindikator, sehingga tidak perlu indikator tambahan. Fenolftalein adalah indikator asam–basa dan tidak berperan di sini.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji rencana prosedur permanganometri: jenis asam, indikator, titik akhir, dan pembacaan buret. Pakai bagian 3 sampai 5 (permanganometri dan suasananya).

►. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pengolahan logam (2027) diminta menetapkan kadar besi(II) dalam larutan sampel dengan titrasi menggunakan $KMnO_4$ 0,02 M. Sebelum bekerja, ia menuliskan rencana prosedur dan meminta analis senior memeriksanya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Rencana prosedur yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sampel diasamkan dengan H_2SO_4 encer, bukan HCl, karena ion klorida dapat ikut dioksidasi oleh permanganat.

☐ B. Beberapa tetes fenolftalein ditambahkan karena perubahan warna larutan besi sulit diamati.

☐ C. Titik akhir dicatat ketika seluruh larutan berwarna ungu pekat seperti larutan $KMnO_4$ di buret.

☐ D. Bila muncul endapan cokelat selama titrasi, titrasi diteruskan karena endapan tidak mengubah volume titran.

☐ E. Pembacaan buret dilakukan pada permukaan atas cairan karena larutan $KMnO_4$ terlalu gelap untuk melihat dasar meniskus.

Pembahasan **Kunci: A, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Permanganometri: $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$. Suasana asam dibuat dengan H_2SO_4; titik akhir = merah muda pucat yang bertahan; tanpa indikator tambahan.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Klorida dapat dioksidasi $KMnO_4$ sehingga volume titran berlebih dan kadar besi terlalu tinggi. H_2SO_4 tidak mengganggu.

• **Pernyataan 2** ✗ Fenolftalein adalah indikator asam–basa. $KMnO_4$ berwarna ungu dan menjadi tidak berwarna saat bereaksi, sehingga berfungsi sebagai indikatornya sendiri.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: warna ungu pekat berarti $KMnO_4$ sudah berlebih jauh. Titik akhir adalah warna merah muda pucat pertama yang bertahan sekitar 30 detik.

• **Pernyataan 4** ✗ Endapan cokelat (MnO_2) menandakan suasana kurang asam sehingga reaksi tidak berjalan menjadi Mn^{2+}; perbandingan mol berubah dan titrasi harus diulang dengan asam yang cukup banyak.

• **Pernyataan 5** ✓ Larutan $KMnO_4$ pekat warnanya sehingga dasar meniskus sulit dilihat; pembacaan dilakukan konsisten pada tepi atas cairan.

Jawaban: pernyataan 1, 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tentukan dulu metodenya (iodometri atau iodimetri), lalu urutan penambahan amilum, titik akhir, dan perbandingan mol.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik pemutih pakaian (2027) menetapkan kadar klorin aktif. Sampel direaksikan dengan KI berlebih dalam suasana asam sehingga terbentuk iodin berwarna cokelat, lalu iodin itu dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat. Nanda, siswa PKL, menulis rencana kerja berikut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Amilum ditambahkan sejak awal titrasi agar perubahan warna lebih mudah diamati sepanjang titrasi.	○	○
Titrasi dilakukan sampai warna cokelat memudar menjadi kuning pucat, kemudian amilum ditambahkan.	○	○
Bila warna biru muncul kembali beberapa menit setelah titik akhir, tiosulfat ditambahkan lagi sampai biru tidak muncul lagi.	○	○

2. Laboratorium mutu sebuah pabrik suplemen (2027) memeriksa tablet berlabel "vitamin C 500 mg". Satu tablet dilarutkan seluruhnya dalam air suling, diberi amilum, lalu dititrasi dengan larutan iodin (I_2) 0,100 M sampai titik akhir; volume terpakai 27,00 mL. Reaksi vitamin C : I_2 = 1 : 1; Mr vitamin C = 176. Spesifikasi perusahaan: kadar 90–110% dari label.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang paling tepat adalah ....

A. Vitamin C 475 mg; memenuhi spesifikasi; titik akhir saat warna biru muncul dan bertahan
B. Vitamin C 475 mg; tablet memenuhi spesifikasi; titik akhir saat warna biru tepat menghilang
C. Vitamin C 238 mg; tablet tidak memenuhi spesifikasi; titik akhir saat warna biru muncul
D. Vitamin C 950 mg; tablet tidak memenuhi spesifikasi; titik akhir saat warna biru muncul
E. Vitamin C 475 mg; tablet tidak memenuhi karena di bawah 500 mg; titik akhir saat biru muncul

Kunci singkat: 1. 1S 2B 3S 2. A

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa HCl tidak boleh dipakai untuk mengasamkan larutan pada permanganometri, sedangkan H_2SO_4 boleh?
- Mengapa amilum pada iodometri ditambahkan menjelang titik akhir, bukan sejak awal?
- **Yang harus kuingat:** redoks dihitung dari elektron (mol × elektron per mol); permanganometri dalam H_2SO_4 dengan autoindikator; iodimetri = I_2 sebagai titran; iodometri = I_2 dibebaskan dari KI dan dititrasi tiosulfat dengan amilum menjelang akhir.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-3.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi

SMKKA-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 3, analisis titrimetri dan gravimetri) meminta kamu **mengolah data hasil titrasi dan menyusun laporannya**, serta **menganalisis kesesuaiannya dengan standar mutu**. Soalnya menguji penerapan dan penalaran: membaca skala buret, memutuskan ulangan mana yang boleh dirata-ratakan, membedakan **ketelitian** dari **ketepatan**, lalu menulis hasil dengan angka penting yang benar dan membandingkannya dengan batas mutu.

Pola soal yang sering muncul: (1) **membaca gambar buret** lalu menghitung volume titran dan rata-ratanya menurut aturan SOP; (2) **menilai data ulangan** terhadap batas keberterimaan, termasuk membulatkan sesuai aturan pelaporan; (3) **menilai dua analis** dengan membedakan presisi dan akurasi terhadap bahan acuan. Jebakannya hampir selalu berupa bacaan yang terbalik atau dua istilah yang tertukar, sehingga ketelitian membaca soal sama pentingnya dengan hitungannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membaca buret dari gambar dan menghitung volume titran dari selisih bacaan akhir dan awal;
- menghitung rata-rata, rentang, simpangan baku, dan RSD dari ulangan, lalu menentukan ulangan yang diterima;
- membedakan presisi dan akurasi, serta menilai analis dengan bahan acuan dan batas penerimaan;
- menuliskan hasil dengan angka penting dan satuan yang benar dalam laporan yang jujur dan lengkap.

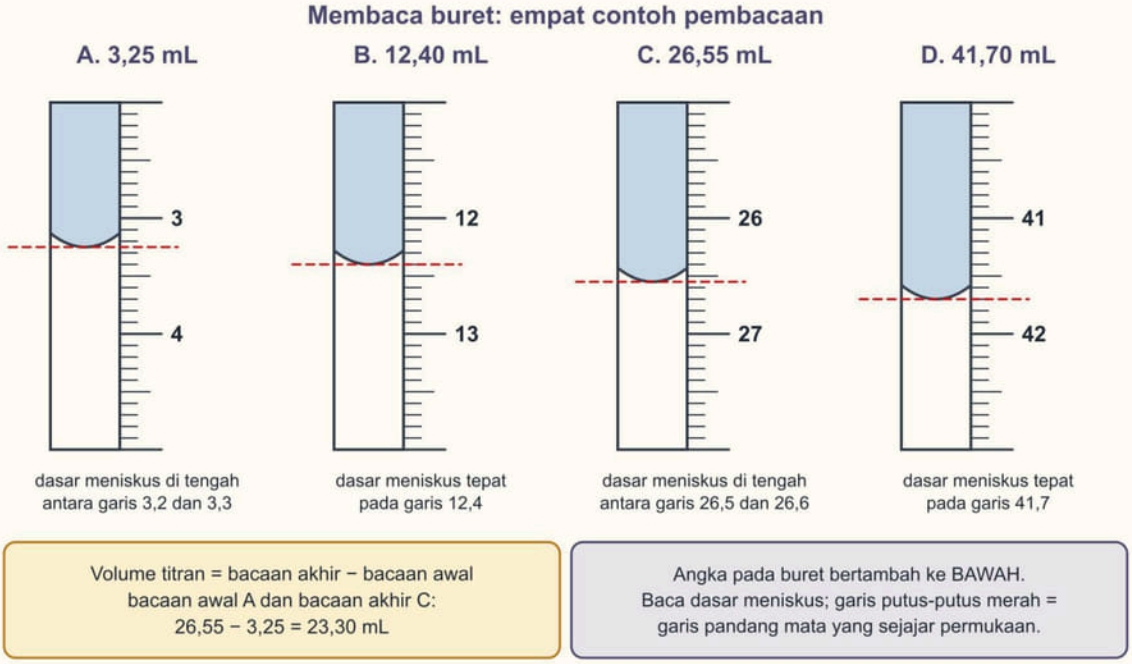
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Angka yang keluar dari buret belum merupakan hasil analisis. Ia masih berupa **data mentah** yang harus dibaca dengan benar, dikoreksi, dirata-ratakan, dinilai mutunya, dan dilaporkan. Laboratorium yang baik memperlakukan bagian ini seserius titrasinya sendiri, karena satu angka keliru dapat membuat sebuah produk diluluskan atau ditolak.

1. Dari buret ke angka

Pada buret, **angka nol ada di atas dan bertambah ke bawah**. Itulah kebalikan dari gelas ukur, tempat angka bertambah ke atas. Akibatnya, makin banyak titran yang keluar, permukaan cairan makin turun dan bacaannya makin besar (Gambar 3.13).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.13 Empat pembacaan buret (jarak antar garis kecil 0,1 mL): A = 3,25 mL; B = 12,40 mL; C = 26,55 mL; D = 41,70 mL. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aturan membaca buret:

1. **Baca dasar meniskus** (titik terendah lengkung permukaan) untuk larutan tak berwarna. Untuk larutan yang sangat gelap, seperti $KMnO_4$ pekat, pembacaan dilakukan pada tepi atas permukaan, dengan cara yang sama untuk bacaan awal dan akhir.
2. **Mata sejajar** dengan permukaan. Bila mata lebih tinggi atau lebih rendah, bacaan bergeser karena **paralaks** (*parallax*).
3. **Baca sampai setengah jarak antar garis.** Pada buret yang garisnya tiap 0,1 mL, bacaan ditulis dengan dua angka desimal, misalnya 3,25 mL (dasar meniskus tepat di tengah antara 3,2 dan 3,3 mL). Angka terakhir adalah taksiran. Menurut SOP latihan di buku ini, taksiran dibulatkan ke kelipatan 0,05 mL.
4. **Volume titran = bacaan akhir − bacaan awal.** Dari Gambar 3.13, bila bacaan awal A (3,25 mL) dan bacaan akhir C (26,55 mL), volume titran = 26,55 − 3,25 = 23,30 mL. Jangan mengurangkan dengan urutan terbalik, dan jangan menuliskan bacaan akhir saja sebagai volume.

2. Ulangan, rata-rata, dan rentang

Satu kali titrasi mudah keliru: tetes terlalu banyak, gelembung tak terlihat, atau meniskus dibaca miring. Karena itu, analisis rutin dilakukan **berulang**, dua kali (*duplo*) atau tiga kali (*triplo*), dari bagian sampel yang sama. Bila hasil ulangan saling berdekatan, kita yakin tidak ada kesalahan besar yang terjadi.

Rata-rata (*mean*) dihitung dengan menjumlahkan semua nilai yang diterima lalu membaginya dengan banyaknya nilai. **Rentang** (*range*) adalah nilai terbesar dikurangi nilai terkecil. SOP menetapkan **batas keberterimaan**, misalnya "ulangan volume titran harus berselisih paling besar 0,10 mL". Ulangan yang selisihnya melebihi batas itu **tidak dirata-ratakan**. Kamu tidak boleh menghapusnya diam-diam atau memilih angka yang "enak". Yang benar adalah:

1. mencatat ulangan itu apa adanya di buku catatan beserta alasan ia tidak dipakai;
2. **mengulang titrasi** untuk memperoleh ulangan pengganti;
3. merata-ratakan hanya ulangan yang memenuhi batas.

Untuk data yang penting, ada uji statistik khusus untuk menyingkirkan nilai pencilan, tetapi di laboratorium rutin yang menentukan adalah aturan SOP yang ditulis lebih dulu, sebelum data muncul.

3. Simpangan baku dan RSD

Simpangan baku (*standard deviation*, s) mengukur seberapa tersebar ulangan terhadap rata-ratanya. Untuk n ulangan $x_1, x_2, \ldots, x_n$ dengan rata-rata $\bar{x}$:

$$s = \sqrt{\left[\, \Sigma(x_i - \bar{x})^2 \div (n - 1) \,\right]}$$

Pembagi $(n - 1)$ dipakai karena jumlah ulangan sedikit. **RSD** (*relative standard deviation*, simpangan baku relatif) menyatakan sebaran sebagai persen rata-rata:

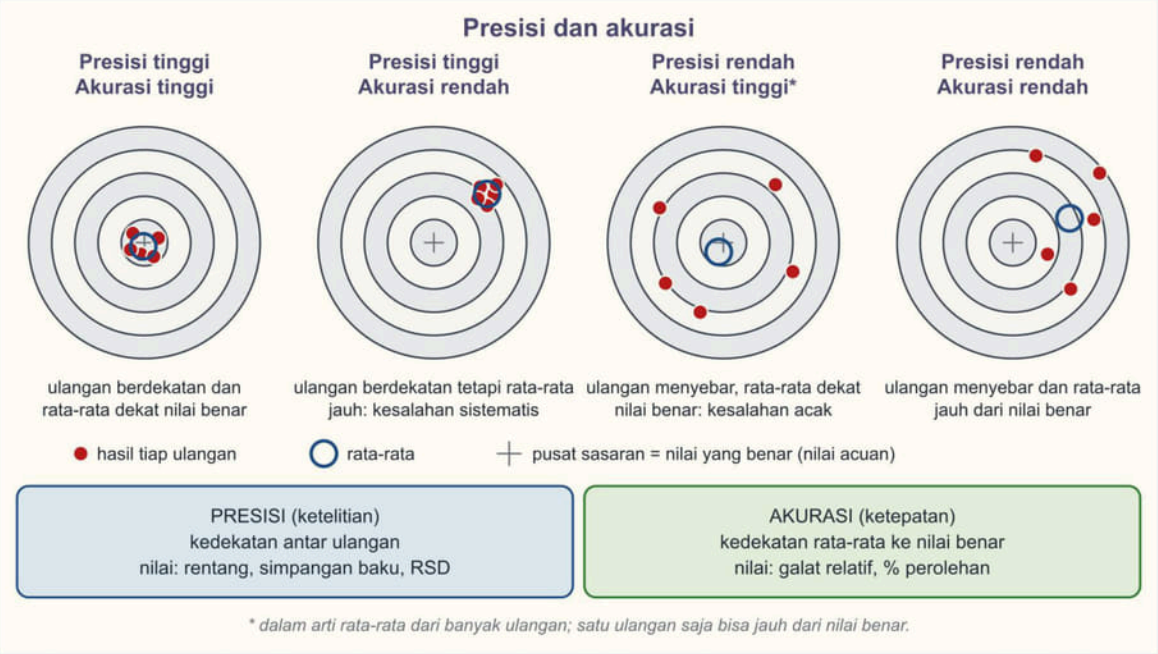
$$\text{RSD} = (s \div \bar{x}) \times 100\%$$

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Makin kecil RSD, makin **teliti** hasilnya. Batas RSD yang diterima ditetapkan SOP; di buku ini angkanya adalah angka latihan.

4. Presisi dan akurasi

Dua kata ini sering tertukar. **Presisi** atau **ketelitian** (*precision*) adalah kedekatan **antar hasil ulangan** satu sama lain. Presisi dinilai dari rentang, simpangan baku, atau RSD. **Akurasi** atau **ketepatan** (*accuracy*) adalah kedekatan **rata-rata hasil terhadap nilai yang benar**. Akurasi dinilai dari galat atau persen perolehan (Gambar 3.14).



Gambar 3.14 Presisi dan akurasi digambarkan sebagai bidikan pada sasaran; pusat sasaran adalah nilai yang benar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Hubungannya dengan jenis kesalahan:

- **Kesalahan acak** (*random error*) membuat ulangan menyebar ke atas dan ke bawah (misalnya taksiran meniskus yang berubah-ubah). Ia menurunkan **presisi**. Rata-rata dari banyak ulangan dapat tetap dekat nilai benar.
- **Kesalahan sistematis** (*systematic error*) menggeser semua hasil ke arah yang sama (misalnya titran yang konsentrasinya keliru, buret yang tidak dikalibrasi, atau indikator yang tidak cocok). Ia menurunkan **akurasi**, sedangkan presisinya bisa tetap sangat baik.
- **Kesalahan kasar** adalah kekeliruan besar yang mudah dikenali, seperti tertukarnya bacaan awal dan akhir.

Untuk menilai akurasi, laboratorium memakai **bahan acuan** (*reference material*). Bahan acuan bersertifikat (*certified reference material*, CRM) memiliki nilai yang telah ditetapkan beserta batas ketidakpastiannya oleh lembaga yang berwenang. Bila CRM tidak ada, laboratorium memakai sampel rujukan internal yang nilainya sudah mapan. Dua ukuran yang dipakai:

- **Galat mutlak** = hasil rata-rata − nilai acuan; **galat relatif** = (galat mutlak ÷ nilai acuan) × 100%.
- **Persen perolehan** (*recovery*) = (hasil rata-rata ÷ nilai acuan) × 100%. Nilai 100% berarti tepat.

5. Batas penerimaan dan kontrol mutu

Laboratorium tidak hanya menganalisis sampel. Pada setiap rangkaian analisis, ia juga menganalisis **bahan acuan atau kontrol** bersama sampel. SOP menetapkan **batas penerimaan** untuk bahan acuan itu (misalnya nilai acuan ± 1,0%, "termasuk batas" bila SOP menyebutnya demikian). Keputusannya sederhana:

- Hasil bahan acuan **di dalam batas** berarti metode dan analis bekerja baik; hasil sampel boleh dilaporkan.
- Hasil bahan acuan **di luar batas** berarti ada kesalahan sistematis. Hasil sampel pada rangkaian itu **ditahan**, penyebabnya dicari (titran, alat, indikator, cara kerja), lalu analisis diulang.

Dengan demikian, presisi yang baik saja tidak cukup. Hasil yang konsisten tetapi meleset dari nilai acuan tetap ditolak.

6. Blanko

Blanko (*blank*) adalah larutan yang diperlakukan seperti sampel tetapi **tanpa analit**: air suling dan semua pereaksi yang sama, dititrasi dengan cara yang sama. Volume titran blanko menunjukkan berapa banyak titran yang terpakai oleh hal-hal selain analit, misalnya indikator, pengotor dalam air, atau bahan yang ikut bereaksi. Volume itu dikurangkan:

V titran terkoreksi = V sampel − V blanko

Blanko penting untuk titrasi dengan jumlah titran yang kecil, atau yang rentan terhadap pengotor, seperti permanganometri dan iodometri. Lupa mengurangkan blanko membuat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

hasil terlalu tinggi (bila blanko mengonsumsi titran).

7. Angka penting

Angka penting adalah angka yang bermakna: semua angka yang pasti ditambah satu angka taksiran terakhir. Jumlah angka penting menunjukkan ketelitian alat. Aturannya ada di Gambar 3.15.

Aturan angka penting dan pembulatan

Aturan	Contoh	Angka penting
1. Angka bukan nol selalu penting	23,45	4
2. Nol di antara angka bukan nol penting	20,05	4
3. Nol di depan (penunjuk letak koma) tidak penting	0,0450	3
4. Nol di belakang angka desimal penting	0,1000 dan 18,50	4 dan 4
5. Tambah / kurang: hasil mengikuti jumlah desimal paling sedikit	26,55 − 3,25 = 23,30	2 desimal
6. Kali / bagi: hasil mengikuti angka penting paling sedikit	0,1000 × 18,45 = 1,845 0,10 × 18,45 = 1,8	4 2
7. Bulatkan hanya hasil akhir; simpan 1–2 angka cadangan	17,40 × 0,09872 = 1,7177 → 1,718	4

Hasil ditulis dengan angka penting yang sama dengan data paling kasar: jangan terlihat lebih teliti dari alatnya.

Gambar 3.15 Aturan angka penting dan pembulatan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

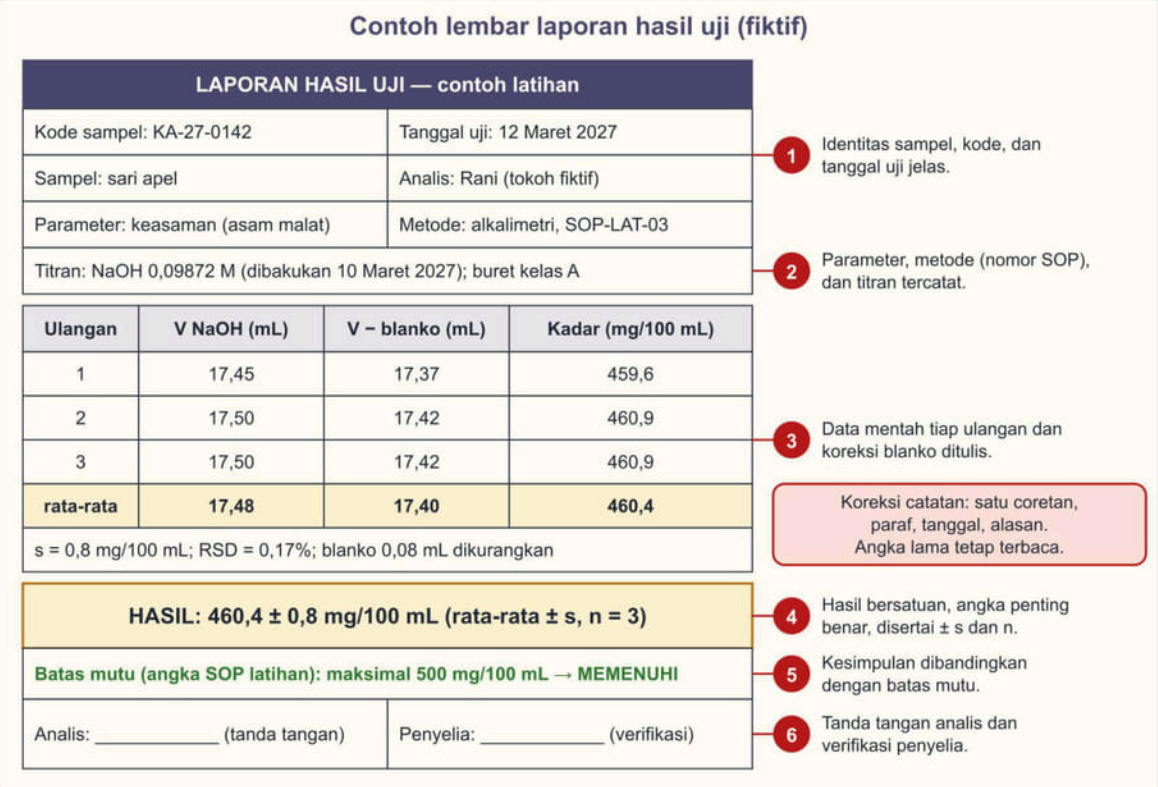
Dua kebiasaan yang harus kamu miliki:

- **Jangan membulatkan di tengah hitungan.** Simpan satu atau dua angka cadangan di kalkulator dan bulatkan hanya hasil akhir. Pembulatan awal menumpuk galat.
- **Hasil mengikuti data yang paling kasar.** Bila volume ditulis 17,40 mL (4 angka penting) dan konsentrasi 0,09872 M (4 angka penting), hasil akhir ditulis dengan 4 angka penting. Menuliskan 1,717728 membuat hasil tampak lebih teliti daripada alat yang dipakai, dan itu tidak jujur.

Aturan pembulatan umum: angka yang dibuang lebih dari 5 membuat angka sebelumnya naik; kurang dari 5 membuat tetap; angka 5 dibulatkan naik. Bila SOP menyebut aturan lain, ikuti SOP.

8. Pelaporan hasil

Laporan hasil uji adalah dokumen yang dibaca orang lain: penyelia, pelanggan, atau auditor. Karena itu, setiap laporan harus bisa berdiri sendiri (Gambar 3.16). Isinya: identitas sampel dan tanggal uji, parameter dan metode (nomor SOP), alat dan larutan yang dipakai beserta kalibrasi atau tanggal pembakuannya, **data mentah tiap ulangan**, hasil dengan **satuan** dan angka penting yang benar, ukuran presisi (misalnya ± simpangan baku dan jumlah ulangan), perbandingan dengan batas mutu, serta tanda tangan analis dan penyelia.



Gambar 3.16 Contoh lembar laporan hasil uji (fiktif) dan bagian-bagian yang harus ada. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pelaporan juga menyangkut **kejujuran data** (*data integrity*):

- Catatan ditulis dengan tinta, pada waktu kerja berlangsung, bukan diingat kemudian.
- **Koreksi** dilakukan dengan satu coretan yang masih memperlihatkan angka lama, ditambah paraf, tanggal, dan alasan. Angka tidak dihapus, ditimpa, atau ditutup.
- Data yang tidak memenuhi syarat tetap dicatat. Mengubah angka agar memenuhi batas adalah pelanggaran, bukan koreksi.
- Hasil dibandingkan dengan batas mutu **sesuai tulisan batasnya**: "minimal 90%" berarti nilai tepat 90% masih memenuhi, sedangkan 89,9% tidak.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: ulangan titrasi dan penerimaannya

Pada 2026, Wulan menitrasi tiga ulangan sampel yang sama dengan titran NaOH. Bacaan awal ulangan 1 adalah bacaan A pada Gambar 3.13 (3,25 mL) dan bacaan akhirnya adalah bacaan C (26,55 mL). Volume ulangan 2 adalah 23,25 mL dan ulangan 3 adalah 23,70 mL. Menurut SOP latihan, ulangan diterima bila selisih terbesar antar ulangan paling besar 0,10 mL; ulangan yang tidak memenuhi diganti dengan titrasi baru. Ulangan pengganti memberi 23,30 mL. Tentukan volume rata-rata yang dilaporkan, simpangan baku, dan RSD. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Volume ulangan 1.** 26,55 − 3,25 = 23,30 mL (bacaan akhir dikurangi bacaan awal).
2. **Cek keberterimaan.** Ulangan 1, 2, 3 = 23,30; 23,25; 23,70 mL. Rentang = 23,70 − 23,25 = 0,45 mL, lebih besar dari 0,10 mL. Ulangan 3 menyimpang jauh dari dua lainnya (selisihnya 0,40 mL dari ulangan 1), jadi **ulangan 3 tidak dipakai** dan dicatat beserta alasannya.
3. **Ulangan pengganti.** Dengan ulangan baru 23,30 mL, nilai yang dipakai: 23,30; 23,25; 23,30 mL. Rentang = 0,05 mL ≤ 0,10 mL, diterima.
4. **Rata-rata.** (23,30 + 23,25 + 23,30) ÷ 3 = 23,283 mL, dilaporkan 23,28 mL.
5. **Simpangan baku.** Simpangan tiap nilai: +0,0167; −0,0333; +0,0167. Kuadrat: 0,000278; 0,001111; 0,000278; jumlah 0,001667. $s = \sqrt{(0{,}001667 \div 2)} = 0{,}029$ mL.
6. **RSD.** (0,029 ÷ 23,283) × 100% = 0,12%.

Jawaban: volume rata-rata 23,28 mL (s = 0,03 mL; RSD = 0,12%). Cek akal sehat: bila ketiga ulangan pertama dirata-ratakan tanpa memeriksa batas, hasilnya 23,42 mL; selisihnya sekitar 0,13 mL dari yang benar dan itu cukup untuk mengubah keputusan pada batas mutu yang ketat.

Contoh 2: akurasi terhadap bahan acuan

Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik minuman memverifikasi larutan NaOH baku yang baru dibuat. Seorang analis menetapkan konsentrasi larutan acuan HCl bersertifikat 0,1000 M memakai NaOH itu dan memperoleh tiga hasil: 0,1012; 0,1014; dan 0,1013 M. Menurut SOP latihan, hasil bahan acuan diterima bila berada dalam ±1,0% dari nilai acuan. Nilailah presisi dan akurasi, lalu putuskan apakah hasil sampel pada rangkaian ini boleh dilaporkan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Rata-rata.** (0,1012 + 0,1014 + 0,1013) ÷ 3 = 0,1013 M.
2. **Presisi.** Simpangan tiap nilai: −0,0001; +0,0001; 0,0000. s = $\sqrt{[(0{,}0001^2 + 0{,}0001^2 + 0) \div 2]}$ = 0,0001 M. RSD = 0,0001 ÷ 0,1013 × 100% = 0,10%. Ulangan sangat berdekatan: **presisi sangat baik**.
3. **Akurasi.** Galat mutlak = 0,1013 − 0,1000 = +0,0013 M. Galat relatif = 0,0013 ÷ 0,1000 × 100% = +1,3%. Persen perolehan = 101,3%.
4. **Keputusan.** +1,3% berada di luar batas ±1,0%, sehingga **akurasi tidak memenuhi**.

Jawaban: presisi baik (RSD 0,10%) tetapi tidak akurat (+1,3%, di luar batas). Itu pola **kesalahan sistematis**: semua hasil bergeser ke arah yang sama. Hasil sampel pada rangkaian ini ditahan, dan penyebabnya dicari lebih dulu, misalnya konsentrasi NaOH baku yang perlu dibakukan ulang. Cek akal sehat: bila hanya melihat RSD yang kecil, analis bisa keliru menyimpulkan "hasil baik", padahal semua angka meleset ke arah yang sama.

Contoh 3: melaporkan hasil dengan blanko dan angka penting

Pada 2027, Rani menetapkan keasaman sari apel yang dihitung sebagai asam malat ($C_4H_6O_5$, Mr = 134, dua proton). Sebanyak 25,00 mL sari apel dititrasi dengan NaOH 0,09872 M memakai fenolftalein. Tiga ulangan memerlukan 17,45; 17,50; dan 17,50 mL NaOH. Titrasi blanko (air suling dan indikator) memerlukan 0,08 mL. Hitung kadar asam malat dalam mg per 100 mL, lalu tulis hasil dengan angka penting yang benar. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

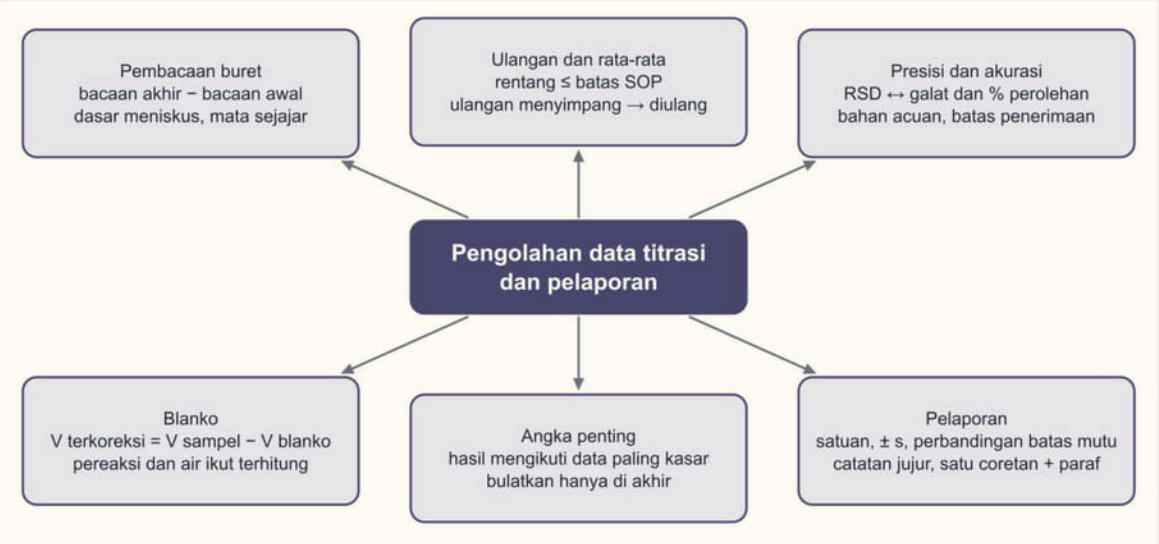
1. **Rata-rata volume.** (17,45 + 17,50 + 17,50) ÷ 3 = 17,483 mL, ditulis 17,48 mL.
2. **Koreksi blanko.** 17,48 − 0,08 = 17,40 mL.
3. **Mol NaOH.** 0,09872 M × 17,40 mL = 1,7177 mmol (simpan angka cadangan).
4. **Mol asam malat.** Asam malat melepas dua proton (1 : 2), jadi 1,7177 ÷ 2 = 0,8589 mmol dalam 25,00 mL.
5. **Massa.** 0,8589 mmol × 134 mg/mmol = 115,09 mg dalam 25,00 mL.
6. **Per 100 mL.** 115,09 × (100 ÷ 25,00) = 460,35 mg per 100 mL.
7. **Angka penting.** Semua data (17,40; 0,09872; 25,00) memiliki 4 angka penting. Hasil ditulis dengan 4 angka penting: **460,4 mg/100 mL**. Simpangan baku antar ulangan (dihitung dari hasil tiap ulangan 459,6; 460,9; 460,9) adalah 0,8 mg/100 mL.

Jawaban: 460,4 mg/100 mL (± 0,8; n = 3). Cek akal sehat: bila volume dibulatkan 17,4 mL dan konsentrasi 0,099 M di tengah hitungan, hasilnya 461,7 mg/100 mL, bergeser 1,3 mg karena pembulatan awal. Bila blanko lupa dikurangkan, hasilnya 462,5 mg/100 mL, terlalu tinggi. Bila perbandingan 1 : 2 terlupa, hasilnya 920,7 mg/100 mL, dua kali lipat dan langsung terlihat keliru.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.17 merangkum isi sub bab ini.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.17 Peta konsep pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Volume titran = bacaan akhir − bacaan awal.** Skala buret bertambah ke bawah; baca dasar meniskus dengan mata sejajar.
- **Ulangan** dirata-ratakan bila memenuhi batas SOP; ulangan yang menyimpang diganti titrasi baru, tidak dibuang diam-diam.
- **Presisi** = kedekatan antar ulangan (rentang, s, RSD); **akurasi** = kedekatan rata-rata terhadap nilai benar (galat, perolehan). Presisi baik dan akurasi buruk berarti kesalahan sistematis.
- **Bahan acuan di luar batas** berarti hasil sampel ditahan dan penyebab dicari.
- **Blanko:** V terkoreksi = V sampel − V blanko.
- **Angka penting:** hasil mengikuti data paling kasar; bulatkan hanya di akhir.
- **Laporan** memuat identitas, metode, data mentah, hasil bersatuan ± s, perbandingan dengan batas, dan tanda tangan; catatan dikoreksi dengan satu coretan dan paraf.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal pengolahan data titrasi:

1. **Hitung volume tiap ulangan** (akhir − awal) dan periksa batas keberterimaan lebih dulu.
2. **Rata-ratakan hanya yang diterima**, lalu terapkan koreksi blanko bila ada.
3. **Bulatkan di akhir** sesuai aturan pelaporan pada soal.
4. **Bandingkan dengan batas** sesuai tulisan batasnya (minimal, maksimal, atau rentang).

Jebakan yang sering dipasang:

- **Bacaan akhir dikurangkan dari bacaan awal** (terbalik), atau bacaan akhir dipakai sebagai volume.
- **Presisi dan akurasi tertukar**, atau akurasi dinilai dari kedekatan antar ulangan.
- **Semua ulangan dirata-ratakan** padahal salah satunya melewati batas SOP.
- **Pembulatan dilakukan terlalu awal**, atau hasil ditulis dengan angka lebih banyak dari ketelitian data.
- **Blanko terlupa**, atau ditambahkan (bukan dikurangkan).

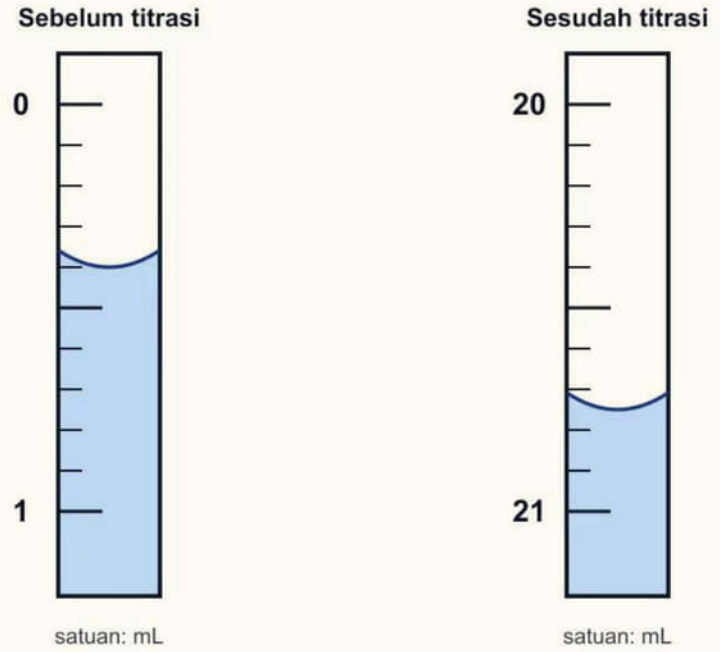
> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menerima hasil bahan acuan 10,0 mg/L dari rata-rata tiga ulangan (9,0; 11,1; 9,9) dan menulis "analis ini teliti karena rata-ratanya tepat 10,0". Yang tepat: rata-rata memang 10,0 (tepat), tetapi rentang ulangan 2,1 mg/L besar; analis itu **tidak teliti**. Tepat tidak sama dengan teliti.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pembacaan skala buret dari gambar, selisih bacaan, dan pemilihan ulangan yang boleh dirata-ratakan. Pakai bagian 1 dan 2.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Lia menitrasi tiga ulangan sampel air kapur di laboratorium sebuah pabrik semen (2027). Gambar memperlihatkan pembacaan buret ulangan 1 sebelum dan sesudah titrasi. Volume titran ulangan 2 adalah 20,25 mL dan ulangan 3 adalah 20,85 mL. Menurut SOP, hanya ulangan yang volumenya berselisih paling besar 0,10 mL satu sama lain yang dirata-rata. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Volume titran rata-rata yang dilaporkan Lia adalah ....



A. 20,75 mL
B. 20,60 mL
C. 20,48 mL
D. 20,30 mL
E. 20,20 mL

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Skala buret bernilai 0 di atas dan bertambah ke bawah; pembacaan dilakukan pada dasar meniskus sejajar mata. Volume titran = bacaan akhir − bacaan awal. Data ulangan yang menyimpang dari syarat keberterimaan tidak ikut dirata-rata.

Langkah:

1. Bacaan awal = 0,40 mL (dasar meniskus 4 garis kecil di bawah angka 0).
2. Bacaan akhir = 20,75 mL (7,5 garis kecil di bawah angka 20).
3. Ulangan 1 = 20,75 − 0,40 = 20,35 mL.
4. Selisih: U1–U2 = 0,10 mL (diterima); U3 berselisih 0,50–0,60 mL (ditolak).
5. Rata-rata = (20,35 + 20,25) ÷ 2 = 20,30 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ 20,75 mL adalah bacaan akhir, belum dikurangi bacaan awal.
- **B.** ✗ Rata-rata ulangan 1 dan 3, padahal ulangan 3 berselisih 0,50 mL dari ulangan 1.
- **C.** ✗ Jebakan: rata-rata ketiga ulangan (20,483 mL) tanpa membuang ulangan 3 yang tidak memenuhi syarat SOP.
- **D.** ✓ Ulangan 1 (20,35 mL) dan ulangan 2 (20,25 mL) memenuhi syarat; rata-ratanya 20,30 mL.
- **E.** ✗ Jebakan: hasil bila bacaan awal dibaca 0,60 mL (skala dibaca dari bawah ke atas), sehingga ulangan 1 menjadi 20,15 mL.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu data yang diterima, hitung rata-rata, lalu bandingkan dengan batas atau nilai acuan.

1. Tika menetapkan kadar asam (dihitung sebagai asam sitrat) dalam sirup jeruk di laboratorium sebuah pabrik sirup (2026) dengan tiga ulangan titrasi.

Ulangan	Kadar asam (%)
1	1,52
2	1,55
3	1,53

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

SOP: ulangan diterima bila rentangnya (nilai terbesar − terkecil) paling besar 0,05%; hasil dilaporkan sebagai rata-rata dengan dua angka desimal. Spesifikasi pembeli: kadar asam 1,40–1,50%.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ulangan 2 sebaiknya dibuang karena nilainya paling besar di antara ketiga ulangan.

☐ B. Rentang ketiga ulangan 0,03% sehingga semua ulangan dapat dipakai.

☐ C. Kadar asam yang dilaporkan adalah 1,53%.

☐ D. Rata-rata ditulis 1,5333% agar laporan terlihat lebih teliti.

☐ E. Sirup itu tidak memenuhi spesifikasi pembeli.

2. Laboratorium sebuah pabrik pupuk organik (2026) menguji kemampuan dua analis baru. Keduanya menganalisis bahan acuan bersertifikat yang kadar sebenarnya 10,0 mg/L, masing-masing tiga ulangan.

Analis	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
Xena	9,1	9,2	9,1	9,13
Yusuf	9,4	10,7	9,9	10,0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penilaian yang paling tepat adalah ....

A. Xena teliti dan tepat; selisih 0,87 dari acuan masih wajar untuk tiga ulangan

B. Xena teliti tetapi kurang tepat; Yusuf tepat rata-ratanya tetapi kurang teliti

C. Yusuf lebih baik dalam ketelitian dan ketepatan karena rata-ratanya sama dengan acuan

D. Keduanya setara baik karena semua nilai berada dalam ±10% dari nilai acuan

E. Xena kurang teliti karena rata-ratanya menyimpang; Yusuf teliti karena rata-ratanya tepat

Kunci singkat: 1. B, C, E 2. B

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa ulangan yang melewati batas SOP tidak boleh dihapus begitu saja dari catatan?
- Bagaimana dua analis bisa sama-sama presisi tetapi salah satunya tidak akurat?
- **Yang harus kuingat:** volume = akhir − awal; rata-ratakan hanya ulangan yang diterima; presisi ≠ akurasi; blanko dikurangkan; bulatkan di akhir dengan angka penting yang benar; catatan jujur dan lengkap.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-3.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan

SMKKA-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 3, analisis titrimetri dan gravimetri) meminta kamu **menjelaskan prinsip** dan **menerapkan prosedur** analisis gravimetri dengan dua metode: **penguapan** (zat yang mudah menguap dihilangkan, sisanya ditimbang) dan **pengendapan** (analit diubah menjadi endapan yang ditimbang). Level berpikirnya mulai dari pemahaman (mengapa endapan harus dibuat perlahan?), penerapan (menghitung kadar air, abu, atau sulfat dari massa), sampai penalaran (mengapa hasil seorang analis terlalu tinggi atau terlalu rendah?).

Pola soal yang sering muncul: (1) **menghitung kadar** dari data penimbangan berulang, termasuk memilih penimbangan yang dipakai saat **bobot tetap** tercapai; (2) **menilai rencana atau catatan prosedur** pengendapan, penyaringan, pencucian, dan pemijaran; (3) **menghitung massa analit** dari massa endapan dengan faktor gravimetri; (4) **menalar arah kesalahan** (hasil terlalu tinggi atau rendah). Sub bab ini memuat paling banyak soal sulit di bab ini, karena banyak langkah kecil dan satu langkah yang keliru mengubah hasil.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip gravimetri penguapan dan pengendapan beserta contoh pemakaiannya;
- menguraikan prosedur pengeringan, pengabuan, dan pencapaian bobot tetap dengan desikator;
- menjelaskan sifat endapan yang baik, kondisi pengendapan, penyaringan, pencucian, dan pemijaran;
- menghitung kadar analit dan menentukan arah pengaruh suatu kesalahan prosedur.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Gravimetri adalah analisis kuantitatif yang hasil akhirnya diperoleh dengan **menimbang**. Neracanya sendiri adalah alat ukurnya; tidak diperlukan larutan standar seperti pada titrasi. Prinsipnya sederhana: bila kita dapat **memisahkan analit** (atau memisahkan segala sesuatu selain analit) dan menimbangnya dalam bentuk yang komposisinya pasti, massa itu langsung menunjukkan kadarnya. Kelemahannya adalah waktu: pengeringan, pemijaran, dan penimbangan berulang membuat satu analisis dapat memakan berjam-jam. Ketelitiannya sangat tinggi bila prosedur dijalankan dengan benar, dan karena itu gravimetri sering dipakai sebagai metode rujukan.

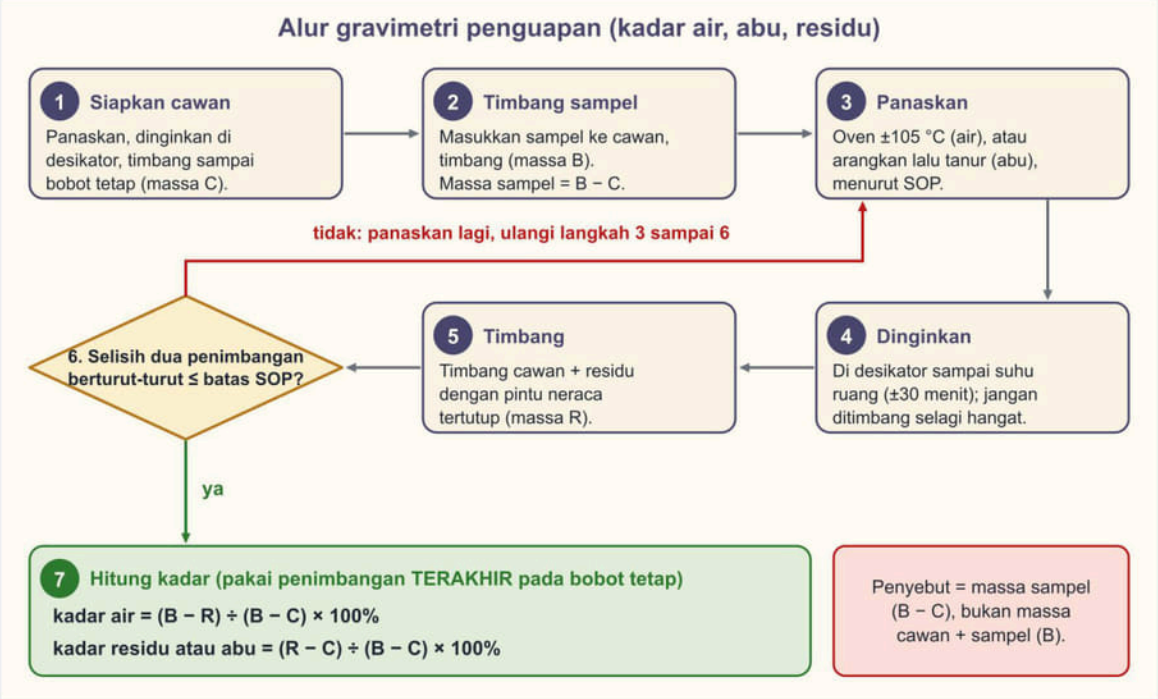
Ada dua kelompok besar yang dibahas di sub bab ini:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Gravimetri penguapan** (*volatilization*): bagian yang mudah menguap dihilangkan dengan pemanasan dan **massa yang hilang** atau **massa sisa** ditimbang. Contohnya kadar air, kadar abu, dan padatan terlarut.
- **Gravimetri pengendapan** (*precipitation*): analit diubah menjadi **endapan** yang sukar larut, endapan dipisahkan, dibersihkan, diubah menjadi bentuk yang stabil, lalu ditimbang. Contohnya penetapan sulfat sebagai $BaSO_4$ atau klorida sebagai AgCl. (Metode ketiga, elektrogravimetri, dibahas pada analisis elektrokimia.)

1. Gravimetri penguapan: kadar air, abu, dan padatan

Prosedur penguapan mengikuti alur pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Alur gravimetri penguapan: dari menimbang cawan sampai menghitung kadar, dengan pengulangan pemanasan sampai bobot tetap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kadar air dan zat menguap. Sampel (misalnya tepung, biji-bijian, atau garam) ditimbang dalam cawan, dipanaskan di oven pada suhu yang ditetapkan SOP (umumnya sekitar 105 °C), didinginkan, lalu ditimbang ulang sampai bobot tetap. Air yang menguap menyebabkan penurunan massa. Bila cawan kosong bermassa C, cawan berisi sampel B, dan cawan berisi residu kering R:

- massa sampel = B − C;
- massa yang hilang (air) = B − R;
- **kadar air = (B − R) ÷ (B − C) × 100%**; kadar residu kering = (R − C) ÷ (B − C) × 100%.

Metode ini cocok untuk bahan yang hanya kehilangan air bila dipanaskan. Bahan yang mengandung zat menguap lain, atau yang rusak oleh panas, memakai metode lain (dibahas pada analisis kadar air). Air kristal pada garam berhidrat juga dapat ditetapkan dengan cara yang sama; misalnya, kristal berwarna biru kehilangan air kristal bila dipanaskan sampai bobot tetap.

Kadar abu. Abu adalah sisa **anorganik** (mineral) setelah semua bahan organik terbakar. Prosedur **pengabuan kering**: sampel dalam cawan porselen diarangkan lebih dulu di atas pemanas dengan api kecil sampai tidak berasap (agar tidak menyala atau terlempar), lalu dipijarkan di **tanur** (*muffle furnace*) pada suhu menurut SOP (kira-kira 500–600 °C untuk pangan) sampai abu berwarna **putih keabuan**. Warna hitam berarti masih ada karbon yang belum terbakar. Abu didinginkan di desikator, ditimbang, dan pemijaran diulang sampai bobot tetap. **Kadar abu = (massa abu ÷ massa sampel) × 100%**.

Padatan terlarut total (*total dissolved solids*, TDS) dalam air ditetapkan dengan menguapkan volume sampel yang diketahui (yang sebelumnya disaring jernih) dalam cawan berbobot tetap, mengeringkan residunya sampai bobot tetap, lalu menimbang: **TDS (mg/L) = massa residu (mg) × 1.000 ÷ volume sampel (mL)**. Contoh: residu 5,6 mg dari 100 mL sampel berarti 56 mg/L. Suhu pengeringan mengikuti SOP.

2. Bobot tetap dan desikator

Bobot tetap (*constant weight*) berarti massa tidak lagi berubah lebih dari batas yang ditetapkan SOP pada dua penimbangan berturut-turut, yang masing-masing didahului pemanasan dan pendinginan yang sama. Bobot tetap adalah bukti bahwa semua air atau zat menguap sudah hilang, dan bahwa tidak ada massa yang berubah lagi. Batasnya ditetapkan SOP; angka seperti 0,0005 g (0,5 mg) umum dipakai untuk penimbangan neraca analitik, sedangkan soal latihan dapat memakai batas yang lebih longgar.

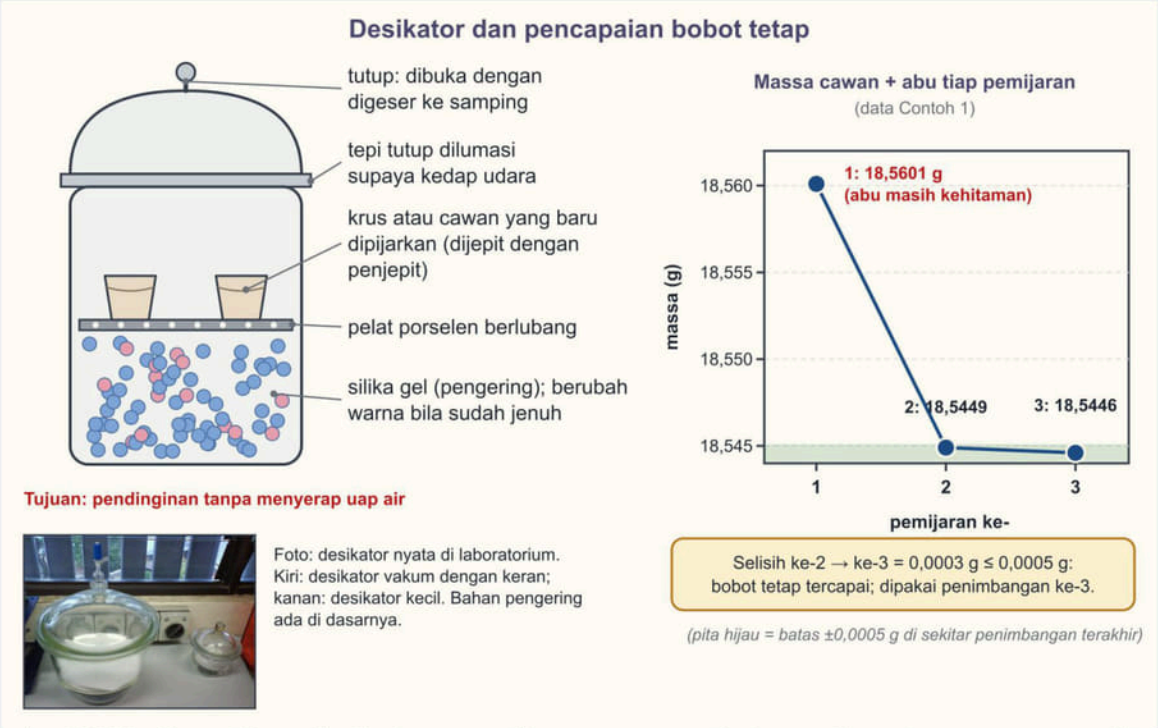
Cara mencapainya (Gambar 3.19):

1. **Cawan atau krus kosong** terlebih dahulu dipanaskan, didinginkan, dan ditimbang sampai bobot tetap. Cawan yang massanya belum tetap membuat selisih massa tidak benar.
2. Setelah sampel dipanaskan, cawan dipindahkan dengan **penjepit** (jangan dengan tangan) ke **desikator**.
3. **Desikator** (*desiccator*) adalah wadah tertutup rapat berisi bahan pengering, biasanya silika gel yang berubah warna bila jenuh, di bawah pelat berlubang. Di dalamnya cawan panas mendingin **tanpa menyerap uap air dari udara**. Tutupnya dibuka dengan menggesernya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ke samping, bukan diangkat. Cawan didinginkan sampai suhu ruang (sekitar 30 menit atau menurut SOP).

4. Cawan **ditimbang setelah dingin**, dengan pintu neraca tertutup. Penimbangan selagi hangat membuat massa terbaca lebih kecil, karena udara panas naik dan mengangkat piringan neraca. Menimbang yang dibiarkan terbuka di udara membuat bahan higroskopis menyerap uap air dan massanya bertambah.
5. Pemanasan, pendinginan, dan penimbangan **diulang** sampai dua penimbangan berturut-turut berbeda tidak lebih dari batas SOP. Massa yang dipakai adalah massa terakhir pada bobot tetap, bukan penimbangan pertama dan bukan rata-rata semuanya.



Gambar 3.19 Desikator (skema dan foto) serta grafik massa cawan terhadap pemijaran ke-n yang mencapai bobot tetap (kanan). Sumber foto: Rifleman 82 (pengunggah asli di Wikipedia bahasa Inggris), CC BY-SA 3.0, melalui Wikimedia Commons; skema dan grafik digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan grafik pada Gambar 3.19. Pemijaran pertama masih meninggalkan karbon, sehingga massanya jauh lebih besar. Pemijaran kedua dan ketiga berselisih sangat kecil, jadi bobot tetap tercapai dan penimbangan ketiga dipakai.

3. Gravimetri pengendapan: prinsip dan sifat endapan yang baik

Pada gravimetri pengendapan, analit dalam larutan diubah menjadi **endapan** dengan menambahkan **pengendap** (*precipitating agent*). Lima langkah utamanya: (1) melarutkan sampel; (2) mengendapkan analit; (3) menyaring dan mencuci endapan; (4) mengeringkan atau memijarkan endapan sampai menjadi **bentuk timbang** yang komposisinya pasti; (5) menimbang. Beberapa contoh yang akan kamu temui:

Analit	Pengendap	Endapan	Bentuk timbang	Faktor gravimetri (Ar dan Mr pada soal)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sulfat (SO_4^{2-})	$BaCl_2$ (Ba^{2+})	$BaSO_4$	$BaSO_4$	96 ÷ 233
Klorida (Cl^-)	$AgNO_3$ (Ag^+)	AgCl	AgCl	35,5 ÷ 143,5
Besi (Fe^{3+})	NH_3 (OH^-)	$Fe(OH)_3$ berhidrat	Fe_2O_3	2 × 56 ÷ 160
Kalsium (Ca^{2+})	oksalat ($C_2O_4^{2-}$)	CaC_2O_4 berhidrat	$CaCO_3$ atau CaO (tergantung suhu pijar)	menurut bentuk timbang

Perhatikan bahwa pada besi, **endapan** ($Fe(OH)_3$) tidak sama dengan **bentuk timbang** (Fe_2O_3), sehingga faktor gravimetri dihitung dari bentuk timbangnya.

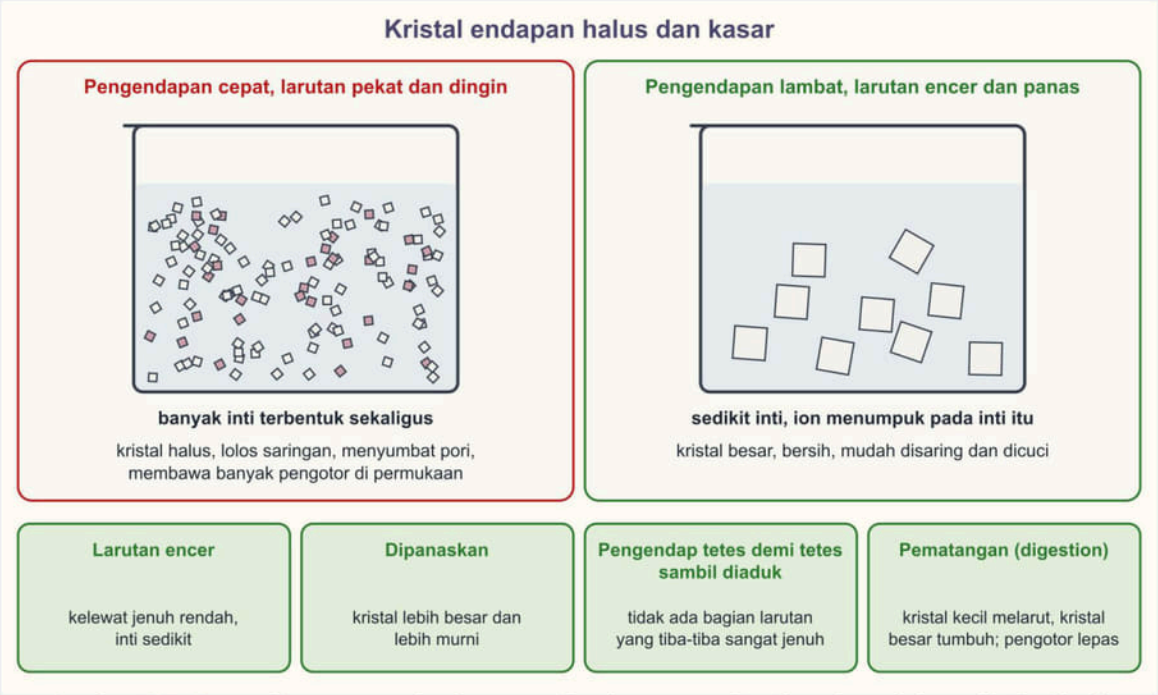
Endapan yang baik memenuhi lima syarat:

1. **Sukar larut**: kehilangan karena kelarutan di bawah batas ketelitian neraca.
2. **Murni**: tidak membawa pengotor dari larutan.
3. **Mudah disaring dan dicuci**: berupa kristal yang cukup besar, bukan koloid yang lolos kertas saring.
4. **Komposisi pasti** setelah dikeringkan atau dipijarkan, dan stabil (tidak menyerap air atau terurai).
5. **Massa molar besar** dibandingkan analitnya, supaya galat penimbangan memberi pengaruh kecil pada hasil.

4. Kondisi pengendapan: kristal besar atau kristal halus

Apakah endapan yang terbentuk berupa kristal besar atau kristal halus ditentukan oleh bagaimana endapan terbentuk pada tingkat partikel (Gambar 3.20). Pembentukan endapan melalui dua proses: **pembentukan inti** (*nucleation*), saat ion-ion bergabung membentuk partikel kecil pertama, dan **pertumbuhan kristal**, saat ion yang tersisa menempel pada inti yang sudah ada.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.20 Pengendapan cepat dari larutan pekat dingin menghasilkan banyak kristal halus (kiri); pengendapan lambat dari larutan encer panas menghasilkan sedikit kristal besar (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila pengendap dituangkan cepat ke larutan **pekat**, larutan menjadi sangat jenuh dalam sekejap. Terbentuk **banyak inti** sekaligus, dan ion yang tersedia terbagi ke banyak inti sehingga endapannya halus, mudah **lolos kertas saring**, menyumbat pori, dan membawa banyak pengotor di permukaannya. Sebaliknya, bila pengendap ditambahkan **perlahan** ke larutan **encer** yang **panas** sambil diaduk, hanya sedikit inti terbentuk. Ion yang datang kemudian menumpuk pada inti itu sehingga **kristalnya besar, bersih, dan mudah disaring**.

Dari penjelasan itu lahir aturan pengendapan yang baik:

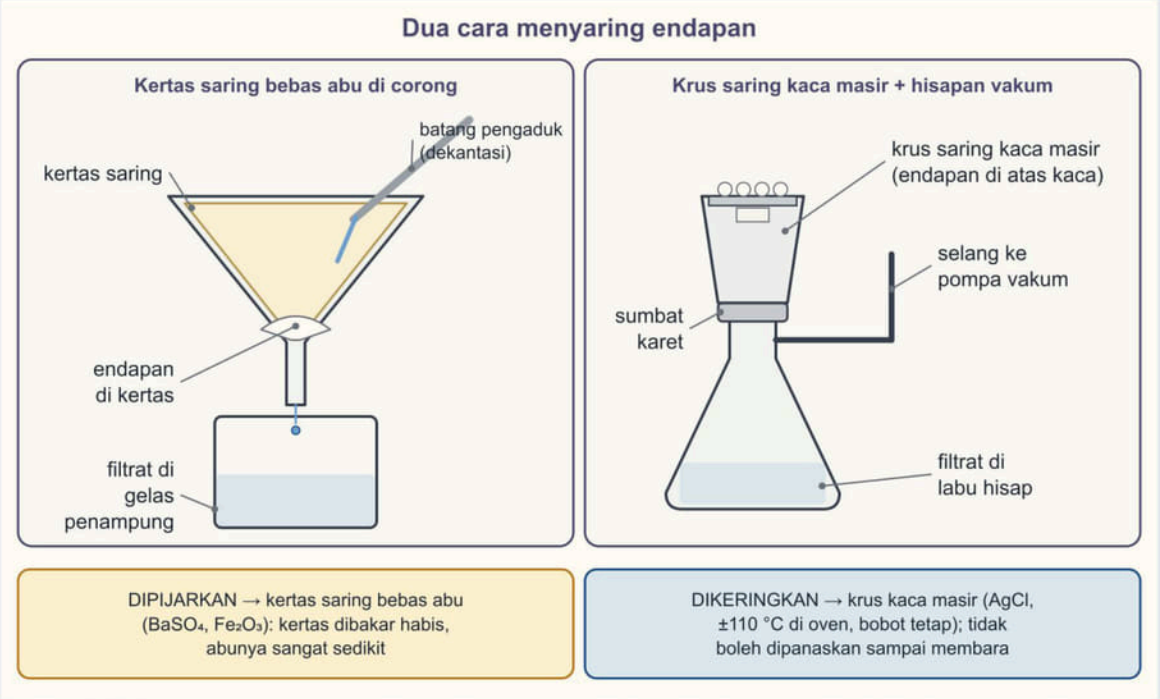
1. **Larutan sampel encer** agar kelewat jenuh rendah.
2. **Dipanaskan** (hampir mendidih) agar endapan lebih kasar dan murni (kecuali bila SOP meminta suhu lain).
3. **Pengendap ditambahkan perlahan**, tetes demi tetes, **sambil diaduk**, dan sedikit berlebih (bukan sangat berlebih).
4. **Suasana disesuaikan** menurut SOP. Pada $BaSO_4$ larutan sedikit asam dengan HCl encer, sehingga endapan lain seperti barium karbonat tidak ikut terbentuk.
5. **Pematangan** (*digestion*): endapan dibiarkan dalam larutan induknya yang hangat untuk waktu tertentu (misalnya satu jam atau lebih menurut SOP). Kristal kecil melarut kembali dan mengendap pada kristal besar, pengotor terlepas, dan endapan menjadi lebih besar dan murni.
6. **Uji kelengkapan pengendapan:** setelah endapan mengendap, teteskan sedikit pengendap pada cairan jernih di atasnya. Bila tidak lagi keruh, seluruh analit sudah mengendap.

5. Penyaringan dan pencucian

Endapan harus dipisahkan seluruhnya dari larutan induk tanpa ada yang hilang. Ada dua cara

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menyaring (Gambar 3.21).



Gambar 3.21 Dua cara menyaring endapan: kertas saring bebas abu di corong (kiri) dan krus saring kaca masir dengan hisapan vakum (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Kertas saring bebas abu** (*ashless filter paper*) dipakai untuk endapan yang akan **dipijarkan** (misalnya $BaSO_4$ dan Fe_2O_3). Kertas ini terbakar habis dan meninggalkan abu yang sangat sedikit. Kertas dipilih menurut kehalusan endapan, dilipat, dibasahi, dan dipasang rapat di corong. Cairan jernih dituangkan lebih dulu dengan menuntunnya memakai batang pengaduk (dekantasi); endapan dipindahkan belakangan memakai botol semprot. Seluruh endapan, termasuk yang menempel di gelas kimia dan batang pengaduk, harus ikut terpindah.
- **Krus saring kaca masir** (*sintered glass crucible*) dipakai untuk endapan yang cukup **dikeringkan** di oven (misalnya AgCl) dan disaring dengan hisapan vakum. Krus ini tidak memakai kertas, tetapi tidak boleh dipanaskan langsung di atas nyala sampai membara karena kaca dapat retak.

Pencucian membuang larutan induk dan pengotor yang menempel. Cairan cuci dipilih menurut sifat endapan. Endapan kristal seperti $BaSO_4$ dapat dicuci dengan air panas. Endapan yang cenderung berubah menjadi **koloid** bila bertemu air murni, seperti AgCl, dicuci dengan **larutan elektrolit encer** (HNO_3 sangat encer untuk AgCl). Air murni menghilangkan ion yang menstabilkan endapan sehingga partikel kembali menjadi koloid dan lolos saringan.

Mencuci dengan **beberapa porsi kecil** lebih efektif daripada satu porsi besar dengan volume total yang sama. Model sederhananya: bila setiap kali sisa cairan induk 1 mL tertinggal dalam endapan, satu pencucian dengan 10 mL meninggalkan $1 \div 11 \approx 9\%$ pengotor, sedangkan lima pencucian dengan 2 mL meninggalkan $(1 \div 3)^5 \approx 0{,}4\%$. Namun pencucian tidak boleh berlebihan, karena endapan sedikit larut. Kecukupan pencucian diperiksa dengan **menguji filtrat**, misalnya meneteskan $AgNO_3$ pada filtrat untuk memeriksa ion klorida; bila filtrat tidak lagi keruh,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pengotor sudah tercuci.

6. Pengeringan, pemijaran, dan alur penetapan sulfat

Setelah dicuci, endapan diubah menjadi bentuk timbang:

- **AgCl** cukup **dikeringkan** di oven (sekitar 110 °C) sampai bobot tetap, di dalam krus saring. AgCl terurai oleh cahaya (menjadi keunguan), sehingga dilindungi dari cahaya matahari langsung selama pengerjaan.
- **$BaSO_4$ dan Fe_2O_3** dipijarkan di **krus porselen** yang telah berbobot tetap. Kertas saring berisi endapan dilipat, dimasukkan ke krus, lalu **diarangkan perlahan dengan nyala kecil** sampai hangus tanpa menyala. Bila kertas menyala, nyala dipadamkan dengan menutup krus. Baru setelah itu suhu dinaikkan (tanur, sekitar 800 °C untuk $BaSO_4$ menurut SOP) supaya karbon terbakar habis. Pengarangan yang terlalu cepat membuat karbon dari kertas **mereduksi $BaSO_4$ menjadi BaS**, sehingga massa endapan lebih kecil dan hasil terlalu rendah.
- **CaC_2O_4** dipanaskan menjadi $CaCO_3$ pada suhu sekitar 500 °C, atau menjadi CaO pada suhu jauh lebih tinggi. Bentuk timbang bergantung suhu, sehingga suhu pemijaran harus sesuai SOP.

Setelah dipijarkan, krus didinginkan di desikator, ditimbang, dan pemijaran diulang sampai **bobot tetap**. Gambar 3.22 merangkum penetapan sulfat sebagai $BaSO_4$ dari awal sampai akhir.



Gambar 3.22 Alur penetapan sulfat sebagai $BaSO_4$: dari melarutkan sampel sampai menghitung kadar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Kopresipitasi dan sumber galat

Kopresipitasi (*coprecipitation*) adalah ikut mengendapnya zat lain yang seharusnya tetap larut. Penyebab utamanya adalah **adsorpsi pengotor pada permukaan** endapan dan **oklusi**, yaitu pengotor yang terperangkap di dalam kristal yang tumbuh cepat. Endapan halus yang luas permukaannya besar sangat rentan. Cara mengurangi: pengendapan lambat dari larutan encer panas, pematangan, pencucian yang cukup, dan bila perlu **pengendapan ulang** (endapan dilarutkan kembali lalu diendapkan lagi). Kopresipitasi umumnya membuat massa endapan lebih besar sehingga hasil **terlalu tinggi**.

Ringkasan arah kesalahan pada gravimetri (kadar analit atau residu yang dihitung dari massa endapan atau residu):

Kejadian	Massa yang ditimbang	Hasil terhitung
Endapan melarut karena pencucian berlebihan atau cairan cuci tidak tepat	lebih kecil	terlalu rendah
Pengendap kurang atau pengendapan belum lengkap	lebih kecil	terlalu rendah
Endapan halus lolos saringan	lebih kecil	terlalu rendah
Karbon kertas mereduksi $BaSO_4$ (pengarangan terlalu cepat)	lebih kecil	terlalu rendah
Menimbang selagi hangat	tampak lebih kecil	terlalu rendah
Kopresipitasi atau pencucian kurang	lebih besar	terlalu tinggi
Bobot tetap belum tercapai, residu atau endapan masih lembap	lebih besar	terlalu tinggi (kadar air terhitung terlalu rendah)
Kertas tidak terbakar sempurna, sisa karbon	lebih besar	terlalu tinggi
Bahan higroskopis menyerap uap air sebelum ditimbang	lebih besar	terlalu tinggi

8. Menghitung hasil gravimetri

- **Penguapan:** kadar residu, abu, atau air dihitung dari selisih massa dengan **massa sampel** (bukan massa cawan + sampel) di penyebut.
- **Pengendapan:** massa analit = massa bentuk timbang × **faktor gravimetri** (FG = a × Ar analit ÷ b × Mr bentuk timbang, dengan a dan b koefisien yang menyamakan jumlah atom analit; contoh Fe dari Fe_2O_3: a = 2, b = 1; lihat sub bab prediksi hasil gravimetri). Kadar = (massa analit ÷ massa sampel) × 100%. Untuk sampel cair, massa analit (mg) dibagi volume sampel (L) memberi mg/L.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: kadar abu kopi bubuk

Pada 2026, Hana menetapkan kadar abu kopi bubuk. Cawan porselen kosong berbobot tetap 18,4210 g diisi 3,0000 g kopi, diarangkan, lalu dipijarkan di tanur. Setelah didinginkan di desikator, massa cawan + abu: pemijaran ke-1 18,5601 g (abu masih kehitaman); ke-2 18,5449 g (putih keabuan); ke-3 18,5446 g (putih keabuan). Bobot tetap tercapai bila dua penimbangan berturut-turut berbeda paling besar 0,0005 g. Tentukan kadar abu. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Cek bobot tetap.** Selisih pemijaran ke-1 dan ke-2: 18,5601 − 18,5449 = 0,0152 g (belum tetap). Selisih ke-2 dan ke-3: 18,5449 − 18,5446 = 0,0003 g ≤ 0,0005 g, jadi **bobot tetap tercapai pada pemijaran ke-3**. Dipakai 18,5446 g.
2. **Massa abu.** 18,5446 − 18,4210 = 0,1236 g.
3. **Kadar abu.** (0,1236 ÷ 3,0000) × 100% = 4,12%.

Jawaban: kadar abu 4,12%. Cek akal sehat: bila penimbangan pertama yang dipakai, hasilnya (0,1391 ÷ 3,0000) × 100% = 4,64%, terlalu tinggi 0,52 poin karena karbon belum terbakar habis. Bila massa abu dibagi massa cawan + sampel (21,4210 g), hasilnya 0,58%, terlalu kecil; penyebutnya harus massa sampel.

Contoh 2: kadar sulfat dalam air proses sebagai $BaSO_4$

Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik tekstil menetapkan sulfat dalam air proses. Sebanyak 250,0 mL sampel diasamkan dengan HCl encer, dipanaskan, lalu diendapkan dengan $BaCl_2$ panas yang ditambahkan perlahan. Endapan dimatangkan, disaring dengan kertas saring bebas abu, dicuci, dipijarkan, dan ditimbang sampai bobot tetap. Krus kosong berbobot tetap 22,1050 g; krus + $BaSO_4$ pada bobot tetap 22,4562 g (Ar Ba = 137, S = 32, O = 16). Tentukan massa sulfat dan kadarnya dalam mg/L. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa $BaSO_4$.** 22,4562 − 22,1050 = 0,3512 g.
2. **Faktor gravimetri.** Mr $BaSO_4$ = 137 + 32 + 4 × 16 = 233; Mr SO_4 = 32 + 4 × 16 = 96. FG = 96 ÷ 233 = 0,4120.
3. **Massa sulfat.** 0,3512 g × 0,4120 = 0,1447 g = 144,7 mg.
4. **Kadar dalam sampel.** 144,7 mg ÷ 0,2500 L = 578,8 mg/L.

Jawaban: sulfat 578,8 mg/L. Cek akal sehat: sulfat berada di dalam endapan dengan massa 41% (96 dari 233), jadi massa sulfat pasti lebih kecil dari massa endapan. Bila faktor dibalik (233 ÷ 96), hasilnya 3.409,6 mg/L, jauh lebih besar dan jelas keliru. Bila volume 1 L dipakai sebagai pembagi alih-alih 0,2500 L, hasilnya 144,7 mg/L (seperempat dari yang benar).

Contoh 3: menilai bobot tetap dan pencucian

Pada 2027, Joko memijarkan endapan $BaSO_4$ dari sampel lain dengan krus berbobot tetap 25,1100 g. Krus + endapan setelah pemijaran berturut-turut: 25,4800; 25,4655; 25,4631; dan 25,4629 g. SOP: bobot tetap bila dua penimbangan berturut-turut berbeda paling besar 0,0005 g. Joko berhenti pada penimbangan ke-2. Selain itu, ia mencuci endapan dengan 250 mL air panas.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

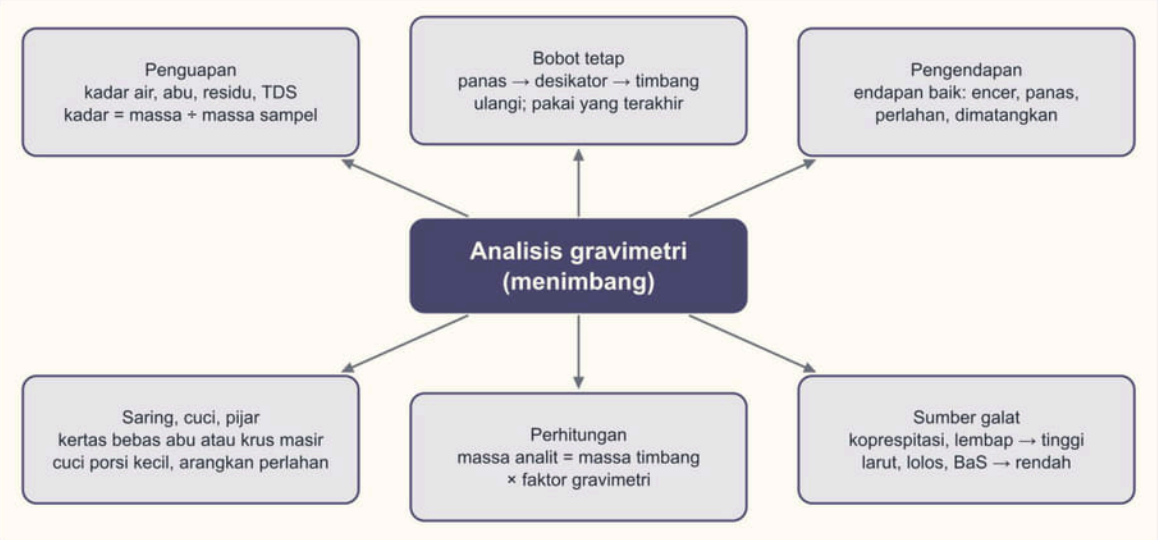
Nilailah akibat dua kebiasaan itu terhadap massa endapan (kelarutan $BaSO_4$ sekitar 2,3 mg per liter air, dari Ksp ≈ 1×10^{-10}). *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Selisih berturut-turut.** 25,4800 − 25,4655 = 0,0145 g; 25,4655 − 25,4631 = 0,0024 g; 25,4631 − 25,4629 = 0,0002 g. Hanya selisih terakhir ≤ 0,0005 g, jadi bobot tetap tercapai pada penimbangan ke-4 (massa endapan = 25,4629 − 25,1100 = 0,3529 g).
2. **Akibat berhenti di penimbangan ke-2.** Massa terbaca 25,4655 − 25,1100 = 0,3555 g. Galat = (0,3555 − 0,3529) ÷ 0,3529 × 100% = +0,74% (terlalu tinggi, karena endapan masih lembap).
3. **Akibat pencucian 250 mL.** $BaSO_4$ yang larut kira-kira 2,3 mg/L × 0,25 L ≈ 0,58 mg, atau sekitar 0,17% dari 352,9 mg (terlalu rendah). Pengaruh ini jauh lebih kecil daripada galat bobot tetap, tetapi bagi endapan yang lebih larut, pencucian berlebihan dapat menimbulkan kesalahan besar.

Jawaban: berhenti terlalu cepat menyebabkan hasil terlalu tinggi sekitar 0,74%, sedangkan pencucian berlebihan sedikit menurunkan hasil. Cek akal sehat: dua kebiasaan itu memengaruhi hasil ke arah yang berlawanan. Karena itu menalar arah kesalahan harus dilakukan satu per satu, tidak digabungkan.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.23 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 3.23 Peta konsep analisis gravimetri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Gravimetri** menghitung kadar dari **massa**. **Penguapan:** air, abu, atau residu; **pengendapan:** analit menjadi endapan, lalu bentuk timbang.
- **Bobot tetap:** pemanasan, pendinginan **di desikator**, penimbangan, diulang sampai selisih ≤ batas SOP; yang dipakai penimbangan **terakhir**. Cawan kosong juga berbobot tetap; jangan menimbang selagi hangat.
- **Kadar penguapan** = massa ÷ **massa sampel** × 100% (bukan massa cawan + sampel). Abu dianggap selesai bila putih keabuan dan bobotnya tetap.
- **Endapan yang baik:** sukar larut, murni, mudah disaring, komposisi pasti, massa molar besar.
- **Kondisi pengendapan:** larutan encer, panas, pengendap perlahan sambil diaduk, pematangan, uji kelengkapan.
- **Penyaringan dan pencucian:** kertas bebas abu untuk pijar, krus kaca masir untuk pengeringan; cuci porsi kecil berulang dengan cairan yang tepat (elektrolit encer untuk koloid), jangan berlebihan.
- **Massa analit = massa bentuk timbang × faktor gravimetri.** Arah kesalahan: massa lebih besar berarti hasil terlalu tinggi, massa lebih kecil berarti terlalu rendah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal gravimetri:

1. **Tentukan jenisnya**: penguapan (massa sisa atau hilang) atau pengendapan (massa endapan dan faktor).
2. **Tentukan penimbangan yang dipakai**: periksa selisih berturut-turut terhadap batas bobot tetap, lalu pakai penimbangan terakhir pada bobot tetap.
3. **Hitung massa sampel dengan benar**, lalu gunakan sebagai penyebut.
4. **Untuk soal prosedur**, periksa urutan: pengendapan panas dan perlahan, uji kelengkapan, pencucian dengan cairan yang tepat, pengarangan perlahan, desikator, lalu timbang dingin.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Penimbangan pertama atau rata-rata semua penimbangan** dipakai alih-alih penimbangan terakhir pada bobot tetap.
- **Cawan tidak didinginkan di desikator**, atau ditimbang selagi hangat.
- **Penyebut salah:** massa cawan + sampel dipakai sebagai pembagi.
- **Faktor gravimetri tanpa koefisien** (lupa 2 atom Fe pada Fe_2O_3) atau terbalik.
- **Pencucian dengan air murni sebanyak mungkin** pada endapan koloid atau endapan yang larut.
- **Kertas berisi endapan langsung dibakar dengan nyala besar.**

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menetapkan kadar abu dengan tiga penimbangan cawan + abu (30,4120; 30,3891; 30,3889 g) dan menghitung kadar abu dari rata-rata ketiganya "agar lebih teliti". Yang tepat: penimbangan pertama masih jauh dari bobot tetap (selisih 0,0229 g), sedangkan selisih ke-2 dan ke-3 hanya 0,0002 g. Massa yang dipakai adalah penimbangan terakhir (30,3889 g); rata-rata ketiganya memasukkan data yang belum tetap.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan penimbangan pada bobot tetap dan perhitungan kadar residu dari massa sampel. Pakai bagian 1 dan 2.

►. Laboratorium sebuah pabrik kerupuk (2026) memeriksa kadar padatan dalam air garam bahan baku. Sebanyak 10,0000 g air garam dimasukkan ke cawan porselen yang sudah berbobot tetap (30,1250 g), diuapkan, lalu dikeringkan di oven. Menurut SOP, bobot tetap tercapai bila dua penimbangan berturut-turut berselisih paling besar 0,0020 g, dan penimbangan terakhir yang dipakai.

Penimbangan cawan + residu	Massa (g)
Setelah pengeringan ke-1	32,0450
Setelah pengeringan ke-2	31,9100
Setelah pengeringan ke-3	31,9088

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kadar padatan dalam air garam itu adalah ....

A. 4,45%
B. 17,84%
C. 18,30%
D. 19,20%
E. 82,16%

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: Gravimetri penguapan: zat yang mudah menguap (air) dihilangkan dengan pemanasan; residu ditimbang sampai bobot tetap. Kadar residu = massa residu ÷ massa sampel × 100%.

Langkah:

1. Selisih ke-2 dan ke-3 = 0,0012 g ≤ 0,0020 g → bobot tetap; pakai 31,9088 g.
2. Massa residu = 31,9088 − 30,1250 = 1,7838 g.
3. Kadar = 1,7838 ÷ 10,0000 × 100% = 17,84%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Hasil bila residu dibagi massa cawan + sampel (40,1250 g), bukan massa sampel.
- **B.** ✓ Residu pada bobot tetap 1,7838 g dari 10,0000 g sampel = 17,84%.
- **C.** ✗ Jebakan: rata-rata ketiga penimbangan, padahal SOP memakai penimbangan terakhir pada bobot tetap.
- **D.** ✗ Jebakan: memakai penimbangan pertama, ketika residu belum kering (selisih ke-1 dan ke-2 masih 0,135 g).
- **E.** ✗ Itu kadar air (zat yang menguap), bukan kadar padatan.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tentukan dulu jenis gravimetrinya dan massa yang dipakai (periksa bobot tetap atau faktor gravimetri), baru menghitung atau menilai prosedur.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik tepung terigu (2027) menetapkan kadar abu tepung. Cawan porselen kosong berbobot tetap 20,5000 g diisi 5,0000 g tepung, lalu dipijarkan di tanur. Bobot tetap tercapai bila dua penimbangan berturut-turut berselisih paling besar 0,0005 g.

Penimbangan cawan + abu	Massa (g)	Warna abu
Pemijaran ke-1	20,5750	kehitaman
Pemijaran ke-2	20,5602	putih keabuan
Pemijaran ke-3	20,5600	putih keabuan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar abu tepung tersebut adalah ....

A. 0,23%
B. 1,20%
C. 1,50%
D. 12,0%
E. 98,8%

2. Sebuah pemasok bahan kimia (2027) memeriksa kristal tembaga(II) sulfat berhidrat. Cawan kosong berbobot tetap 20,00 g. Cawan berisi kristal 22,50 g. Setelah dipanaskan sampai seluruh air kristal hilang dan bobotnya tetap, cawan berisi padatan menjadi 21,60 g.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air kristal dalam sampel adalah ....

A. 0,90%
B. 3,6%
C. 36,0%
D. 56,3%
E. 64,0%

3. Laboratorium sebuah pabrik pupuk ZA (2027) menetapkan kadar sulfat dengan mengendapkannya sebagai $BaSO_4$. Endapan disaring dengan kertas saring bebas abu, lalu kertas dan endapan diabukan di krus dan dipijarkan di tanur. Analis muda menulis catatan prosedur berikut untuk diperiksa supervisor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat dalam catatan itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kertas saring berisi endapan langsung dipanaskan dengan nyala besar agar cepat menjadi abu.
☐ B. $BaCl_2$ ditambahkan perlahan ke larutan sampel panas yang sedikit asam sambil diaduk.
☐ C. Kelengkapan pengendapan diperiksa dengan meneteskan $BaCl_2$ ke cairan jernih di atas endapan.
☐ D. Krus berisi endapan ditimbang segera setelah keluar dari tanur, selagi hangat, agar tidak menyerap uap air.
☐ E. Endapan dicuci dengan air panas sampai filtrat tidak lagi keruh bila ditetesi $AgNO_3$.

4. Laboratorium sebuah perusahaan tambang pasir besi (2026) menetapkan kadar besi dalam 2,000 g sampel. Besi diendapkan sebagai $Fe(OH)_3$, lalu endapan disaring, dicuci, dan dipijarkan menjadi Fe_2O_3. Massa Fe_2O_3 pada bobot tetap 0,1600 g. (Ar Fe = 56; Mr Fe_2O_3 = 160; Mr $Fe(OH)_3$ = 107)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar besi (Fe) dalam sampel adalah ....

A. 2,8%
B. 4,2%
C. 5,6%
D. 8,0%
E. 11,4%

5. Laboratorium sebuah pabrik es batu (2026) menetapkan kadar klorida air baku dengan gravimetri sebagai AgCl memakai krus saring kaca masir. Siswa PKL menulis rencana kerja untuk diperiksa pembimbing.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat dalam rencana itu adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. $AgNO_3$ ditambahkan ke larutan sampel yang sudah diasamkan dengan HNO_3 encer.
☐ B. Endapan dijauhkan dari cahaya matahari langsung selama pengerjaan.
☐ C. Endapan dicuci dengan air suling murni sebanyak mungkin agar bebas ion pengganggu.
☐ D. Endapan dalam krus saring dikeringkan di oven sekitar 110 °C sampai bobot tetap.
☐ E. Krus saring berisi endapan dipanaskan langsung di atas nyala pembakar sampai membara agar cepat kering.

Kunci singkat: 1. B 2. C 3. B, C, E 4. C 5. A, B, D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa cawan harus didinginkan di desikator sebelum ditimbang, dan mengapa tidak boleh ditimbang selagi hangat?
- Mengapa endapan dibuat perlahan dari larutan encer yang panas, dan mengapa pengarangan kertas saring dilakukan dengan nyala kecil?
- **Yang harus kuingat:** kadar = massa ÷ massa sampel; pakai penimbangan terakhir pada bobot tetap; endapan baik dibuat lambat, panas, encer, dimatangkan, dicuci sedikit-sedikit dengan cairan yang tepat; massa analit = massa bentuk timbang × faktor gravimetri.

Latihan interaktif di LMS
Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-3.4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 3

SMKKA-KB3

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 3 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB3

1. Pada 2027, Salsa, analis di laboratorium mutu sebuah pabrik jus markisa kemasan, menetapkan keasaman jus yang dihitung sebagai asam sitrat ($H_3C_6H_5O_7$, Mr = 192). Asam sitrat adalah asam triprotik, dan ketiga protonnya ikut dinetralkan sampai titik akhir fenolftalein. Sebanyak 10,00 mL jus dititrasi dengan NaOH 0,1000 M sampai merah muda pucat bertahan 30 detik. Volume NaOH rata-rata 14,60 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar asam sitrat dalam jus tersebut adalah ....

A. 0,093 g per 100 mL
B. 0,934 g per 100 mL
C. 1,40 g per 100 mL
D. 2,80 g per 100 mL
E. 8,41 g per 100 mL

2. Pada 2027, Wulan dan teman-temannya, siswa kelas XII sebuah SMK analis kimia, memilih indikator untuk tiga titrasi 0,1 M yang masing-masing memakai 25,00 mL analit. Angka pH diperoleh dari perhitungan kurva titrasi. Indikator yang tersedia: bromtimol biru (trayek 6,0–7,6), metil merah (trayek 4,4–6,2), dan fenolftalein (trayek 8,2–10,0).

Titrasi	Analit dan titran	pH titik ekuivalen	Rentang lonjakan pH
1	HCl dengan NaOH	7,0	4,3 – 9,7
2	Asam benzoat dengan NaOH	8,4	7,2 – 9,7
3	Amonia dengan HCl	5,3	6,3 – 4,3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

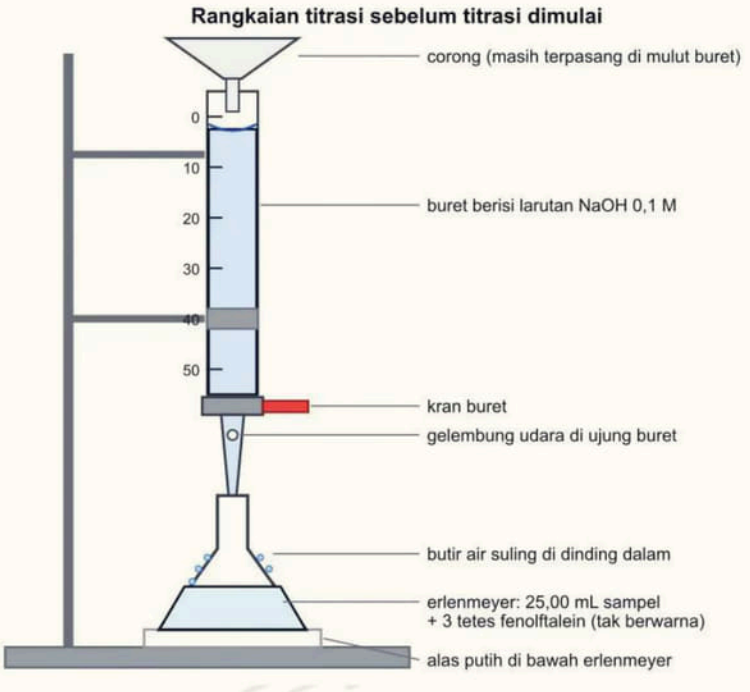
Pernyataan	Benar	Salah
Fenolftalein dapat dipakai untuk titrasi 3 karena amonia bersifat basa dan fenolftalein berubah warna pada daerah basa.	○	○
Bromtimol biru kurang cocok untuk titrasi 2 karena trayeknya berada di bawah pH titik ekuivalen sehingga warnanya berubah sebelum titik ekuivalen.	○	○
Metil merah cocok untuk titrasi 3 karena pH titik ekuivalen 5,3 berada di dalam trayeknya dan di dalam rentang lonjakan pH.	○	○

3. Pada 2026, Bimo, siswa PKL di sebuah pabrik tepung cangkang telur untuk pakan unggas, menetapkan kadar kalsium karbonat ($CaCO_3$, Mr = 100) dengan titrasi balik. Sebanyak 0,5000 g tepung direaksikan dengan 50,00 mL HCl 0,3000 M berlebih sampai gelembung gas berhenti. Larutan dididihkan sebentar untuk mengusir CO_2, didinginkan, lalu sisa HCl dititrasi dengan NaOH 0,2000 M memakai metil merah; volume NaOH 27,85 mL. Anggap pengotor tidak bereaksi dengan HCl.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar $CaCO_3$ dalam tepung cangkang adalah ....

A. 55,70%
B. 66,45%
C. 94,30%
D. 111,4%
E. 188,6%

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Pada 2027, Fira, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minuman soya, menyiapkan titrasi keasaman sampel dengan NaOH 0,1 M dan indikator fenolftalein. Gambar memperlihatkan rangkaian yang sudah ia susun sebelum titrasi dimulai; bacaan awal buret belum dicatat. Pembimbing meminta Fira memeriksa rangkaian itu sebelum menitrasi. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Corong di mulut buret dilepas lebih dulu karena tetesan dari corong dapat menambah volume titran

☐ B. Dinding dalam erlenmeyer yang basah dikeringkan lebih dulu karena air suling mengubah jumlah mol sampel

☐ C. Gelembung di ujung buret dikeluarkan lebih dulu dengan membuka kran karena volumenya ikut terbaca sebagai titran

☐ D. Alas putih di bawah erlenmeyer sudah sesuai karena warna merah muda pucat di titik akhir mudah dilihat

☐ E. Permukaan titran diatur tepat pada garis nol dengan membuang atau menambah NaOH sebelum bacaan awal

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Pada 2027, Dewi menetapkan vitamin C ($C_6H_8O_6$, Mr = 176) dalam tablet effervescent berlabel "700 mg per tablet" secara iodimetri. Satu tablet dilarutkan sampai 100,0 mL dalam labu ukur. Sebanyak 20,00 mL larutan dipipet, diberi amilum sejak awal, lalu dititrasi dengan larutan I_2 0,0500 M sampai warna biru muncul dan bertahan 30 detik. Volume I_2 15,20 mL. Perbandingan vitamin C : I_2 = 1 : 1.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Amilum boleh ditambahkan sejak awal pada titrasi ini karena I_2 yang menetes segera bereaksi dengan vitamin C.	○	○
Titik akhir titrasi ini ditandai hilangnya warna biru, seperti pada titrasi dengan tiosulfat.	○	○
Satu tablet mengandung sekitar 669 mg vitamin C, atau kira-kira 95,5% dari label.	○	○

6. Pada 2027, Nia, siswa kelas XII sebuah SMK analis kimia, berlatih menitrasi 20,00 mL larutan Fe^{2+} 0,0500 M dengan $KMnO_4$ 0,0200 M. Larutan Fe^{2+} sudah diasamkan dengan H_2SO_4 encer. Persamaan reaksi: $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume $KMnO_4$ yang diperlukan sampai titik akhir adalah ....

A. 10,00 mL
B. 20,00 mL
C. 50,00 mL
D. 125,0 mL
E. 250,0 mL

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Pada 2026, Gina, siswa PKL di laboratorium mutu sebuah pabrik nata de coco, akan menitrasi keasaman 25,00 mL cairan fermentasi dengan NaOH baku dan indikator fenolftalein. Erlenmeyer yang baru dicuci masih basah oleh air suling di dindingnya, dan tidak ada erlenmeyer kering lain. Pipet volumetrik 25,00 mL sudah dibilas dengan cairan fermentasi itu sendiri.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Mengeringkan erlenmeyer di oven lebih dulu, karena air suling mengurangi jumlah mol asam
B. Membilas erlenmeyer dengan cairan fermentasi, karena sisa air suling harus diganti sampel
C. Menambah NaOH sebanyak volume air yang menempel, karena air suling ikut bereaksi dengan basa
D. Menunggu erlenmeyer kering di udara, karena air suling membuat kadar asam terukur lebih kecil
E. Memakai erlenmeyer itu apa adanya, karena air suling tidak mengubah mol asam yang dipipet

8. Pada 2026, Tania menetapkan klorin aktif (dinyatakan sebagai Cl_2, Mr = 71) dalam air kolam renang sebuah sekolah secara iodometri. Sebanyak 250,0 mL air kolam ditambah KI berlebih dan asam asetat sehingga timbul warna cokelat I_2, lalu dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,00500 M. Setelah warna menjadi kuning pucat, ia menambahkan amilum dan melanjutkan titrasi sampai warna biru hilang. Volume tiosulfat 3,60 mL. Perbandingan $Cl_2 : I_2 : S_2O_3^{2-} = 1 : 1 : 2$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar klorin aktif dalam air kolam adalah ....

A. 0,64 mg/L
B. 1,28 mg/L
C. 2,56 mg/L
D. 5,11 mg/L
E. 10,2 mg/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Pada 2026, Zaki, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik air minum dalam kemasan, diminta menyiapkan sekitar 1 L larutan $KMnO_4$ 0,02 M untuk menetapkan besi. Padatan $KMnO_4$ yang ia pakai mengandung sedikit pengotor MnO_2. Tersedia kertas saring biasa, wol kaca, krus kaca masir, botol bening, botol cokelat, dan natrium oksalat murni yang sudah dikeringkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menyaring larutan dengan kertas saring biasa agar MnO_2 tertahan, karena kertas tidak bereaksi dengan permanganat

☐ B. Memanaskan larutan sebentar lalu mendiamkannya sebelum disaring, supaya zat pereduksi dalam air habis bereaksi

☐ C. Menyaring larutan dengan wol kaca atau krus kaca masir lalu menyimpannya di dalam botol cokelat tertutup

☐ D. Memakai larutan tanpa pembakuan, karena $KMnO_4$ adalah standar primer yang kadarnya pasti setelah ditimbang

☐ E. Membakukan larutan dengan natrium oksalat dalam suasana H_2SO_4 encer pada suhu sekitar 70 °C sebelum dipakai

10. Pada 2027, Rudi, analis laboratorium mutu sebuah perusahaan pembersih karat, menetapkan kadar asam oksalat ($H_2C_2O_4$, Mr = 90) dalam produknya. Sebanyak 10,00 mL produk diencerkan menjadi 100,0 mL dalam labu ukur. Dari larutan encer itu, 10,00 mL dipipet, diasamkan dengan H_2SO_4 encer, dipanaskan sekitar 70 °C, lalu dititrasi dengan $KMnO_4$ 0,0200 M sampai merah muda pucat bertahan 30 detik. Volume $KMnO_4$ rata-rata 14,50 mL. Reaksi: $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi asam oksalat dalam produk asli adalah ....

A. 0,0725 M
B. 0,116 M
C. 0,290 M
D. 0,725 M
E. 7,25 M

11. Pada 2027, Wawan, analis di laboratorium sebuah koperasi susu, menitrasi keasaman susu segar dalam tiga ulangan memakai NaOH baku. SOP menetapkan dua syarat: rentang ulangan paling besar 0,10 mL (termasuk batas) dan RSD paling besar 0,35%. Simpangan baku dihitung dengan pembagi (n − 1).

Ulangan	1	2	3
Volume NaOH (mL)	12,45	12,50	12,55

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai RSD dan keputusan yang tepat adalah ....

A. RSD 0,05%, sehingga data memenuhi syarat SOP
B. RSD 0,33%, sehingga data memenuhi syarat SOP
C. RSD 0,40%, sehingga data memenuhi syarat SOP
D. RSD 0,80%, sehingga data tidak memenuhi SOP
E. RSD 0,40%, sehingga data tidak memenuhi SOP

12. Pada 2026, Maya, analis di laboratorium sebuah pabrik suplemen, menyusun laporan kadar vitamin C satu sampel. Tiga ulangan memberi 90,3%; 90,0%; dan 89,7% dari label. SOP: ulangan boleh dirata-ratakan bila rentangnya paling besar 0,6 poin (termasuk batas), dan syarat mutu "minimal 90,0% dari label" berlaku untuk rata-rata. Di data mentah, Maya sempat salah menulis angka ulangan 2 sebagai 90,6, lalu segera menyadarinya. Penyelia memeriksa laporan Maya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hal yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Ketiga ulangan boleh dirata-ratakan karena rentangnya 0,6 poin, tidak melebihi batas SOP
☐ B. Rata-rata belum memenuhi syarat karena ulangan 89,7% berada di bawah batas minimal 90,0%
☐ C. Ulangan 89,7% dihapus dari lembar catatan agar rata-rata tampak lebih jauh dari batas minimal
☐ D. Rata-rata 90,0% memenuhi syarat karena nilai tepat pada batas minimal tetap diterima
☐ E. Angka 90,6 dicoret satu kali, diberi paraf, tanggal, dan alasan, dengan angka lama tetap terbaca

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Pada 2027, dua kelompok siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minuman isotonik menitrasi larutan acuan bersertifikat yang menurut sertifikatnya memerlukan 20,00 mL titran. Kelompok P memperoleh 20,40; 20,45; dan 20,40 mL. Kelompok Q memperoleh 19,60; 20,45; dan 19,95 mL.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penilaian yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Kelompok P teliti tetapi kurang tepat, karena ulangannya berdekatan namun rata-ratanya melebihi 20,00 mL
- ☐ B. Kelompok Q tepat tetapi kurang teliti, karena rata-ratanya 20,00 mL namun ulangannya menyebar lebar
- ☐ C. Kelompok Q lebih baik daripada kelompok P, karena rata-ratanya sama dengan nilai pada sertifikat
- ☐ D. Penyimpangan kelompok P searah, sehingga penyebab sistematis, misalnya titran, perlu ditelusuri
- ☐ E. Menambah jumlah ulangan kelompok P akan menghilangkan penyimpangan hasilnya dari nilai sertifikat

14. Pada 2027, dua siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian lingkungan mengendapkan sulfat sebagai $BaSO_4$ dari sampel air yang sama. Siswa A mengencerkan dan memanaskan sampel sampai hampir mendidih, menambahkan $BaCl_2$ tetes demi tetes sambil mengaduk, lalu mematangkan endapan satu jam. Siswa B mengendapkan sampel pekat yang dingin dengan menuang $BaCl_2$ sekaligus. Endapan siswa B halus dan sebagian lolos kertas saring (filtrat keruh); massa endapannya setelah dipijarkan lebih kecil daripada massa endapan siswa A.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Larutan pekat dan penuangan sekaligus membuat banyak inti terbentuk bersamaan sehingga kristal berukuran halus.	○	○
Massa endapan siswa B lebih kecil terutama karena endapan halus lolos kertas saring, bukan karena $BaCl_2$ kurang.	○	○
Pematangan membuat sebagian kristal besar pecah menjadi halus, sehingga siswa A sebaiknya melewati langkah itu.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Pada 2026, Putri, analis di laboratorium sebuah pabrik tapioka, menetapkan kadar air tepung tapioka dengan oven 105 °C. Cawan kosong berbobot tetap 18,2000 g. Cawan berisi sampel 23,2000 g. Setelah dikeringkan, didinginkan di desikator, dan ditimbang berulang sampai bobot tetap, cawan berisi residu kering 22,8450 g.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air tepung tapioka adalah ....

A. 1,53%
B. 7,10%
C. 7,64%
D. 14,08%
E. 92,90%

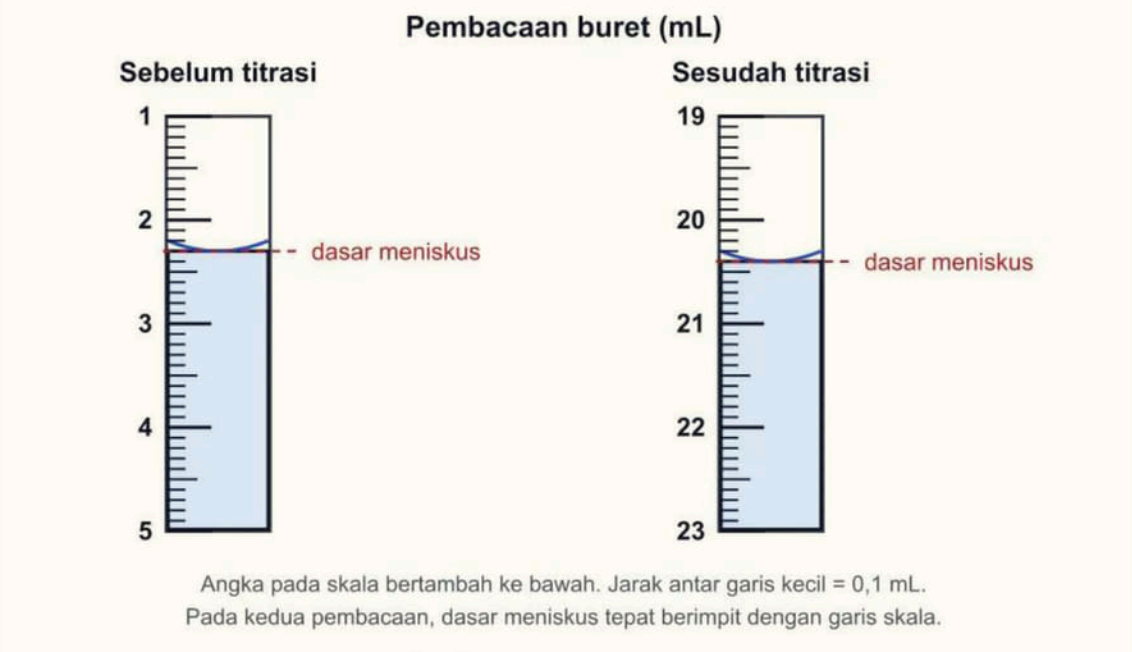
16. Pada 2027, Gita, analis di laboratorium sebuah pabrik biskuit, menetapkan kadar air tepung bahan baku dengan oven 105 °C. Kadar air dihitung dari penyusutan massa sampel: (massa awal sampel − massa residu kering) ÷ massa awal sampel × 100%. Gita mencatat beberapa kejadian selama analisis.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kejadian yang dapat menyebabkan kadar air terhitung terlalu rendah adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sebagian sampel terlempar keluar cawan karena mendidih mendadak saat pemanasan pertama
☐ B. Pemanasan dihentikan sebelum bobot tetap tercapai sehingga residu masih mengandung air
☐ C. Cawan berisi residu didinginkan di udara terbuka sehingga residu menyerap uap air sebelum ditimbang
☐ D. Suhu oven yang dipakai lebih rendah daripada suhu dalam SOP sehingga sebagian air tidak menguap
☐ E. Cawan berisi residu ditimbang selagi masih hangat sehingga massanya terbaca lebih kecil

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Pada 2027, Lina, analis di laboratorium sebuah pabrik pembersih keramik, menetapkan kadar HCl (Mr = 36,5) dalam produknya. Sebanyak 10,00 mL produk diencerkan menjadi 250,0 mL, lalu 25,00 mL larutan encer dititrasi dengan NaOH 0,1000 M memakai metil merah. Gambar memperlihatkan pembacaan buret sebelum dan sesudah titrasi itu. Titrasi blanko (air suling dan indikator) memerlukan 0,10 mL NaOH.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar HCl dalam produk adalah ....



A. 0,657 g per 100 mL
B. 6,50 g per 100 mL
C. 6,57 g per 100 mL
D. 6,61 g per 100 mL
E. 65,7 g per 100 mL

18. Pada 2027, Edo, analis di laboratorium sebuah pabrik ikan asin, menetapkan kadar abu ikan kering. Cawan porselen kosong berbobot tetap 21,3400 g diisi 4,0000 g ikan kering, diarangkan, lalu dipijarkan di tanur. Bobot tetap tercapai bila dua penimbangan berturut-turut berselisih paling besar 0,0005 g, dan penimbangan terakhir yang dipakai.

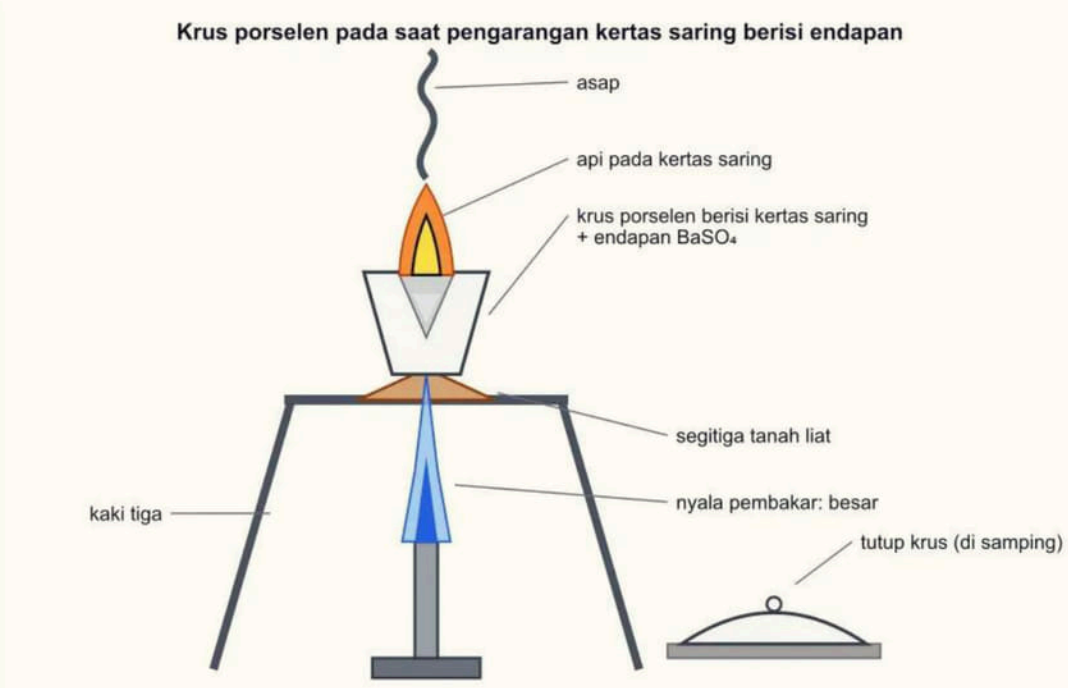
Pemijaran	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4
Massa cawan + abu (g)	21,9212	21,8692	21,8420	21,8416

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar abu ikan kering adalah ....

A. 14,53%
B. 13,23%
C. 12,55%
D. 12,54%
E. 1,98%

19. Pada 2027, Ayu, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pupuk, mengarangkan kertas saring bebas abu berisi endapan $BaSO_4$ di krus porselen berbobot tetap sebelum pemijaran. Gambar memperlihatkan keadaan krus pada saat itu. Pembimbing meminta Ayu menentukan tindakan yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Krus ditutup dengan tutupnya dan nyala pembakar dikecilkan agar api pada kertas padam karena kekurangan udara
☐ B. Api pada kertas ditiup kuat-kuat agar cepat padam, sementara nyala pembakar tetap dibiarkan besar
☐ C. Setelah api padam dan tidak berasap, krus dipanaskan perlahan sampai kertas menjadi arang, lalu dipijarkan di tanur
☐ D. Kertas dibiarkan terbakar habis dengan nyala besar karena pembakaran cepat membuat endapan $BaSO_4$ lebih murni
☐ E. Karbon dari kertas yang terbakar cepat dengan udara terbatas dapat mereduksi sebagian $BaSO_4$ menjadi BaS

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

20. Pada 2026, Santi, analis di sebuah instalasi pengolahan air minum desa, menetapkan klorida dalam 250,0 mL air sumur dengan menambahkan $AgNO_3$ berlebih dalam suasana HNO_3 encer. Endapan AgCl disaring, dikeringkan sampai bobot tetap, dan massanya 0,2870 g. Ar Cl = 35,5; Ar Ag = 108; Mr AgCl = 143,5.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar klorida dalam air sumur adalah ....

A. 284,0 mg/L
B. 377,4 mg/L
C. 568,0 mg/L
D. 1.148 mg/L
E. 4.641 mg/L

21. Pada 2027, Rafli, siswa PKL di sebuah pabrik papan gipsum, memeriksa hasil pemanasan gipsum $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Mr = 172) menjadi plester. Sebanyak 3,4400 g gipsum dipanaskan pada 150 °C sampai bobot tetap, dan massanya menjadi 2,9000 g. Mr $CaSO_4$ = 136 dan Mr H_2O = 18. Padatan hasil pemanasan itu berupa $CaSO_4 \cdot xH_2O$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai x pada padatan hasil pemanasan adalah ....

A. x = 2,5
B. x = 2
C. x = 1,5
D. x = 0,5
E. x = 0

22. Pada 2026, Citra, analis di laboratorium sebuah pabrik bumbu rempah, menetapkan kadar abu tepung rempah. Cawan porselen kosong berbobot tetap sudah disiapkan. Setelah sampel dipijarkan 30 menit di tanur, abu masih tampak kehitaman dan bobot cawan + abu pada pemijaran kedua turun 18 mg dibanding pemijaran pertama. Citra bertanya kepada pembimbing apa yang harus dilakukan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Cawan berisi abu langsung ditimbang selagi panas supaya abu tidak sempat menyerap uap air dari udara
☐ B. Pemijaran dilanjutkan karena abu kehitaman berarti karbon belum habis, sampai abu putih keabuan dan bobot tetap
☐ C. Suhu tanur dinaikkan setinggi mungkin tanpa melihat SOP supaya karbon cepat habis dan pekerjaan lebih singkat
☐ D. Sebelum masuk tanur, sampel diarangkan lebih dulu dengan nyala kecil sampai tidak berasap agar tidak terlempar
☐ E. Setelah dipijarkan, cawan didinginkan di desikator dan ditimbang ulang sampai selisih memenuhi batas SOP

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Pada 2027, Ilham, analis di laboratorium sebuah pabrik pakan ternak, menetapkan kalsium dalam 0,5000 g batu kapur gilingan. Kalsium diendapkan sebagai $CaC_2O_4 \cdot H_2O$, endapan disaring, dicuci, lalu dipijarkan pada sekitar 500 °C sampai seluruhnya menjadi $CaCO_3$ yang ditimbang sebagai bentuk timbang. Massa $CaCO_3$ pada bobot tetap 0,4100 g. Ar Ca = 40; Mr $CaCO_3$ = 100; Mr CaO = 56.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar kalsium (Ca) dalam batu kapur adalah ....

A. 205,0%
B. 114,8%
C. 82,00%
D. 58,57%
E. 32,80%

24. Pada 2026, Hendra, analis di laboratorium sebuah pabrik tahu, menitrasi keasaman air tahu dengan NaOH baku. Titrasi sampel memerlukan 18,45 mL NaOH. Titrasi blanko (air suling dan indikator saja, tanpa sampel) memerlukan 0,10 mL NaOH.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume titran terkoreksi yang dipakai untuk menghitung kadar adalah ....

A. 18,25 mL
B. 18,35 mL
C. 18,45 mL
D. 18,55 mL
E. 18,65 mL

25. Pada 2027, Wira, analis di sebuah pabrik garam mineral kemasan, menetapkan kemurnian garam Inggris ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, Mr = 246) lewat penetapan sulfat. Sebanyak 0,6000 g garam dilarutkan, sulfat diendapkan sebagai $BaSO_4$ (Mr = 233), dan setelah dipijarkan sampai bobot tetap massanya 0,5600 g. Anggap semua sulfat berasal dari $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ dan Mr $MgSO_4$ anhidrat = 120.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kemurnian garam Inggris tersebut adalah ....

A. 98,54%
B. 93,33%
C. 88,40%
D. 48,07%
E. 38,45%

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan	1, 2, 3, 4, 7	___ / 5	Ulangi hlm. 139
Sub bab 3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi	5, 6, 8, 9, 10	___ / 5	Ulangi hlm. 154
Sub bab 3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi	11, 12, 13, 17, 24	___ / 5	Ulangi hlm. 169
Sub bab 3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan	14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25	___ / 10	Ulangi hlm. 184

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 4 · Analisis Bahan Organik

SMKKA-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengidentifikasi gugus fungsi senyawa organik dengan uji kualitatif
- menafsirkan uji kualitatif lemak dan protein
- menjelaskan prinsip dan prosedur analisis kadar air dan menghitung hasilnya

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Analisis kualitatif gugus fungsi
4.2	Analisis kualitatif lemak
4.3	Analisis kualitatif protein
4.4	Prinsip dan prosedur analisis kadar air

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi

SMKKA-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 4, analisis bahan organik) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan analisis kualitatif senyawa organik berdasarkan gugus fungsinya**. Levelnya pemahaman sampai penalaran: kamu tidak diminta menghafal nama pereaksi, tetapi **membaca hasil uji** (warna, endapan, gelembung, bau) lalu menyimpulkan gugus fungsi apa yang ada dan apa yang tidak ada.

Pola soal yang sering muncul: (1) **cairan tak berlabel di gudang** yang harus ditentukan dari beberapa hasil uji dan lima kandidat; (2) **membandingkan dua sampel pangan**, misalnya uji gula pereduksi dan uji pati pada madu; (3) **pernyataan yang menguji apa arti sebuah hasil uji**, terutama hasil yang tampak meyakinkan padahal tidak spesifik. Soal jenis ini menyulitkan karena kandidat jawabannya sengaja dipilih agar mirip: dua senyawa dapat sama-sama positif pada satu uji dan baru terbedakan oleh uji berikutnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- mengenali gugus fungsi alkohol, fenol, aldehida, keton, asam karboksilat, ester, amina, dan ikatan rangkap dari rumus strukturnya;
- menjelaskan apa yang terjadi pada tiap uji khas (Lucas, oksidasi dikromat, $FeCl_3$, Tollens, Fehling/Benedict, 2,4-DNPH, iodoform, brom/Baeyer, esterifikasi) dan hasil positifnya;
- membedakan aldehida dari keton serta gula pereduksi dari gula bukan pereduksi;
- menyusun urutan uji untuk mengidentifikasi sampel tak dikenal dan menolak kesimpulan yang tidak didukung data.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang analis di laboratorium pengawasan mutu pangan menerima botol kecil tanpa label. Ia tidak boleh menebak, dan ia juga tidak boleh langsung mencicipi atau mencium dari dekat. Yang ia punya hanya beberapa tabung reaksi dan sederet pereaksi. Dari situ ia mengajukan pertanyaan satu per satu kepada sampel: apakah kamu asam? apakah kamu bisa mereduksi perak? apakah kamu mengubah warna ungu menjadi cokelat? Jawaban sampel berupa perubahan yang bisa dilihat. Inilah **analisis kualitatif** (*qualitative analysis*): menentukan **apa** yang ada dalam sampel, bukan **berapa banyak**.

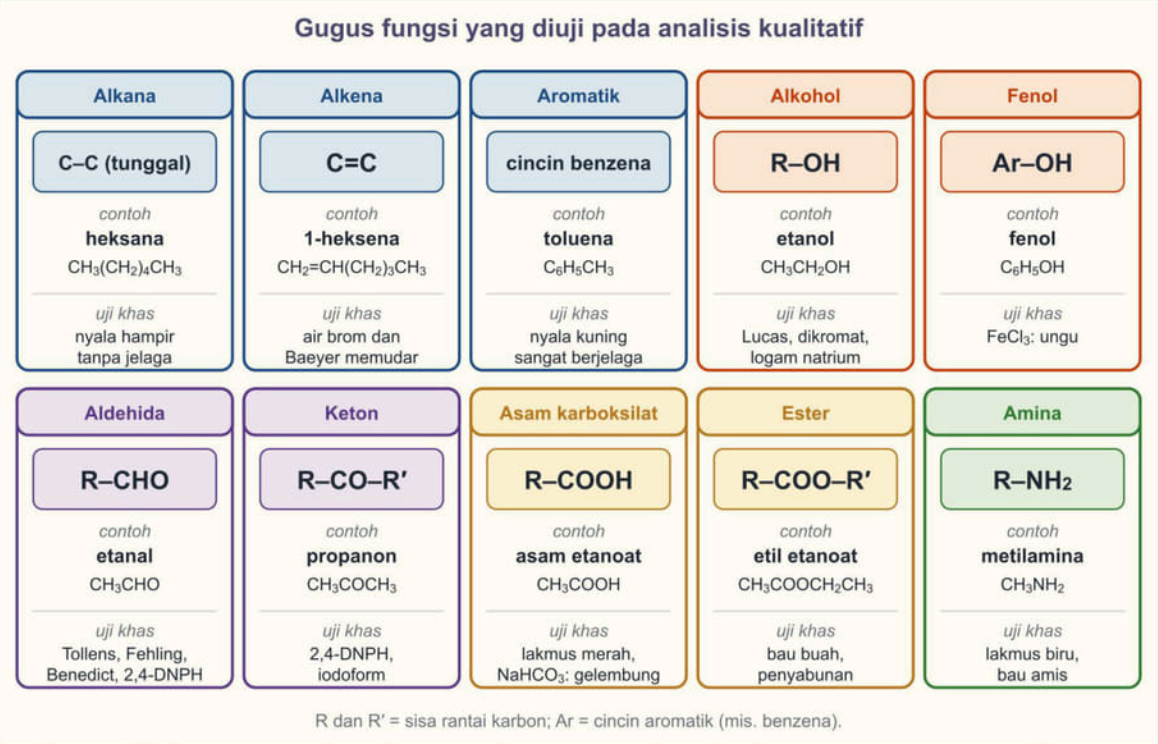
Senyawa organik jumlahnya jutaan, tetapi sifat kimianya ditentukan oleh bagian kecil molekul yang disebut **gugus fungsi** (*functional group*), yaitu atom atau kelompok atom yang menentukan sifat dan reaksi khas suatu senyawa. Etanol (dua atom karbon) dan propanon (tiga atom karbon) sama-sama berupa cairan bening yang mudah menguap, tetapi etanol memiliki gugus –OH sedangkan propanon memiliki gugus C=O, dan karena itu kelakuan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

keduanya di tabung reaksi berbeda sama sekali. Analisis kualitatif bekerja dengan prinsip sederhana: **satu pereaksi dipilih karena bereaksi dengan satu gugus fungsi dan menghasilkan perubahan yang terlihat**.

1. Gugus fungsi yang perlu kamu kenal

Gambar 4.1 merangkum gugus yang dibahas. Perhatikan bahwa huruf R dan R′ mewakili sisa rantai karbon, sedangkan Ar mewakili cincin aromatik seperti benzena.



Gambar 4.1 Sepuluh gugus fungsi yang menjadi sasaran uji kualitatif beserta contoh senyawa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Beberapa pasangan perlu diperhatikan sejak awal karena sering dikacaukan. **Alkohol** dan **fenol** sama-sama memiliki –OH, tetapi pada alkohol gugus –OH terikat pada karbon jenuh (R–OH), sedangkan pada fenol terikat langsung pada cincin benzena (Ar–OH). Perbedaan kecil ini membuat fenol bersifat asam lemah dan memberi warna dengan $FeCl_3$, sedangkan alkohol tidak. **Aldehida** dan **keton** sama-sama memiliki gugus karbonil C=O, tetapi pada aldehida karbonil berada di **ujung** rantai dan mengikat satu atom hidrogen (–CHO), sedangkan pada keton karbonil berada di **tengah** rantai di antara dua atom karbon. Adanya satu atom H itulah yang membuat aldehida mudah dioksidasi, sementara keton sukar. **Asam karboksilat** dan **ester** sama-sama memiliki C=O dan oksigen lain, tetapi asam memiliki –OH yang dapat melepas H^+, sedangkan pada ester atom H itu digantikan sisa alkohol (R′).

2. Uji pendahuluan: wujud, kelarutan, dan sifat asam-basa

Sebelum memakai pereaksi khusus, analis memeriksa sifat fisik sampel: wujud, warna, dan bau. Bau diamati dengan cara **mengibaskan uap ke arah hidung** dari jarak aman, di dekat lemari asam, **bukan** dengan menghirup langsung dari mulut botol. Banyak pelarut organik beracun atau mengiritasi, dan sampel tak berlabel justru yang paling tidak boleh

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

diperlakukan sembarangan.

Berikutnya **kelarutan dalam air**. Alkohol dan asam karboksilat berantai pendek larut baik dalam air karena gugus –OH dan –COOH membentuk ikatan hidrogen dengan air. Makin panjang rantai karbonnya, makin besar bagian molekul yang nonpolar sehingga makin sukar larut. Alkana, alkena, dan senyawa aromatik tidak larut dalam air karena tidak punya gugus polar, dan akan membentuk dua lapisan.

Lalu **sifat asam-basa** larutannya diuji dengan kertas lakmus atau pH meter. Asam karboksilat mengubah lakmus biru menjadi merah, sebab melepas H^+ dalam air. Untuk memastikan, sedikit natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) ditambahkan: asam karboksilat menghasilkan **gelembung gas CO_2**. Fenol juga asam, tetapi jauh lebih lemah sehingga tidak melepas CO_2 dari bikarbonat dan hampir tidak mengubah lakmus. Amina bersifat basa lemah: lakmus merah berubah biru, dan baunya amis khas (seperti ikan). Alkohol, aldehida, keton, dan ester bersifat netral pada uji lakmus.

3. Uji untuk alkohol

Uji Lucas membedakan tiga jenis alkohol. Alkohol dikelompokkan menurut karbon yang mengikat –OH: pada alkohol **primer** karbon itu mengikat satu karbon lain, pada **sekunder** dua karbon lain, dan pada **tersier** tiga karbon lain. Pereaksi Lucas adalah larutan $ZnCl_2$ dalam HCl pekat (kerjakan di lemari asam). Alkohol tersier bereaksi cepat membentuk alkil klorida yang tidak larut sehingga larutan **langsung keruh**. Alkohol sekunder keruh **setelah beberapa menit**, dan alkohol primer **tidak keruh** pada suhu ruang. Makin banyak karbon lain yang terikat pada karbon pembawa –OH, makin mudah –OH itu digantikan oleh Cl, itulah sebabnya urutan kecepatannya tersier, sekunder, primer. Uji ini cocok untuk alkohol yang larut dalam pereaksi, yaitu yang berantai pendek.

Uji oksidasi memakai kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) yang diasamkan dengan H_2SO_4 encer, atau $KMnO_4$. Larutan dikromat berwarna **jingga** karena ion $Cr_2O_7^{2-}$. Bila ia mengoksidasi sampel, ion itu direduksi menjadi Cr^{3+} yang berwarna **hijau**. Alkohol primer dioksidasi menjadi aldehida lalu menjadi asam karboksilat, alkohol sekunder menjadi keton, sedangkan alkohol **tersier tidak teroksidasi** sehingga warna jingga bertahan. Aldehida juga ikut menghijaukan dikromat, sedangkan keton tidak. Karena itu hasil uji ini harus dipasangkan dengan uji lain.

Uji natrium memeriksa atom H pada –OH: sepotong sangat kecil logam natrium dalam alkohol yang benar-benar kering melepaskan gelembung gas hidrogen. Uji ini hanya dilakukan di bawah pengawasan guru atau analis berpengalaman, karena natrium bereaksi hebat dengan air. Sampel berair akan memberi hasil positif palsu karena air juga bereaksi.

4. Uji untuk fenol

Ke dalam larutan fenol, beberapa tetes larutan **besi(III) klorida ($FeCl_3$)** yang berwarna kuning pucat ditambahkan. Fenol membentuk kompleks dengan Fe^{3+} yang berwarna **ungu** (pada beberapa fenol biru-ungu atau hijau). Alkohol biasa tidak memberi warna ini. Fenol juga memudarkan air brom dan membentuk endapan putih, tetapi uji ini tidak spesifik sehingga dipakai sebagai penguat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

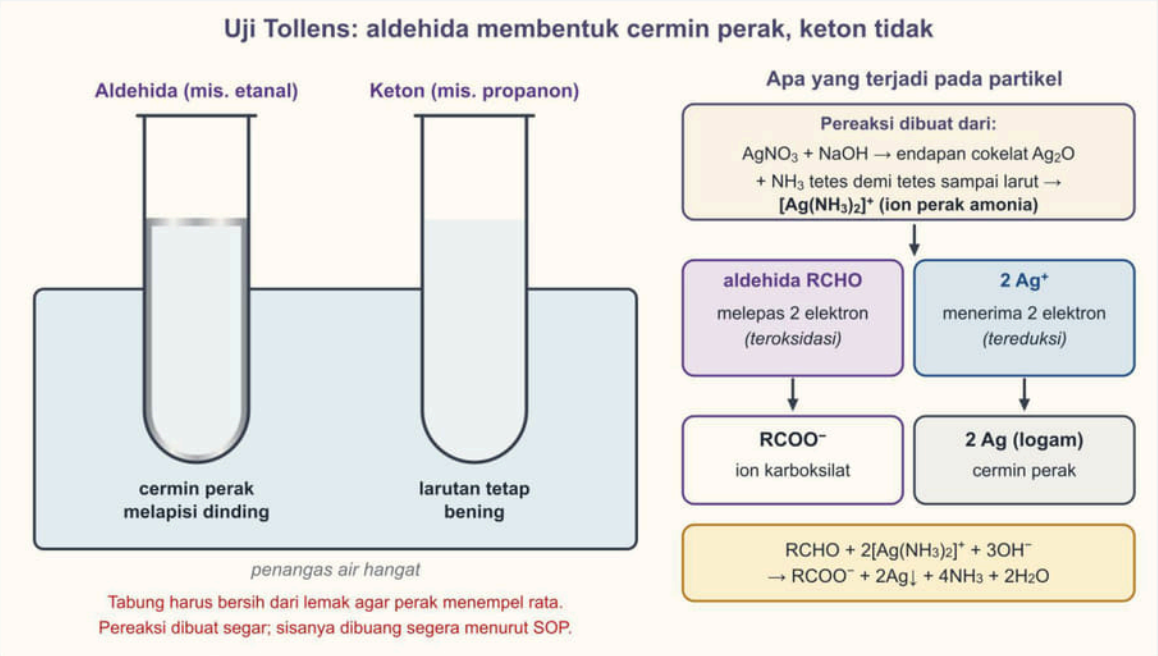
5. Uji untuk aldehida dan keton

Aldehida dan keton sama-sama memiliki C=O, sehingga uji pertama biasanya mencari **adanya gugus karbonil**. Pereaksi **2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH)** bereaksi dengan C=O membentuk endapan **kuning sampai jingga**. Aldehida dan keton sama-sama positif; asam karboksilat dan ester tidak. Setelah karbonil terbukti, uji berikutnya **membedakan aldehida dari keton**, dan caranya memanfaatkan bahwa aldehida mudah dioksidasi.

Uji Tollens. Pereaksi Tollens adalah larutan perak amonia, $[Ag(NH_3)_2]^+$, yang dibuat segar. Aldehida dioksidasi menjadi ion karboksilat, sedangkan ion perak direduksi menjadi logam perak yang menempel pada dinding tabung bersih sebagai **cermin perak** (Gambar 4.2):

$$RCHO + 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 3OH^- \rightarrow RCOO^- + 2Ag\downarrow + 4NH_3 + 2H_2O$$

Keton tidak teroksidasi sehingga larutan tetap bening. Pereaksi Tollens tidak boleh disimpan: sisa larutan dibuang segera menurut SOP limbah, karena endapan perak dari larutan yang dibiarkan dapat berbahaya.



Gambar 4.2 Uji Tollens pada aldehida (cermin perak) dan keton (tetap bening), beserta peran tiap partikel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Uji Fehling dan Benedict. Kedua pereaksi berisi ion Cu^{2+} berwarna biru dalam suasana basa. Pereaksi Fehling dibuat dengan mencampur larutan A ($CuSO_4$) dan B (natrium kalium tartrat dalam NaOH) sesaat sebelum dipakai, sedangkan pereaksi Benedict sudah siap pakai karena memakai natrium sitrat dan Na_2CO_3. Bila sampel pereduksi dipanaskan dalam penangas air bersama pereaksi, Cu^{2+} tereduksi menjadi **Cu_2O** yang tidak larut dan berwarna **merah bata**. Pada uji Benedict warna naik bertahap menurut banyaknya zat pereduksi: biru (negatif), hijau, kuning, jingga, lalu merah bata. Aldehida alifatik positif; keton biasa negatif.

6. Gula pereduksi, pati, dan ketosa

Uji Benedict paling sering dipakai pada **gula**. Glukosa memiliki gugus aldehida bebas (dalam kesetimbangan dengan bentuk cincin) dan karena itu menghasilkan endapan merah bata.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gula seperti ini disebut **gula pereduksi**. Fruktosa, meskipun berupa keton, juga pereduksi karena dalam suasana basa dapat berubah menjadi bentuk yang bergugus aldehida. Maltosa dan laktosa pereduksi. **Sukrosa (gula pasir) bukan gula pereduksi**: gugus karbonil glukosa dan fruktosa di dalam sukrosa terkunci oleh ikatan antar keduanya, sehingga tidak ada gugus karbonil bebas. Jika sukrosa dipanaskan dengan HCl encer, ikatannya putus dan menghasilkan glukosa dan fruktosa. Setelah larutan dinetralkan, uji Benedict menjadi positif.

Uji iodin memakai larutan iod (Lugol) yang berwarna kuning kecokelatan. Pati membentuk kompleks dengan iod yang berwarna **biru kehitaman**. Uji ini tidak ada hubungannya dengan gula pereduksi, jadi pati dan gula pereduksi dapat ditemukan bersama dalam satu sampel dan masing-masing diuji dengan pereaksinya sendiri.

Uji Seliwanoff memakai resorsinol dalam HCl dan membedakan **ketosa** dari aldosa. Ketosa seperti fruktosa cepat membentuk warna **merah** setelah dipanaskan sebentar, sedangkan aldosa seperti glukosa hanya memberi warna merah muda pucat yang lambat. Pemanasan yang terlalu lama membuat aldosa pun berwarna, sehingga waktu pengamatan harus dibatasi menurut SOP.

7. Uji iodoform

Beberapa senyawa memiliki gugus **$CH_3–CO–$** (metil keton) atau **$CH_3–CH(OH)–$**. Bila dicampur dengan larutan iod dalam NaOH dan dihangatkan, senyawa ini membentuk endapan **kuning pucat iodoform (CHI_3)** yang berbau khas seperti antiseptik. Etanol, etanal, propanon, dan 2-propanol positif; metanol, 1-propanol, dan asam etanoat negatif. Karena yang menentukan adalah adanya gugus tertentu, uji ini sangat berguna untuk **menyingkirkan atau mempertahankan kandidat**, bukan untuk menentukan jenis gugus fungsi secara umum.

8. Uji untuk ikatan rangkap dan hidrokarbon

Alkena memiliki ikatan rangkap C=C yang mudah diserang. Larutan **air brom** berwarna jingga-cokelat. Ia **memudar menjadi tak berwarna** ketika Br_2 menempel pada C=C (reaksi adisi). **Pereaksi Baeyer** ($KMnO_4$ encer, dingin) berubah dari **ungu** menjadi **cokelat** karena terbentuk endapan MnO_2. Alkana dan senyawa aromatik tidak bereaksi pada suhu ruang. Ingat bahwa pemudaran brom atau $KMnO_4$ tidak sepenuhnya khas: fenol dan aldehida dapat ikut memudarkannya, sehingga kesimpulan "alkena" lebih kuat bila ditunjang uji lain.

Untuk memisahkan **alkana dari aromatik** dipakai **uji pembakaran**. Dengan sedikit sampel di atas tutup cawan porselen, alkana terbakar dengan nyala biru atau kekuningan yang hampir tanpa jelaga, sedangkan senyawa aromatik terbakar dengan nyala kuning yang **sangat berjelaga** karena persentase karbonnya tinggi dan sebagian karbon tidak sempat terbakar. Uji ini dilakukan di lemari asam dan jauh dari pelarut lain.

9. Esterifikasi dan bau buah

Ester berasal dari asam karboksilat dan alkohol dengan katalis H_2SO_4 pekat dan pemanasan lembut (reaksi **esterifikasi**). Reaksinya dapat ditulis:

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$

Hasilnya, etil etanoat, berbau harum seperti buah. Ester lain berbau seperti pisang atau nanas. Esterifikasi dipakai sebagai **uji penguat**: bila sampel diduga asam karboksilat atau alkohol, pencampuran dengan pasangannya dan pemanasan dalam penangas air menghasilkan bau harum yang baru. Karena reaksinya reversibel, hasilnya hanya sebagian sehingga bau yang muncul tidak kuat. Karena H_2SO_4 pekat korosif dan uap alkohol mudah menyala, kerjakan di penangas air (tanpa api terbuka) dan arahkan mulut tabung menjauh dari wajah.

10. Menyusun urutan uji

Seorang analis tidak menjalankan seluruh uji secara acak. Ia memakai **alur** (Gambar 4.4) yang memisahkan kelompok besar dulu, baru memastikan yang kecil. Urutan umum: sifat fisik dan kelarutan, uji asam-basa, $FeCl_3$, 2,4-DNPH, Tollens atau iodoform, dikromat dan Lucas, brom atau Baeyer, dan terakhir nyala pembakaran atau esterifikasi. Setiap hasil positif **menyingkirkan** kandidat yang tidak mungkin dan setiap hasil negatif juga memberi informasi. Gambar 4.3 merangkum perubahan warna tiap uji agar kamu mudah mengingat pasangan "pereaksi–perubahan–gugus".

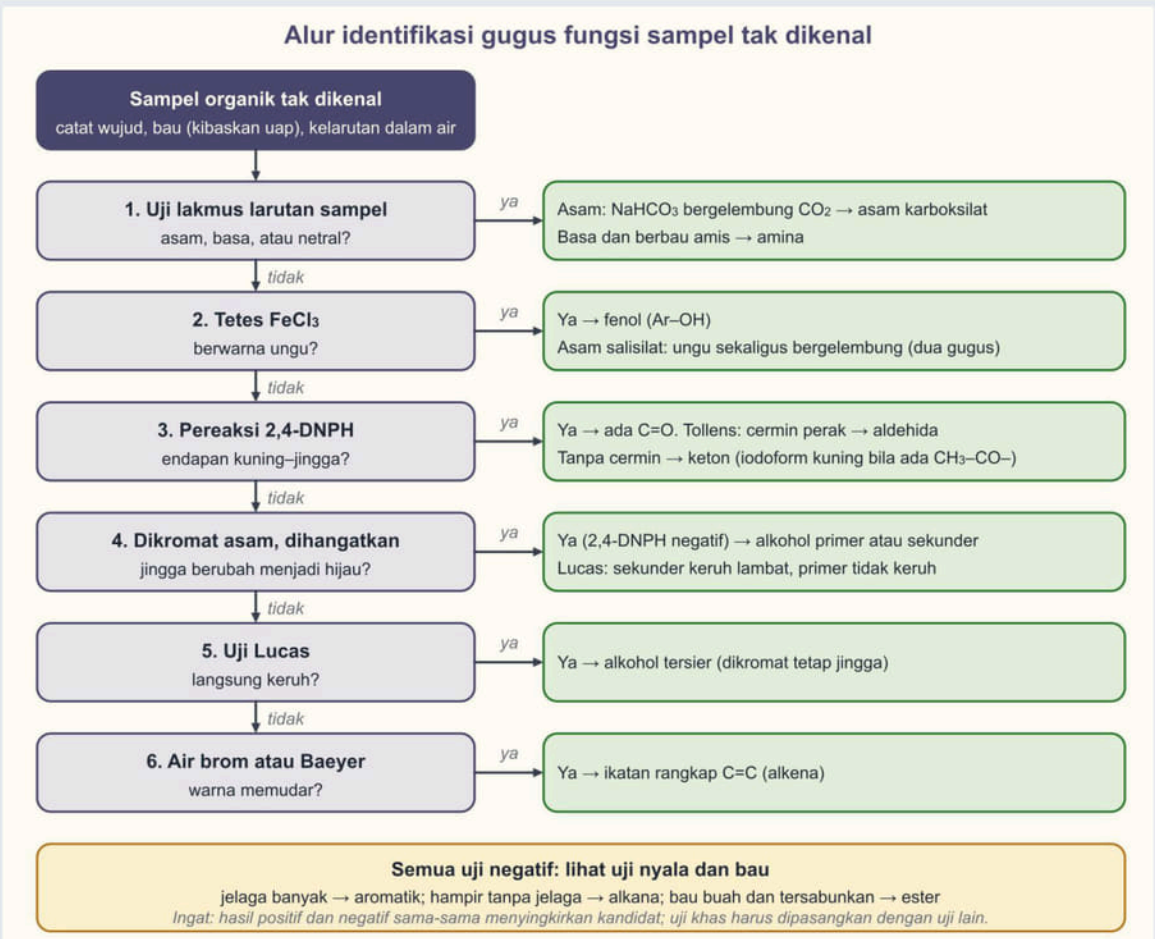
Perubahan yang terlihat pada uji gugus fungsi

Uji (pereaksi)	Mendeteksi	Sebelum → sesudah (positif)	Keterangan
Lucas ($ZnCl_2$ + HCl pekat)	alkohol tersier, sekunder, primer		keruh: tersier cepat, sekunder lambat
Dikromat + H_2SO_4	alkohol primer, sekunder; aldehida		jingga → hijau (Cr^{3+})
Tollens ($[Ag(NH_3)_2]^+$)	aldehida		cermin perak; keton tetap bening
Benedict (Cu^{2+}, basa)	gula pereduksi, aldehida		biru → hijau → kuning → jingga → merah bata
$FeCl_3$	fenol		kuning pucat → ungu
2,4-DNPH	karbonil: aldehida dan keton		endapan kuning–jingga
Iodoform (I_2 + NaOH)	CH_3–CO– atau CH_3–CH(OH)–		endapan kuning pucat, bau antiseptik
Air brom	ikatan rangkap C=C		jingga-cokelat → tak berwarna (memudar)
Baeyer ($KMnO_4$ encer)	ikatan rangkap C=C		ungu → cokelat (MnO_2)
Iodin (Lugol)	pati		kuning-cokelat → biru kehitaman
Seliwanoff (resorsinol + HCl)	ketosa (mis. fruktosa)		merah cepat; aldosa merah muda lambat

Warna digambar mendekati keadaan nyata untuk ilustrasi; intensitas dapat berbeda menurut konsentrasi dan SOP.

Gambar 4.3 Perubahan warna dan hasil positif uji gugus fungsi (warna pendekatan untuk ilustrasi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.4 Alur uji untuk mengidentifikasi gugus fungsi sampel organik tak dikenal. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: mengidentifikasi empat cairan dari tabel hasil uji

Pada 2026, empat botol di lemari reagen sekolah bertanda A sampai D kehilangan label. Menurut daftar, isinya 1-butanol, 2-butanol, 2-metil-2-propanol, dan butanon (masing-masing satu botol). Hasil uji tiap cairan:

Cairan	Uji Lucas (suhu ruang)	Dikromat asam + hangat	2,4-DNPH
A	keruh langsung	tetap jingga	tidak ada endapan
B	keruh setelah ± 5 menit	menjadi hijau	tidak ada endapan
C	tidak keruh	menjadi hijau	tidak ada endapan
D	tidak keruh	tetap jingga	endapan kuning-jingga

Tentukan isi tiap botol. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Cari yang memiliki karbonil.** Hanya D memberi endapan dengan 2,4-DNPH, jadi D mengandung gugus C=O: **butanon** (keton). Konsisten: keton tidak mengoksidasi dikromat dan tidak keruh pada Lucas.
2. **Sisanya alkohol; pisahkan tersier.** A langsung keruh pada Lucas dan tidak dioksidasi dikromat: alkohol **tersier**, jadi **2-metil-2-propanol**.
3. **Bedakan primer dan sekunder.** B dan C sama-sama dioksidasi (hijau). Yang keruh perlahan pada Lucas adalah sekunder: B = **2-butanol**. C tidak keruh pada suhu ruang: primer, **1-butanol**.

Jawaban: A = 2-metil-2-propanol, B = 2-butanol, C = 1-butanol, D = butanon. Cek akal sehat: tiap kandidat dipakai tepat satu kali dan setiap hasil uji dipakai untuk memutuskan sesuatu; dikromat saja tidak cukup membedakan primer dari sekunder, Lucas saja tidak cukup membedakan keton dari alkohol primer.

Contoh 2: membedakan glukosa, sukrosa, dan pati

Pada 2027, tiga serbuk putih P, Q, dan R di laboratorium kantin sekolah tidak berlabel. Menurut daftar bahan: glukosa, sukrosa, dan tepung kanji (pati). Hasil: Benedict langsung (dipanaskan): P merah bata, Q dan R tetap biru. Iodin: R biru kehitaman; P dan Q tetap kuning kecokelatan. Setelah dipanaskan dengan HCl encer 10 menit dan dinetralkan, Benedict diulang: P merah bata, Q merah bata, R merah bata. Tentukan P, Q, dan R. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **P:** positif Benedict sebelum hidrolisis dan iodin negatif: gula pereduksi yang bukan pati, yaitu **glukosa**.
2. **R:** hanya R yang memberi warna biru kehitaman dengan iodin: **pati (kanji)**. Pati sendiri tidak mereduksi Benedict karena ujung pereduksinya sangat sedikit dibandingkan seluruh rantai, tetapi setelah dihidrolisis asam menjadi glukosa, hasilnya positif.
3. **Q:** negatif pada Benedict langsung, negatif pada iodin, tetapi positif setelah hidrolisis: **sukrosa**, yang terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa.
4. **Mengapa harus dinetralkan?** Pereaksi Benedict bersuasana basa; sisa asam akan menetralkan basa itu dan menghambat reaksi, sehingga hasil negatif palsu.

Jawaban: P = glukosa, Q = sukrosa, R = pati. Cek akal sehat: bila hidrolisis tidak dilakukan, Q dan R tampak identik pada Benedict; hanya iodin yang membedakan R, dan hanya hidrolisis yang menyingkap Q.

Contoh 3: asam salisilat, asam atau fenol?

Pada 2027, seorang analis di balai uji kosmetik menerima serbuk putih dari pemasok bahan jerawat. Kandidatnya asam benzoat atau asam salisilat (keduanya serbuk putih). Serbuk dilarutkan dalam air panas lalu didinginkan. Lakmus biru menjadi merah. Dengan $NaHCO_3$ terbentuk gelembung gas. Dengan beberapa tetes $FeCl_3$, larutan berwarna ungu. Tentukan serbuk itu dan jelaskan hasilnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Lakmus merah dan gelembung CO_2** menunjukkan gugus **–COOH**: kedua kandidat asam karboksilat, sehingga uji ini tidak membedakan.

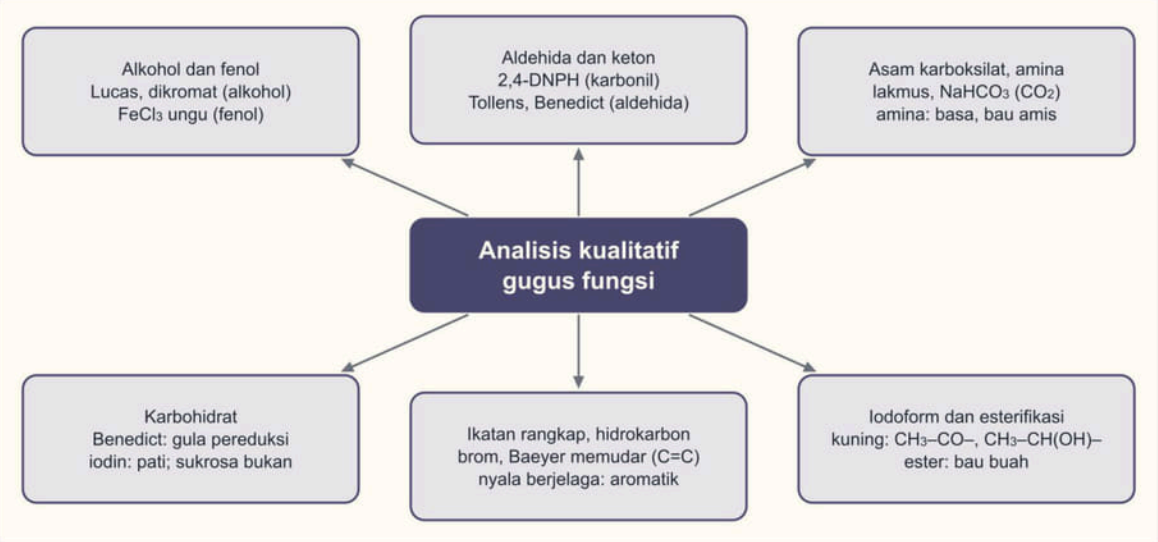
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. **$FeCl_3$ ungu** menunjukkan gugus **–OH yang menempel pada cincin benzena** (fenol). Asam benzoat tidak memiliki –OH pada cincin.
3. **Kesimpulan.** Senyawa yang memiliki –COOH dan –OH fenolik sekaligus adalah **asam salisilat**.

Jawaban: asam salisilat; sampel memiliki dua gugus fungsi dan tiap uji mendeteksi satu gugus. Cek akal sehat: bila hanya $FeCl_3$ yang dilakukan, fenol sederhana pun ungu; bila hanya $NaHCO_3$ yang dilakukan, asam benzoat pun bergelembung. Kedua hasil harus dibaca **bersama**.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.5 merangkum gugus fungsi, pereaksi pengujinya, dan hasil positifnya.



Gambar 4.5 Peta konsep analisis kualitatif gugus fungsi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Gugus fungsi** menentukan sifat; satu pereaksi dipilih karena bereaksi dengan satu gugus dan menghasilkan perubahan yang terlihat.
- **Alkohol:** Lucas (tersier cepat, sekunder lambat, primer tidak keruh); dikromat jingga → hijau untuk primer dan sekunder, tersier tidak.
- **Fenol:** $FeCl_3$ memberi warna ungu. **Asam karboksilat:** lakmus merah dan $NaHCO_3$ bergelembung CO_2. **Amina:** lakmus biru dan berbau amis.
- **Karbonil:** 2,4-DNPH (kuning–jingga) untuk aldehida dan keton; **Tollens** (cermin perak) dan **Benedict/Fehling** (merah bata) hanya aldehida dan gula pereduksi.
- **Sukrosa bukan gula pereduksi**; pati + iodin = biru kehitaman; ketosa merah cepat pada Seliwanoff.
- **Iodoform** kuning untuk CH_3–CO– dan CH_3–CH(OH)–; **brom/Baeyer** memudar untuk C=C; nyala sangat berjelaga untuk aromatik.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal identifikasi:

1. **Tulis daftar kandidat dan gugus fungsi tiap kandidat.**
2. **Terjemahkan tiap hasil uji menjadi "gugus ada" atau "gugus tidak ada"**, lalu coret kandidat yang bertentangan, termasuk dari hasil negatif.
3. **Pastikan kandidat yang tersisa cocok dengan SEMUA hasil**, bukan hanya satu.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Sukrosa dianggap gula pereduksi** karena manis dan berupa gula.
- **Keton dianggap positif Tollens** atau dianggap menghijaukan dikromat.
- **Alkena dikacaukan dengan aromatik**: brom dan Baeyer negatif pada keduanya; yang membedakan adalah nyala berjelaga.
- **Satu hasil positif dianggap cukup**, padahal dua kandidat sama-sama positif (etanol dan 2-propanol sama-sama positif iodoform dan menghijaukan dikromat).
- **Pelarut tak berlabel dicium langsung** untuk "menebak"; kebiasaan ini berbahaya dan tidak dapat diandalkan.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menguji cairan tak berlabel dengan iodoform dan memperoleh endapan kuning, lalu menulis "cairan ini pasti etanol". Padahal etanal, propanon, dan 2-propanol juga positif iodoform. Yang tepat: iodoform hanya menunjukkan adanya $CH_3–CO–$ atau $CH_3–CH(OH)–$; kandidat harus dipersempit dengan Tollens (aldehida) dan dikromat (alkohol).

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji kemampuan menyingkirkan kandidat satu per satu dengan tiga uji. Pakai bagian 3 (dikromat), 5 (Tollens), dan 7 (iodoform).

►. Label sebuah botol pelarut di gudang laboratorium sekolah (2026) terkelupas. Menurut daftar inventaris, isinya salah satu dari lima cairan: etanol, etanal, propanon, 2-propanol, atau asam etanoat. Sinta melakukan tiga uji: pereaksi Tollens tidak membentuk cermin perak; uji iodoform menghasilkan endapan kuning; larutan kalium dikromat yang diasamkan tetap berwarna jingga setelah dipanaskan dengan sampel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Isi botol tersebut adalah ....

A. Etanol
B. Etanal
C. Propanon
D. 2-propanol
E. Asam etanoat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: Tollens positif → aldehida. Iodoform positif → senyawa bergugus CH_3–CO– atau CH_3–CH(OH)–. Dikromat asam berubah jingga → hijau bila ada alkohol primer/sekunder atau aldehida yang dapat dioksidasi.

Langkah:

1. Tollens negatif → bukan etanal.
2. Iodoform positif → kandidat etanol, propanon, 2-propanol (asam etanoat negatif).
3. Dikromat tetap jingga → tidak ada alkohol primer/sekunder → bukan etanol dan bukan 2-propanol.
4. Tersisa propanon (keton).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: etanol memberi iodoform positif, tetapi juga mengubah dikromat menjadi hijau.
- **B.** ✗ Etanal memberi cermin perak pada uji Tollens.
- **C.** ✓ Propanon: Tollens negatif, iodoform positif, dan tidak teroksidasi dikromat.
- **D.** ✗ Jebakan: 2-propanol iodoform positif, tetapi sebagai alkohol sekunder mengubah dikromat menjadi hijau.
- **E.** ✗ Asam etanoat tidak memberi endapan iodoform.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu gugus fungsi tiap kandidat, lalu terjemahkan setiap hasil uji menjadi "ada" atau "tidak ada" dan coret kandidat yang bertentangan.

1. Laboratorium sebuah koperasi peternak lebah (2027) membandingkan madu X (madu murni pembanding) dan madu Y (diduga dicampur). Hasil uji: Benedict — X dan Y membentuk endapan merah bata; Seliwanoff — X dan Y cepat berwarna merah; iodin — X tetap kuning kecokelatan, Y menjadi biru kehitaman.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kedua sampel mengandung gula pereduksi.
☐ B. Uji Seliwanoff yang positif pada Y menunjukkan Y tidak mengandung pati.
☐ C. Warna biru kehitaman pada Y dengan iodin menunjukkan adanya pati, yang tidak ditemukan pada X.
☐ D. Warna merah cepat pada uji Seliwanoff menunjukkan adanya gugus aldehida bebas.
☐ E. Uji Benedict saja tidak dapat membedakan madu murni dari madu yang dicampur sirup glukosa.

2. Di gudang sebuah pabrik tinta (2027), satu jeriken pelarut tidak berlabel. Menurut daftar, isinya salah satu dari: heksana, sikloheksena, toluena, 1-heksena, atau etanol. Hasil uji: cairan tidak larut dalam air; warna air brom tidak hilang pada suhu ruang; warna ungu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pereaksi Baeyer ($KMnO_4$ encer) tidak berubah; saat dibakar, nyalanya kuning dan sangat berjelaga. Lembar kerja menyebutkan senyawa aromatik terbakar dengan nyala berjelaga, sedangkan alkana hampir tanpa jelaga.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Isi jeriken itu adalah ....

A. Heksana
B. Sikloheksena
C. Toluena
D. 1-heksena
E. Etanol

Kunci singkat: 1. A, C, E 2. C

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa uji Tollens positif untuk aldehida tetapi negatif untuk keton, padahal keduanya memiliki gugus C=O?
- Mengapa sukrosa memberi uji Benedict negatif, tetapi positif setelah dipanaskan dengan asam encer dan dinetralkan?
- **Yang harus kuingat:** tiap uji mendeteksi satu gugus; hasil positif dan negatif sama-sama dipakai untuk menyingkirkan kandidat; Tollens/Benedict = pereduksi, dikromat = alkohol primer dan sekunder serta aldehida, $FeCl_3$ = fenol, brom/Baeyer = C=C, iodin = pati.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-4.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.2 · Analisis kualitatif lemak

SMKKA-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 4, analisis bahan organik) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan uji kualitatif lemak**. Levelnya pemahaman sampai penalaran: kamu diminta membaca hasil beberapa uji, menyimpulkan apakah sampel mengandung lemak, seberapa tak jenuh lemaknya, dan apakah ada bahan lain yang menyamar sebagai minyak.

Pola soal yang sering muncul: (1) **tabel atau narasi hasil uji pada dua minyak** (noda pada kertas, kelarutan, uji brom) dengan pernyataan yang harus dinilai satu per satu; (2) **minyak yang dicurigai dicampur bahan lain**, misalnya minyak pelumas atau parafin; (3) pernyataan tentang **apa yang sebenarnya dibuktikan** oleh sebuah uji. Jebakannya hampir selalu sama: sebuah uji terlihat meyakinkan, padahal hidrokarbon bukan lemak pun memberi hasil yang sama.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan struktur lemak sebagai trigliserida dan perbedaan asam lemak jenuh dengan tak jenuh;
- menjelaskan prinsip uji noda, kelarutan, Sudan, emulsi, brom atau iod, penyabunan, dan akrolein beserta hasil positifnya;
- menyimpulkan ketidakjenuhan relatif dari jumlah brom yang dipudarkan atau dari bilangan iod;
- membedakan minyak nabati dari minyak mineral dan parafin dengan memilih uji yang benar-benar membedakan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Minyak goreng yang kamu lihat di dapur, mentega di roti, lemak sapi pada sup, dan minyak pelumas pada rantai sepeda sama-sama licin, sama-sama tidak larut dalam air, dan sama-sama meninggalkan noda. Namun hanya sebagian di antaranya adalah **lemak** dalam arti kimia. Di balai pengujian, pemeriksaan kemurnian minyak makan memerlukan analis yang tidak mudah tertipu oleh kemiripan. Untuk itu ia perlu tahu **apa lemak itu**, lalu memilih uji yang memang mengenali sifat khas lemak.

1. Lemak dan minyak adalah trigliserida

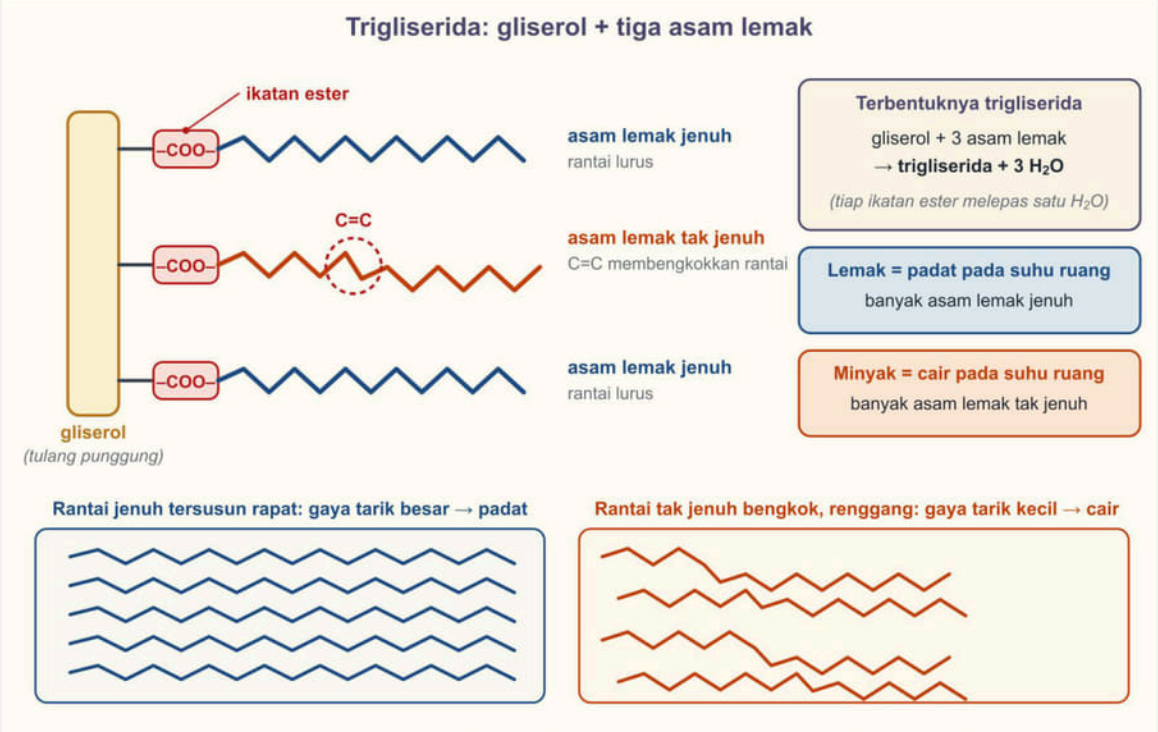
Lemak dan minyak (*fats and oils*) adalah senyawa **trigliserida** (*triglyceride*), yaitu ester dari satu molekul **gliserol** dan tiga molekul **asam lemak**. Gliserol adalah alkohol dengan tiga gugus –OH; tiap –OH berikatan dengan satu –COOH dari asam lemak membentuk **ikatan ester** dan melepas satu molekul air (Gambar 4.6). Jadi, satu molekul trigliserida melepas tiga molekul air

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

saat terbentuk:

gliserol + 3 asam lemak → trigliserida + 3 H_2O

Perbedaan antara lemak dan minyak hanya pada wujud pada suhu ruang: **lemak** berwujud padat, **minyak** berwujud cair. Perbedaan wujud ini bukan perbedaan jenis senyawa; keduanya trigliserida.



Gambar 4.6 Trigliserida: tulang punggung gliserol dengan tiga rantai asam lemak melalui ikatan ester, serta pengaruh ikatan rangkap pada kerapatan susunan rantai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Asam lemak jenuh dan tak jenuh

Asam lemak adalah asam karboksilat berantai karbon panjang. Pada **asam lemak jenuh** (*saturated*), semua ikatan antar karbon dalam rantai adalah ikatan tunggal, sehingga rantainya lurus. Contohnya asam palmitat (16 karbon) dan asam stearat (18 karbon). Pada **asam lemak tak jenuh** (*unsaturated*), ada satu atau lebih **ikatan rangkap C=C**. Asam oleat (18 karbon, satu C=C) dan asam linoleat (18 karbon, dua C=C) adalah contohnya. Pada bentuk alaminya, ikatan rangkap ini membengkokkan rantai.

Perbedaan bentuk rantai menjelaskan perbedaan wujud. Rantai yang lurus dapat tersusun rapat seperti batang korek api dalam kotak; gaya tarik antar molekul besar sehingga diperlukan suhu lebih tinggi untuk melelehkan, dan hasilnya **padat**. Rantai yang bengkok tidak dapat tersusun rapat, gaya tarik antar molekul lebih kecil, dan hasilnya **cair**. Itu sebabnya lemak hewani yang banyak mengandung asam lemak jenuh cenderung padat, sedangkan minyak nabati seperti minyak kedelai dan minyak jagung yang banyak mengandung asam lemak tak jenuh cair. Minyak kelapa istimewa: sebagian besar asam lemaknya jenuh sehingga ia membeku bila ruangan sejuk, tetapi karena rantainya pendek ia cair pada suhu tropis.

Perbedaan jenuh atau tidak ini penting bagi analis karena ikatan rangkap C=C **bereaksi** dengan brom dan iod, sedangkan ikatan tunggal tidak. Dari jumlah brom atau iod yang diikat, ketidakjenuhan dapat diperkirakan.

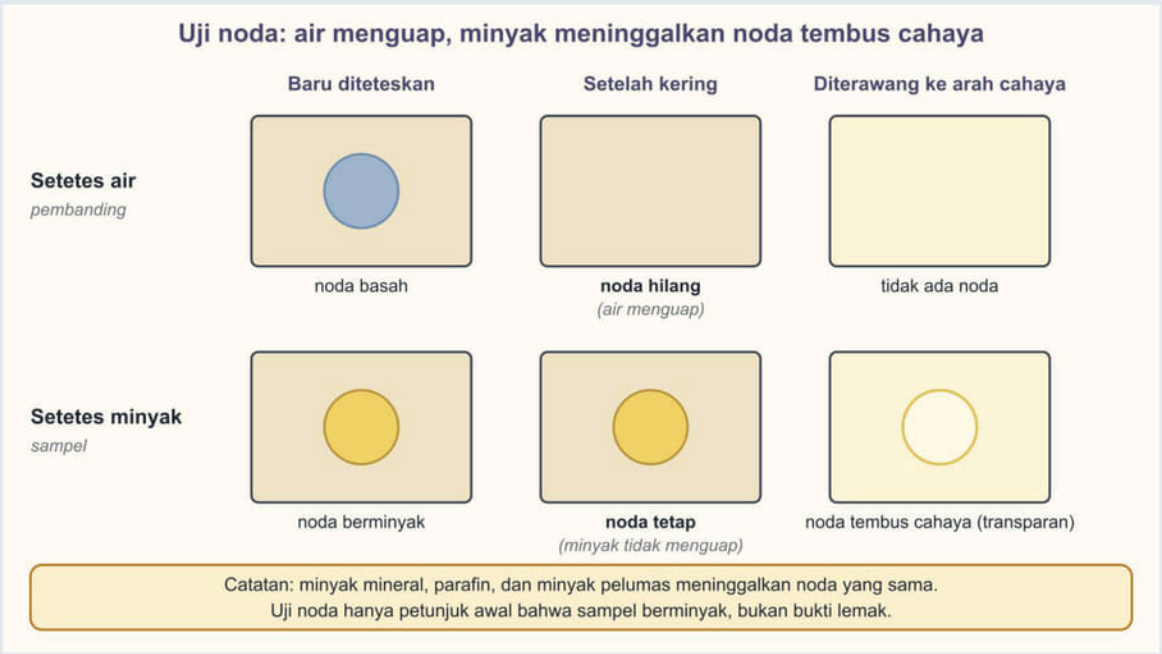
3. Sifat yang dimanfaatkan untuk uji

Lemak bersifat **nonpolar**: rantai hidrokarbonnya panjang dan bagian polarnya (tiga ester) kecil. Karena itu lemak **tidak larut dalam air** yang polar, tetapi larut dalam pelarut nonpolar seperti heksana, eter, dan kloroform (pelarut-pelarut ini mudah menyala atau beracun, jadi hanya dipakai di lemari asam, jauh dari api). Massa jenis minyak sekitar 0,9 g/mL, lebih kecil daripada air, sehingga ia **mengapung** bila bercampur dengan air. Semua sifat ini juga dimiliki hidrokarbon seperti minyak mineral dan parafin. Karena itu uji-uji yang hanya memakai sifat fisik tidak dapat membedakan lemak dari hidrokarbon; kamu harus memakai uji yang menyasar **gugus ester** atau **gliserol**.

4. Uji noda pada kertas

Satu tetes sampel diteteskan pada kertas saring atau kertas biasa dan dibiarkan kering (Gambar 4.7). Air akan menguap dan nodanya hilang. Lemak dan minyak **tidak menguap**, sehingga noda yang **tembus cahaya (transparan)** tetap ada setelah kering. Uji ini sederhana dan cepat, tetapi hanya petunjuk awal: minyak mineral, parafin, dan minyak pelumas meninggalkan noda yang sama. Minyak atsiri (misalnya minyak kayu putih) juga meninggalkan noda, tetapi noda itu menghilang perlahan karena minyak atsiri mudah menguap.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



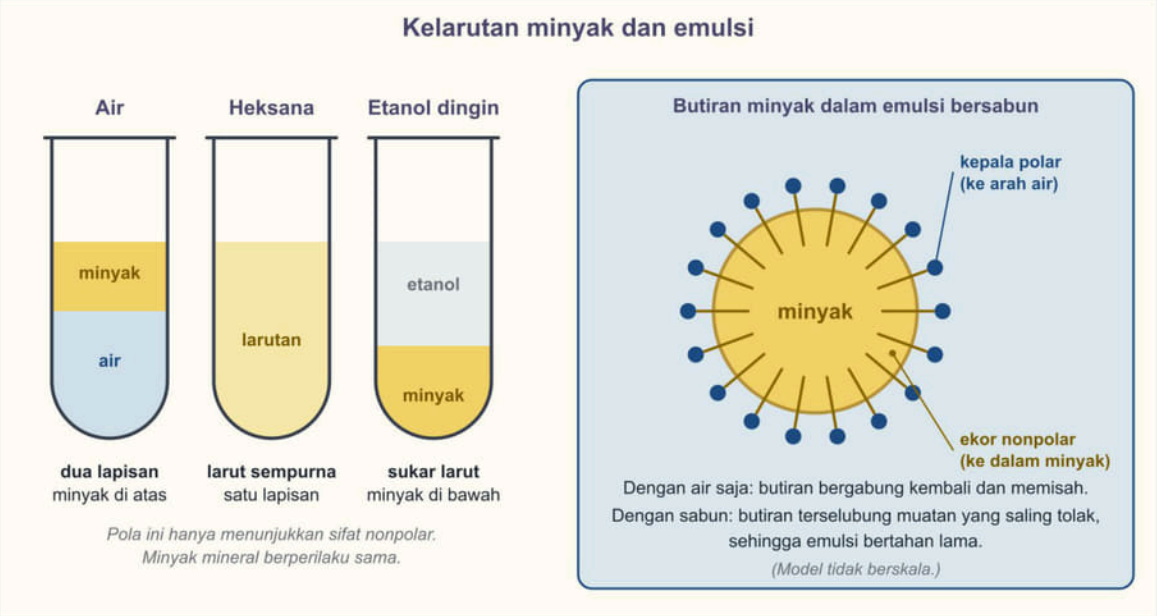
Gambar 4.7 Uji noda: noda air hilang setelah kering, noda minyak tetap dan tembus cahaya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Uji kelarutan dan emulsi

Dalam **uji kelarutan**, sedikit sampel dikocok dengan tiga pelarut berbeda dan diamati apakah satu lapisan atau dua (Gambar 4.8). Lemak membentuk **dua lapisan dengan air** (minyak di atas), **larut sempurna dalam pelarut nonpolar** seperti heksana, dan **sukar larut dalam etanol dingin**. Pola ini menunjukkan sifat nonpolar, bukan bukti adanya ester.

Bila lemak dikocok kuat dengan air, terbentuk butiran minyak halus yang melayang. Campuran ini disebut **emulsi** dan tidak bertahan: butiran bergabung kembali dan memisah. Dengan **sabun atau deterjen**, emulsi bertahan lama. Molekul sabun memiliki **kepala polar** (menyukai air) dan **ekor nonpolar** (menyukai minyak). Ekornya menancap ke butiran minyak dan kepalanya menghadap air sehingga butiran terselubung muatan yang saling tolak dan tidak bergabung. Prinsip ini juga yang membuat sabun dapat mencuci noda minyak, dan **emulsi dipakai sebagai uji pengamatan** tentang peran pengemulsi.



Gambar 4.8 Kelarutan minyak dalam tiga pelarut dan model butiran minyak yang diselubungi molekul sabun. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Uji dengan pewarna Sudan

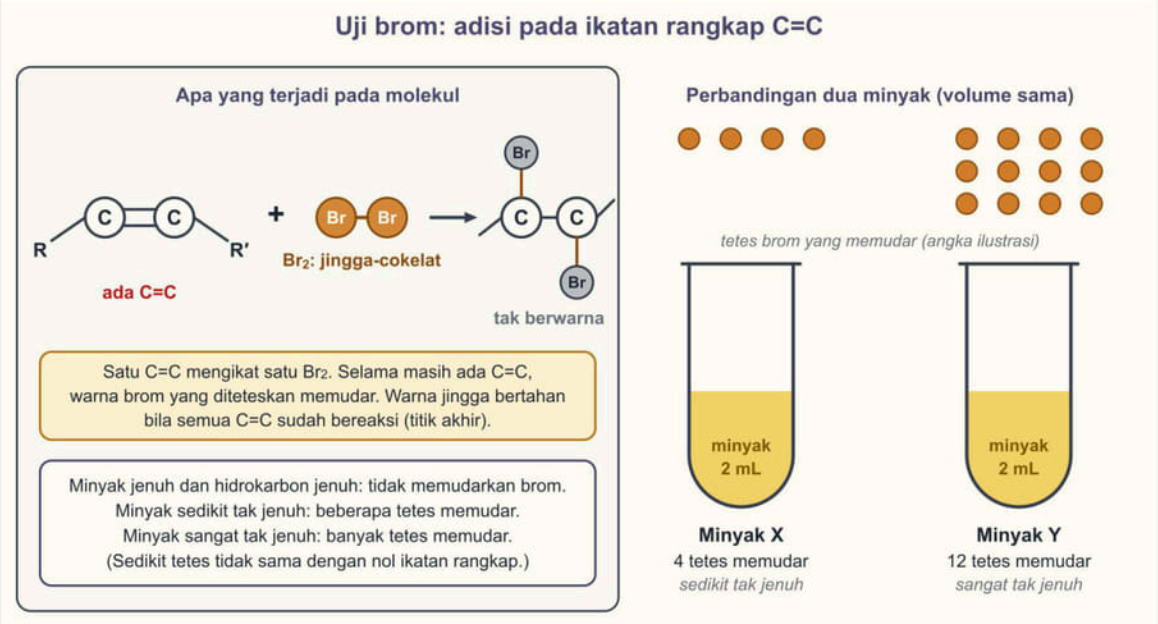
Sudan III (merah-oranye) dan **Sudan IV** (merah tua) adalah pewarna yang larut dalam lemak dan nyaris tidak larut dalam air. Bila beberapa tetes larutan Sudan dalam etanol ditambahkan ke campuran sampel dan air lalu dikocok, pewarna berpindah ke **fase minyak** dan lapisan minyak berwarna merah-oranye, sedangkan lapisan air tidak berwarna. Pewarna hanya mewarnai bagian yang dapat melarutkannya. Uji ini menunjukkan adanya zat **lipofil** (suka lemak), bukan trigliserida secara khusus: minyak mineral juga mewarnai Sudan. Pewarna Sudan hanya dipakai sebagai pereaksi di laboratorium.

7. Uji ketidakjenuhan: brom, iod, dan bilangan iod

Ikatan rangkap C=C pada asam lemak tak jenuh bereaksi dengan brom. Satu molekul Br_2 menempel pada dua karbon yang tadinya berikatan rangkap (**reaksi adisi**):

$$-CH{=}CH- + Br_2 \rightarrow -CHBr-CHBr-$$

Larutan brom berwarna jingga-cokelat, sedangkan hasil adisi tidak berwarna. Karena itu, bila larutan brom diteteskan sedikit demi sedikit pada minyak sambil dikocok, warna **memudar** selama masih ada C=C yang tersisa. Warna jingga baru bertahan ketika semua C=C telah bereaksi (**titik akhir**). Dengan volume minyak yang sama, **makin banyak tetes brom yang memudar, makin tak jenuh minyaknya** (Gambar 4.9). Minyak jenuh dan hidrokarbon jenuh tidak memudarkan brom, tetapi minyak yang hanya sedikit tak jenuh tetap memudarkan beberapa tetes: sedikit tidak sama dengan nol.



Gambar 4.9 Adisi brom pada ikatan rangkap dan perbandingan jumlah tetes brom yang dipudarkan oleh dua minyak (angka ilustrasi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengukuran yang lebih baku memakai pereaksi iod (misalnya metode Wijs). Hasilnya dinyatakan sebagai **bilangan iod** (*iodine value*), yaitu **massa iod (dalam gram) yang diikat oleh 100 gram lemak**. Dalam penetapannya, kelebihan iod dititrasi dengan natrium tiosulfat; selisih iod mula-mula dan sisa menunjukkan iod yang diikat. Bilangan iod yang besar berarti minyak banyak mengandung ikatan rangkap. Minyak kelapa memiliki bilangan iod rendah,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

minyak kedelai tinggi. Lemak jenuh murni seperti tristearin tidak mengikat iod sehingga bilangan iodnya mendekati nol.

Hubungan bilangan iod dengan jumlah C=C bisa dihitung. Triolein (trigliserida dari tiga asam oleat, rumus $C_{57}H_{104}O_6$, Mr = 884) memiliki tiga C=C, yaitu satu pada tiap rantai. Satu mol triolein mengikat 3 mol I_2 (massa 3 × 254 = 762 g), sehingga bilangan iodnya 762 ÷ 884 × 100 ≈ 86. Angka 86 dapat dijadikan patokan: bilangan iod di bawah 86 berarti rata-rata kurang dari satu C=C per rantai, dan di atas 86 berarti rata-rata lebih dari satu.

8. Penyabunan

Ester dapat dipecah oleh basa kuat dalam reaksi **penyabunan** (*saponification*). Lemak dipanaskan dengan larutan KOH atau NaOH dalam etanol (etanol membantu melarutkan lemak):

trigliserida + 3 KOH → gliserol + 3 sabun (garam kalium asam lemak)

$C_3H_5(OCOR)_3 + 3\ KOH \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + 3\ RCOOK$

Sabun larut dalam air, sedangkan gliserol juga larut. Karena itu, setelah penyabunan sempurna dan pengenceran dengan air, larutan menjadi **jernih dan berbusa** (Gambar 4.10). Asam lemak bebas pada minyak yang mulai tengik pun bereaksi dengan KOH dan membentuk sabun, sehingga ikut larut. Hidrokarbon (minyak mineral, parafin) bukan ester dan **tidak tersabunkan**, sehingga larutan tampak **keruh** dengan tetesan minyak di permukaan. Inilah uji yang membedakan lemak dari hidrokarbon. Agar hasilnya bisa dipercaya, pembanding minyak murni selalu dikerjakan dengan perlakuan sama (waktu, suhu, jumlah KOH): bila pembanding jernih tetapi sampel keruh, keruhnya berasal dari bahan dalam sampel, bukan dari prosedur yang kurang lama.

9. Uji akrolein

Hasil penyabunan mengandung gliserol, dan gliserol bisa dikenali sendiri. Bila lemak dipanaskan bersama kalium hidrogen sulfat ($KHSO_4$) yang menarik air, gliserol kehilangan dua molekul air dan menjadi **akrolein**:

$C_3H_8O_3 \rightarrow CH_2{=}CH{-}CHO + 2H_2O$

Akrolein berbau **tajam menusuk** dan membuat mata perih. Karena uapnya beracun dan mengiritasi, uji ini wajib dikerjakan di lemari asam dan tabungnya tidak boleh didekatkan ke wajah. Hanya trigliserida yang mengandung gliserol; minyak mineral dan parafin tidak memberi bau ini. Bau menusuk saat minyak goreng dipanaskan terlalu panas juga berasal dari akrolein yang terbentuk dari gliserol dalam minyak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.10 Penyabunan (lemak larut jernih, hidrokarbon tidak) dan uji akrolein (bau tajam menandakan gliserol). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

10. Membedakan minyak nabati dari minyak mineral

Kamu sekarang memiliki banyak uji. Pertanyaan pentingnya: uji mana yang benar-benar membedakan? Tabel berikut merangkum hasil minyak nabati dan minyak mineral (atau parafin).

Uji	Minyak nabati	Minyak mineral atau parafin	Membedakan?
Noda transparan permanen pada kertas	positif	positif	tidak
Dua lapisan dengan air	ya	ya	tidak
Larut dalam heksana	larut	larut	tidak
Sudan III	fase minyak merah	fase minyak merah	tidak
Penyabunan dengan KOH	larut, jernih, berbusa	keruh, ada tetesan	**ya**
Akrolein ($KHSO_4$)	berbau tajam	tidak berbau tajam	**ya**
Brom	memudar (sedikit sampai banyak tetes)	umumnya tidak memudar	sebagian

Jadi tiga uji pertama (noda, kelarutan, Sudan) hanya menjawab "apakah ini zat berminyak". Dua uji terakhir yang menyasar ester dan gliserol menjawab "apakah ini lemak". Uji brom menjawab "berapa banyak ikatan rangkap", dan untuk minyak mineral jenuh hasilnya nol.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menarik kesimpulan dari tabel hasil uji tiga sampel

Pada 2026, sebuah laboratorium sekolah mitra industri menerima tiga sampel cair berminyak: A, B, dan C. Tiap uji memakai 1 mL sampel. Hasilnya:

Uji	A	B	C
Noda setelah kering	transparan, tetap	transparan, tetap	transparan, tetap
Dikocok dengan air	dua lapisan	dua lapisan	dua lapisan
Penyabunan (pembanding jernih)	jernih, berbusa	keruh, tetesan minyak	jernih, berbusa
Akrolein	berbau tajam	tidak berbau tajam	berbau tajam
Brom	11 tetes memudar	warna tidak memudar	2 tetes memudar

Tentukan jenis tiap sampel dan bandingkan ketidakjenuhannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Uji yang tidak membedakan.** Noda dan dua lapisan sama pada ketiganya: hanya menunjukkan ketiganya zat berminyak.
2. **Penyabunan dan akrolein.** A dan C jernih berbusa dan akrolein positif: keduanya trigliserida (lemak atau minyak). B keruh dengan tetesan dan akrolein negatif: bukan ester, kemungkinan **minyak mineral**.
3. **Ketidakjenuhan A dan C.** Dengan volume sama, A memudarkan 11 tetes dan C hanya 2 tetes: A jauh lebih tak jenuh daripada C. Brom pada B tidak memudar, sesuai hidrokarbon jenuh.

Jawaban: A minyak (lemak) sangat tak jenuh, B minyak mineral, C lemak yang sedikit tak jenuh. Cek akal sehat: C tidak bebas ikatan rangkap karena 2 tetes tetap memudar; B tidak mungkin trigliserida karena dua uji khas ester dan gliserol negatif.

Contoh 2: membedakan minyak sawit dari minyak mineral

Pada 2027, seorang pembeli menerima minyak curah berlabel "minyak sawit" dari pemasok baru. Uji di laboratorium: noda transparan yang tetap; membentuk dua lapisan dengan air; larutan Sudan III mewarnai lapisan minyak merah-oranye. Pembanding minyak sawit murni pada uji akrolein berbau tajam, sedangkan sampel tidak berbau tajam sama sekali. Pada penyabunan dengan perlakuan sama, pembanding jernih, sedangkan sampel menghasilkan larutan keruh dengan lapisan minyak di atasnya. Tentukan kesimpulan dan uji mana yang menentukan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Tiga hasil pertama** (noda, dua lapisan, Sudan) hanya menunjukkan zat berminyak; minyak sawit dan minyak mineral sama-sama positif.
2. **Akrolein negatif:** tidak ada gliserol, jadi tidak ada trigliserida.
3. **Penyabunan keruh dengan pembanding jernih:** sebagian besar sampel tidak tersabunkan, dan karena pembanding jernih, keruhnya berasal dari sampel, bukan dari prosedur.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Kesimpulan.** Sampel bukan minyak sawit; sifatnya sesuai **minyak mineral** (hidrokarbon).

Jawaban: sampel bukan minyak sawit dan sesuai minyak mineral; yang menentukan adalah akrolein dan penyabunan. Cek akal sehat: bila sampel hanya sebagian mineral, akrolein berbau lemah dan penyabunan sebagian jernih. Data tidak menunjukkan campuran karena akrolein sama sekali negatif.

Contoh 3: bilangan iod untuk membandingkan dua minyak

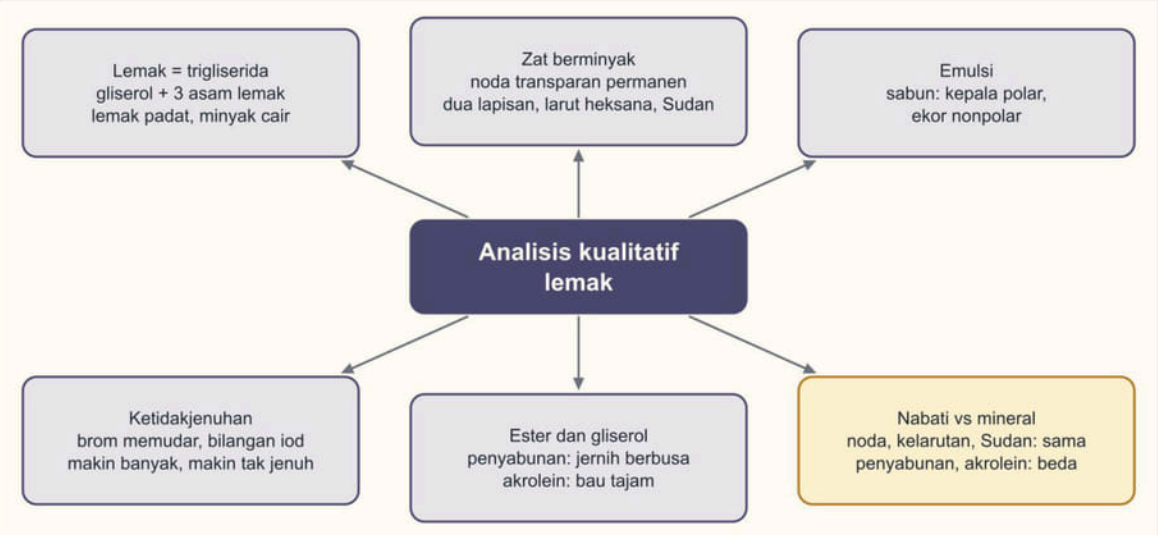
Pada 2027, laboratorium uji pangan fiktif menetapkan iod yang diikat dua minyak nabati dengan metode Wijs. Minyak P: 5,00 g sampel mengikat 0,60 g iod. Minyak Q: 2,00 g sampel mengikat 2,50 g iod. Hitung bilangan iod keduanya, bandingkan dengan 86 (triolein), dan perkirakan rata-rata C=C per rantai. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Rumus.** Bilangan iod = (massa iod ÷ massa lemak) × 100.
2. **Minyak P.** 0,60 ÷ 5,00 × 100 = **12**.
3. **Minyak Q.** 2,50 ÷ 2,00 × 100 = **125**.
4. **Perbandingan.** Q lebih tak jenuh; 125 ÷ 12 ≈ 10,4 kali lipat.
5. **Rata-rata C=C per rantai** (perkiraan kasar): 12 ÷ 86 ≈ 0,14 untuk P, 125 ÷ 86 ≈ 1,45 untuk Q.

Jawaban: bilangan iod P = 12 dan Q = 125; Q jauh lebih tak jenuh, dengan rata-rata sekitar 1,5 ikatan rangkap per rantai, sedangkan P hanya sekitar 0,14 per rantai. Cek akal sehat: P berbilangan iod kecil sehingga banyak rantainya jenuh dan lemaknya cenderung padat atau mudah membeku; Q berbilangan iod tinggi sehingga banyak rantainya tak jenuh dan tetap cair.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.11 merangkum uji kualitatif lemak.



Gambar 4.11 Peta konsep analisis kualitatif lemak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Lemak dan minyak = trigliserida** (gliserol + 3 asam lemak, ikatan ester). Lemak padat, minyak cair; keduanya nonpolar dan tidak larut dalam air.
- **Noda transparan permanen, dua lapisan dengan air, larut pelarut nonpolar, dan Sudan** hanya menunjukkan zat berminyak; minyak mineral juga positif.
- **Brom dan iod** mengenali ikatan rangkap C=C; makin banyak brom dipudarkan atau makin besar bilangan iod, makin tak jenuh.
- **Bilangan iod** = gram iod yang diikat 100 g lemak; lemak jenuh murni mendekati nol; triolein sekitar 86.
- **Penyabunan** (jernih berbusa) dan **akrolein** (bau tajam dari gliserol) hanya positif untuk lemak, sehingga membedakan lemak dari minyak mineral.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal uji lemak:

1. **Tulis apa yang dikenali tiap uji**: zat berminyak, ester, gliserol, atau ikatan rangkap.
2. **Beri tanda uji yang tidak membedakan** lemak dari hidrokarbon, lalu abaikan sebagai bukti.
3. **Baca jumlah tetes atau angka dengan volume yang sama** sebelum menyimpulkan ketidakjenuhan.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Noda transparan dianggap pasti lemak**, padahal minyak mineral dan parafin sama.
- **Hasil brom positif dianggap "bebas lemak jenuh"** atau, sebaliknya, hasil sedikit tetes dianggap "tidak ada ikatan rangkap".
- **Dua lapisan dengan air dianggap tanda tengik**, padahal itu hanya sifat nonpolar.
- **Kekeruhan setelah penyabunan dikaitkan dengan prosedur** padahal pembanding yang diperlakukan sama jernih.
- **Sudan dianggap khas trigliserida**; ia mewarnai semua zat larut lemak.

> Contoh salah tafsir: Seorang analis menulis "minyak kelapa tidak mengandung asam lemak tak jenuh karena hanya 3 tetes brom yang memudar". Yang tepat: tiga tetes tetap memudar, artinya ada sedikit ikatan rangkap; minyak kelapa kurang tak jenuh, bukan bebas ikatan rangkap.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji tiga uji sekaligus: noda, kelarutan, dan brom. Pakai bagian 4, 5, dan 7, dan perhatikan konteks: sampelnya sudah diketahui minyak makan.

►. Analis muda di laboratorium sebuah pabrik minyak goreng (2027) membandingkan minyak kelapa dan minyak kedelai. Kedua sampel meninggalkan noda transparan pada

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kertas yang tidak hilang setelah dikeringkan. Saat dikocok dengan air lalu didiamkan, kedua sampel membentuk dua lapisan. Pada uji dengan larutan brom yang diteteskan sedikit demi sedikit, 2 mL minyak kelapa menghilangkan warna 3 tetes brom, sedangkan 2 mL minyak kedelai menghilangkan warna 15 tetes brom.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kesimpulan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kedua sampel mengandung lemak, ditunjukkan oleh noda transparan yang tidak hilang setelah kering.

☐ B. Minyak kedelai mengandung ikatan rangkap lebih banyak karena menghilangkan warna brom lebih banyak.

☐ C. Minyak kelapa tidak mengandung asam lemak tak jenuh karena hanya 3 tetes brom yang hilang warnanya.

☐ D. Pada uji kelarutan, minyak berada di lapisan atas karena massa jenisnya lebih kecil dari air.

☐ E. Terbentuknya dua lapisan dengan air menunjukkan bahwa kedua minyak sudah tengik.

Pembahasan **Kunci: A, B, D**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Uji noda = keberadaan lemak; uji kelarutan = lemak nonpolar, tidak larut dalam air; uji brom = ketidakjenuhan (adisi Br_2 pada C=C).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Noda transparan permanen adalah ciri lemak/minyak (air akan menguap dan nodanya hilang).

• **Pernyataan 2** ✓ Brom diadisi oleh ikatan rangkap C=C; makin banyak brom yang hilang warnanya, makin tidak jenuh minyaknya.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: 3 tetes brom tetap hilang warnanya, artinya ada sedikit ikatan rangkap; minyak kelapa kurang tak jenuh, bukan bebas ikatan rangkap.

• **Pernyataan 4** ✓ Minyak tidak larut dalam air dan lebih ringan sehingga mengapung di atas.

• **Pernyataan 5** ✗ Dua lapisan menunjukkan minyak tidak larut dalam air (nonpolar), bukan ketengikan.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tuliskan lebih dulu apa yang dikenali tiap uji (zat berminyak, ester, gliserol, atau C=C), lalu nilai setiap pernyataan.

1. Laboratorium pengawasan pasar di sebuah kota (2026) memeriksa minyak goreng curah yang diduga dicampur minyak pelumas bekas (minyak mineral). Sampel dan minyak goreng murni sebagai pembanding masing-masing dipanaskan dengan KOH beralkohol

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

selama waktu yang sama sesuai SOP, lalu hasilnya diencerkan dengan air. Pembanding menghasilkan larutan sabun yang jernih, sedangkan sampel menghasilkan larutan keruh dengan tetesan minyak di permukaannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Sampel banyak mengandung asam lemak tak jenuh sehingga tidak dapat disabunkan
B. Sampel mengandung air sehingga sabun yang terbentuk mengendap saat diencerkan
C. Sebagian sampel tidak tersabunkan karena bukan ester asam lemak (gliserida)
D. Penyabunan sampel belum sempurna karena waktu pemanasannya terlalu singkat
E. Sampel sudah tengik sehingga asam lemak bebasnya membentuk tetesan minyak

2. Sebuah usaha batik (2026) membeli parafin untuk bahan malam. Pemilik curiga parafin itu dicampur lemak sapi yang lebih murah. Hasil uji di laboratorium SMK mitra: sampel meninggalkan noda transparan pada kertas; uji akrolein (dipanaskan dengan $KHSO_4$) menghasilkan bau tajam menusuk; uji penyabunan menghasilkan sebagian sabun, dan sisanya tetap berupa padatan lilin. Parafin murni pembanding tidak berbau tajam pada uji akrolein.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Noda transparan pada kertas membuktikan sampel mengandung lemak hewani.
☐ B. Bau tajam pada uji akrolein menunjukkan ada gliserol yang berasal dari lemak.
☐ C. Parafin murni tidak berbau tajam pada uji akrolein karena tidak mengandung gliserol.
☐ D. Uji akrolein yang positif menunjukkan parafin itu sudah teroksidasi selama penyimpanan.
☐ E. Terbentuknya sebagian sabun mendukung adanya lemak dalam sampel.

Kunci singkat: 1. C 2. B, C, E

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa noda transparan pada kertas dan terbentuknya dua lapisan dengan air tidak cukup untuk menyimpulkan sampel adalah lemak?
- Dua minyak diuji dengan volume sama: minyak X memudarkan 4 tetes brom dan minyak Y 12 tetes. Apa kesimpulannya, dan mengapa sedikit tetes tidak berarti nol ikatan rangkap?
- **Yang harus kuingat:** lemak = trigliserida; noda, kelarutan, Sudan = zat berminyak; brom dan iod = C=C (bilangan iod, triolein ≈ 86); penyabunan dan akrolein = ester dan gliserol, sehingga membedakan lemak dari minyak mineral.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-4.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.3 · Analisis kualitatif protein

SMKKA-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 4, analisis bahan organik) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan uji kualitatif protein**. Levelnya pemahaman sampai penalaran. Kamu diminta menafsirkan hasil beberapa uji, lalu menyimpulkan apakah ada ikatan peptida, asam amino jenis apa yang ada, dan apakah proteinnya masih utuh atau sudah terurai. Inilah sub bab yang paling banyak memuat soal sulit di bab ini, karena hampir semua soalnya memasang jebakan antara **ikatan peptida yang masih utuh** dan **bentuk protein yang sudah berubah**.

Pola soal yang sering muncul: (1) **klaim kandungan protein pada produk pangan** yang diperiksa dengan uji biuret dan uji lain, lalu pernyataan Benar/Salah tentang apa yang dibuktikan; (2) **tabel hasil beberapa uji pada beberapa sampel** untuk menentukan sampel mana yang cocok dengan ciri sebuah protein tertentu; (3) **kasus pemanasan atau penambahan asam** yang menggumpalkan protein, lalu pertanyaan apakah uji biuret masih positif.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan struktur asam amino dan ikatan peptida serta perbedaan asam amino bebas, peptida, dan protein;
- menjelaskan prinsip uji biuret, xantoproteat, Millon, timbal(II) asetat, dan ninhidrin, termasuk gugus yang dikenali tiap uji;
- membedakan denaturasi dari hidrolisis dan menjelaskan mengapa uji biuret tetap positif pada protein yang menggumpal;
- menyimpulkan jenis sampel (protein utuh, hidrolisat, atau asam amino bebas) dari gabungan hasil uji.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Pada kemasan minuman sering tertulis "tinggi protein". Di laboratorium kontrol mutu, tulisan itu tidak diterima begitu saja. Analis mengambil sampel, meneteskan pereaksi, dan memperhatikan warna. Pertanyaannya bertahap. Pertama, **apakah ada protein sama sekali?** Kedua, **asam amino jenis apa yang dikandungnya?** Ketiga, **apakah proteinnya masih utuh?** Tiap pertanyaan dijawab oleh uji yang berbeda. Perlu diingat bahwa semua uji dalam sub bab ini **kualitatif**: mereka menjawab ada atau tidak, bukan berapa banyak. Kadar protein ditetapkan dengan metode kuantitatif lain, misalnya metode Kjeldahl yang mengukur nitrogen total lalu mengalikannya dengan faktor tertentu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Asam amino, unit penyusun protein

Protein adalah polimer (rantai panjang) yang tersusun dari satuan-satuan kecil bernama **asam amino**. Ada sekitar dua puluh jenis asam amino yang menyusun protein makhluk hidup. Semuanya memiliki kerangka yang sama: satu atom karbon pusat (karbon-α) yang mengikat **gugus amino (–NH_2)**, **gugus karboksil (–COOH)**, **satu atom H**, dan **gugus samping R** yang berbeda untuk tiap asam amino. Rumus umumnya NH_2–CH(R)–COOH.

Gugus R inilah yang membuat tiap asam amino punya sifat sendiri. Pada **glisin**, R hanya sebuah atom H. Pada **alanin**, R adalah –CH_3. Pada **tirosin**, R mengandung **cincin benzena** dengan gugus –OH (cincin fenol). Pada **triptofan**, R mengandung cincin aromatik indol. **Fenilalanin** juga memiliki cincin benzena. Pada **sistein**, R mengandung atom **belerang** (–CH_2–SH). Metionin juga mengandung belerang, tetapi dalam bentuk lain. Perbedaan gugus R ini penting karena **beberapa uji kualitatif mengenali gugus R tertentu**, bukan kerangka umumnya.

Karena memiliki gugus basa (–NH_2) dan asam (–COOH) sekaligus, asam amino dalam air bermuatan positif dan negatif sekaligus (**ion dipolar**, *zwitterion*). Pada pH tertentu muatan positif dan negatif sama banyak sehingga muatan keseluruhan nol; pH itu disebut **titik isoelektrik**. Pada titik isoelektrik protein paling sukar larut dan paling mudah menggumpal. Konsep ini akan kamu pakai pada penggumpalan susu.

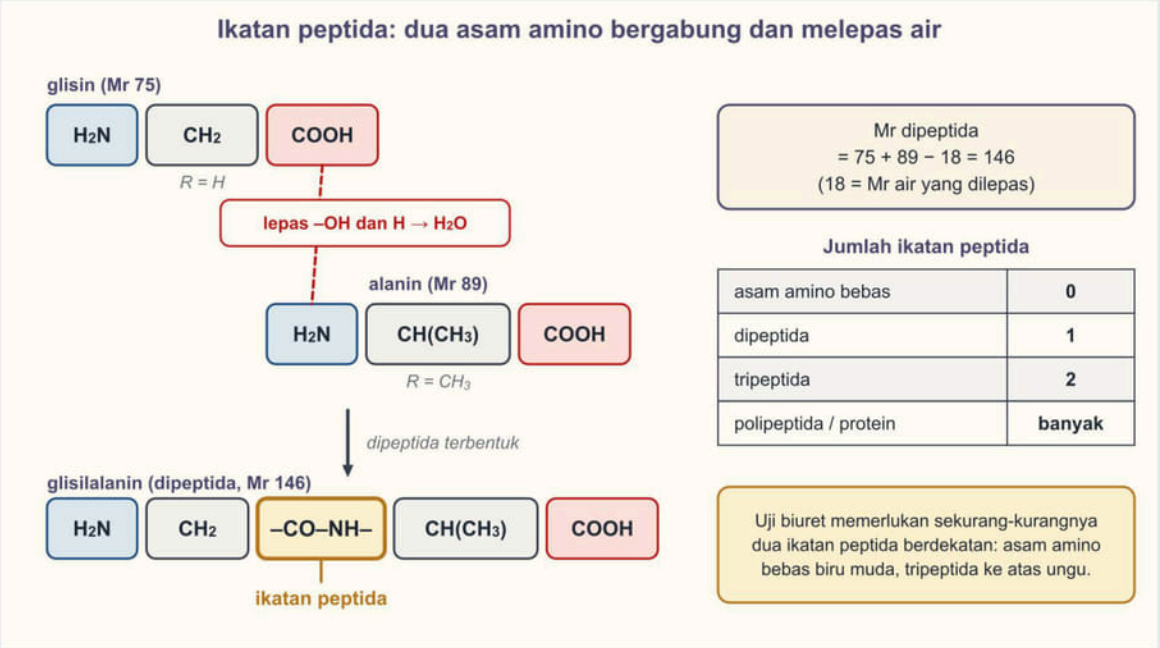
2. Ikatan peptida dan tingkat struktur

Dua asam amino dapat bergabung: gugus –COOH dari satu asam amino bereaksi dengan gugus –NH_2 dari yang lain dan melepas satu molekul air. Ikatan baru –CO–NH– yang terbentuk disebut **ikatan peptida** (*peptide bond*) (Gambar 4.12). Contohnya glisin (Mr = 75) bergabung dengan alanin (Mr = 89):

glisin + alanin → glisilalanin + H_2O

Mr dipeptida = 75 + 89 − 18 = 146. Hasilnya **dipeptida** (dua asam amino, satu ikatan peptida). Jika terus bertambah, terbentuk **tripeptida** (tiga asam amino, dua ikatan peptida), lalu **polipeptida** (puluhan sampai ratusan asam amino). Protein adalah polipeptida yang panjang dan terlipat dengan bentuk tertentu. Jadi, **asam amino bebas** tidak memiliki ikatan peptida, peptida pendek memiliki sedikit, dan protein memiliki banyak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.12 Dua asam amino membentuk dipeptida; gugus –CO–NH– adalah ikatan peptida. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bentuk protein dijelaskan melalui tingkat struktur. **Struktur primer** adalah urutan asam amino sepanjang rantai (ditopang oleh ikatan peptida). **Struktur sekunder** adalah lipatan teratur seperti spiral dan lembaran, yang dijaga oleh ikatan hidrogen. **Struktur tersier** adalah lipatan keseluruhan rantai menjadi bentuk tiga dimensi, yang dijaga oleh ikatan hidrogen, tarikan muatan, dan jembatan belerang antar sistein. Bentuk tiga dimensi inilah yang membuat protein dapat bekerja, misalnya sebagai enzim. Hal terpenting untuk bab ini: **ikatan peptida (struktur primer) kuat, sedangkan lipatan sekunder dan tersier mudah rusak.**

3. Peta uji: apa yang dikenali tiap pereaksi

Karena pertanyaan analis ada tiga, ada tiga kelompok uji. **Uji biuret** menjawab "adakah ikatan peptida?" **Uji xantoproteat, Millon, dan timbal(II) asetat** menjawab "adakah gugus samping tertentu?" (cincin aromatik, fenol, belerang). **Uji ninhidrin** menjawab "adakah gugus amino bebas?". Dengan menggabungkan hasilnya, analis dapat membedakan protein utuh, peptida pendek, dan asam amino bebas. Tabel di bawah merangkum semuanya dan Gambar 4.13 menampilkan perubahan warnanya.

Uji	Pereaksi	Yang dikenali	Hasil positif
Biuret	$NaOH + CuSO_4$ encer	ikatan peptida (≥ 2)	biru muda → ungu
Xantoproteat	HNO_3 pekat, lalu basa	cincin benzena (tirosin, triptofan)	kuning → jingga
Millon	pereaksi Millon (raksa)	gugus fenol (tirosin)	endapan merah bata
Timbal(II) asetat	NaOH pekat panas + $Pb(CH_3COO)_2$	belerang dari sistein	endapan hitam PbS
Ninhidrin	ninhidrin, dipanaskan	gugus amino bebas	ungu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Setiap uji dikerjakan bersama dua **kontrol**. **Kontrol negatif (blanko)** berisi air suling dan pereaksi, untuk melihat warna pereaksi sendiri. **Kontrol positif** berisi larutan protein yang diketahui, misalnya putih telur yang diencerkan, untuk memastikan pereaksi masih bekerja. Warna sampel baru bermakna bila dibandingkan dengan kedua kontrol itu. Sampel padat atau berlemak, misalnya biji-bijian atau produk susu, lebih dulu dihaluskan, dilarutkan atau diekstrak, lalu disaring agar larutannya jernih.

4. Uji biuret: mengenali ikatan peptida

Pereaksi biuret terdiri atas larutan NaOH dan beberapa tetes larutan $CuSO_4$ yang encer; warnanya **biru muda** karena ion Cu^{2+}. Ion Cu^{2+} dalam suasana basa membentuk **kompleks** dengan atom nitrogen pada ikatan peptida yang berdekatan, dan kompleks ini berwarna **ungu**. Makin banyak ikatan peptida, makin pekat warnanya. Karena kompleks memerlukan sekurang-kurangnya dua ikatan peptida berdekatan, **asam amino bebas tidak memberi warna ungu** (tetap biru muda), dipeptida hanya memberi warna sangat lemah, sedangkan tripeptida, polipeptida, dan protein memberi warna ungu. Peptida pendek menghasilkan warna merah muda sampai ungu pucat.

Dua hal perlu dijaga. Pertama, $CuSO_4$ cukup **beberapa tetes** saja; kelebihan ion Cu^{2+} membentuk endapan $Cu(OH)_2$ biru yang menutupi warna ungu dan menyebabkan hasil negatif palsu. Kedua, amonia dan garam amonium mengganggu karena membentuk kompleks biru tua dengan tembaga. Uji biuret adalah uji yang paling umum untuk menjawab apakah sampel mengandung protein. Karena yang dikenali adalah **ikatan peptida**, hasil positif tidak bergantung pada jenis asam amino penyusunnya.

5. Uji xantoproteat: mengenali cincin benzena

Nama uji ini berasal dari kata Yunani untuk "kuning" (*xanthos*). Sampel dipanaskan hati-hati dengan asam nitrat pekat (HNO_3) dan terbentuk warna **kuning**. Warna itu muncul karena gugus nitro ($-NO_2$) menempel pada cincin benzena. Setelah didinginkan, penambahan NaOH atau amonia berlebih mengubah warna kuning menjadi **jingga**. Asam amino yang bercincin benzena, yaitu **tirosin** dan **triptofan** (fenilalanin bereaksi lebih lambat), membuat uji ini positif. Protein yang miskin asam amino bercincin, misalnya gelatin, memberi hasil negatif atau sangat lemah, **walaupun uji biuretnya positif**. Karena itu xantoproteat negatif pada protein tidak berarti "bukan protein".

Asam nitrat pekat sangat korosif dan uapnya (NO_2) beracun. Uji ini dikerjakan di lemari asam dengan sarung tangan. Bila asam nitrat mengenai kulit, kulit menguning, dan itu adalah uji xantoproteat yang terjadi pada protein kulit.

6. Uji Millon dan uji timbal(II) asetat

Uji Millon memakai pereaksi yang mengandung raksa (merkuri) dalam asam nitrat. Pereaksi bereaksi dengan **gugus fenol** pada tirosin dan membentuk endapan putih yang berubah menjadi **merah bata** setelah dipanaskan. Karena raksa beracun dan limbahnya termasuk B3, banyak laboratorium tidak lagi memakainya; uji ini tetap perlu kamu kenal sebagai uji khas tirosin.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Uji timbal(II) asetat mendeteksi **belerang**. Sampel dipanaskan dengan larutan NaOH pekat sehingga belerang pada sistein terlepas sebagai ion sulfida (S^{2-}), lalu ditambahkan larutan timbal(II) asetat. Ion sulfida bereaksi dengan Pb^{2+} membentuk endapan **hitam PbS**:

$Pb^{2+} + S^{2-} \rightarrow PbS\downarrow$ (hitam)

Belerang pada metionin tidak terlepas oleh uji ini, sehingga uji ini terutama mengenali sistein. Protein yang tidak mengandung sistein, seperti gelatin, memberi hasil negatif. Timbal beracun, sehingga limbah uji ini dikumpulkan sebagai limbah logam berat menurut SOP.

7. Uji ninhidrin: mengenali gugus amino bebas

Ninhidrin bereaksi dengan gugus amino yang bebas (pada karbon-α) dan menghasilkan senyawa berwarna **ungu kebiruan** bila dipanaskan dalam penangas air beberapa menit. Prolin, yang gugus aminonya terikat dalam cincin, memberi warna kuning. Karena gugus amino pada ujung rantai dan pada rantai samping (misalnya lisin) juga bereaksi, **protein utuh pun memberi hasil positif**, walaupun warnanya umumnya lebih lemah daripada asam amino bebas dengan konsentrasi setara. Hasil ninhidrin kuat dan biuret negatif menunjukkan **asam amino bebas** (atau peptida sangat pendek). Ninhidrin juga bereaksi dengan amonia dan amina primer sehingga hasil positif palsu mungkin terjadi. Ninhidrin dipakai juga untuk memunculkan sidik jari, sebab keringat mengandung asam amino. Pereaksi ini diperlakukan dengan sarung tangan dan di lemari asam.

Perubahan warna pada lima uji protein

Uji (pereaksi)	Yang dikenali	Perubahan (positif)	Catatan
Biuret (NaOH + $CuSO_4$ encer)	ikatan peptida (dua atau lebih)	biru muda → ungu	negatif: tetap biru muda (asam amino bebas)
Xantoproteat (HNO_3 pekat, lalu basa)	cincin benzena (tirosin, triptofan)	kuning → jingga	kuning dulu, jingga setelah ditambah NaOH atau amonia
Millon (pereaksi raksa)	gugus fenol (tirosin)	putih → merah bata	putih lalu merah bata setelah dipanaskan
Timbal(II) asetat (NaOH pekat, panas)	belerang dari sistein	→ hitam	endapan hitam PbS
Ninhidrin (dipanaskan)	gugus amino bebas	→ ungu	protein utuh pun positif; prolin memberi kuning

Warna digambar mendekati keadaan nyata untuk ilustrasi; intensitas dapat berbeda menurut konsentrasi.

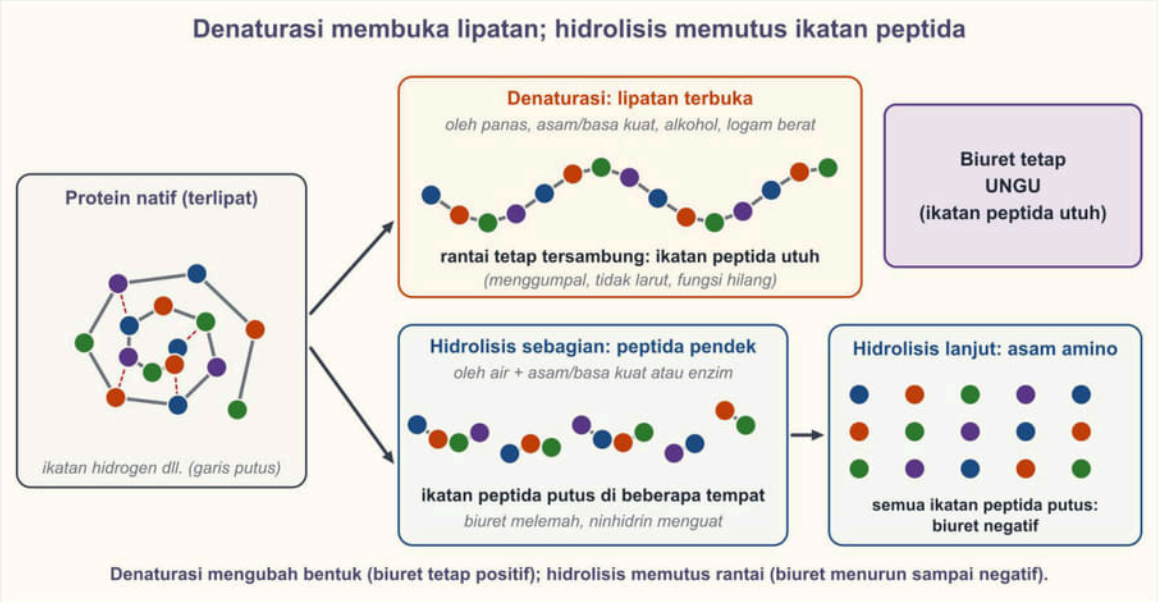
Gambar 4.13 Perubahan warna lima uji protein (warna pendekatan untuk ilustrasi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Denaturasi: bentuk berubah, ikatan peptida tetap

Denaturasi (*denaturation*) adalah rusaknya struktur sekunder dan tersier protein sehingga lipatannya terbuka, tanpa memutus ikatan peptida. Penyebabnya antara lain **pemanasan**, **asam atau basa kuat**, **alkohol** (itulah sebabnya etanol 70 % dipakai sebagai disinfektan), **logam berat** seperti Hg^{2+}, Pb^{2+}, dan Ag^{+}, serta pengocokan kuat. Akibatnya terlihat: protein yang tadinya larut menjadi **tidak larut dan menggumpal** (putih telur menjadi putih padat saat direbus), dan fungsi biologisnya, misalnya aktivitas enzim, hilang.

Denaturasi berbeda dari **hidrolisis protein**. Hidrolisis memakai air bersama asam kuat panas, basa kuat, atau enzim protease untuk **memutus ikatan peptida** sehingga rantai terpotong menjadi peptida pendek, lalu menjadi asam amino bebas (Gambar 4.14). Jadi, denaturasi mengubah bentuk, sedangkan hidrolisis memutus rantai. Perbedaan ini menentukan hasil uji: **protein yang terdenaturasi tetap positif pada uji biuret** karena ikatan peptidanya utuh, sedangkan **hidrolisis lanjut membuat uji biuret menjadi negatif**.



Gambar 4.14 Denaturasi hanya membuka lipatan (ikatan peptida utuh), sedangkan hidrolisis memutus ikatan peptida. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengendapan protein ada dua macam. Penambahan garam netral berkonsentrasi tinggi, misalnya amonium sulfat jenuh, mengendapkan protein tanpa merusaknya (*salting out*), dan endapan dapat larut kembali bila garam dikurangi. Penambahan alkohol, panas, asam kuat, atau logam berat mengendapkan protein **dengan denaturasi** sehingga endapan tidak larut kembali.

Susu dan kasein. Protein utama susu adalah **kasein**. Pada pH susu segar (sekitar 6,6) kasein bermuatan negatif bersih sehingga butirannya saling menolak dan tetap tersebar. Kasein memiliki titik isoelektrik sekitar **pH 4,6**. Bila susu diasamkan, misalnya oleh bakteri pembuat yoghurt atau oleh cuka, muatan negatif berkurang sampai muatan bersih nol di sekitar pH 4,6. Gaya tolak hilang dan butiran menggumpal. Susu yang sudah agak asam lebih mudah menggumpal bila dipanaskan karena panas dan asam bekerja bersama. Gumpalan ini tetap memberi hasil biuret positif.

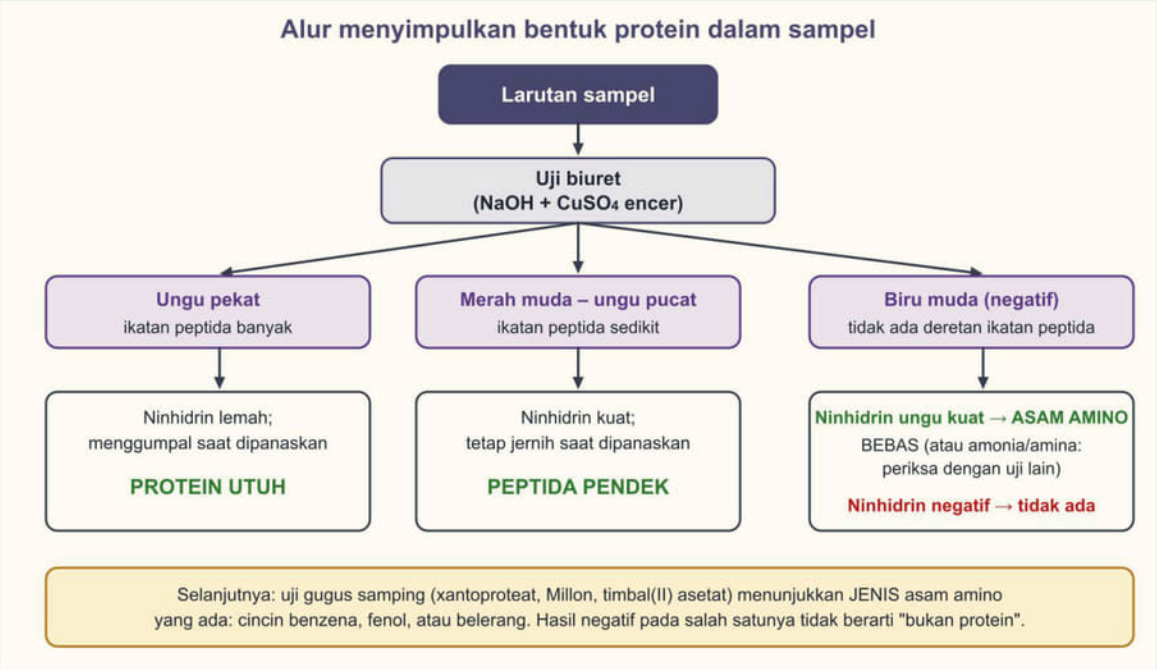
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Membedakan protein utuh, peptida pendek, dan asam amino

Kombinasi uji menghasilkan gambaran lengkap (Gambar 4.15). **Biuret** menunjukkan panjang rantai, **ninhidrin** menunjukkan jumlah gugus amino bebas, dan **pemanasan sampai mendidih** menunjukkan ada tidaknya protein utuh yang mudah menggumpal.

- **Protein utuh:** biuret ungu pekat; ninhidrin positif tetapi lemah; menggumpal bila dipanaskan.
- **Peptida pendek (hidrolisat sebagian):** biuret merah muda sampai ungu pucat; ninhidrin positif kuat; tidak menggumpal bila dipanaskan.
- **Asam amino bebas (hidrolisat sempurna):** biuret negatif (biru muda); ninhidrin positif sangat kuat; tidak menggumpal.

Uji gugus samping (xantoproteat, Millon, timbal asetat) menjawab pertanyaan lain: **asam amino apa yang ada**. Dengan demikian, dua sampel yang sama-sama positif biuret tetap dapat dibedakan lewat uji gugus sampingnya, seperti protein yang kaya tirosin dengan gelatin yang nyaris tanpa tirosin.



Gambar 4.15 Alur menyimpulkan bentuk protein dari uji biuret, ninhidrin, dan pemanasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menafsirkan empat uji pada dua sampel

Pada 2026, laboratorium kontrol mutu pakan ternak fiktif menguji dua larutan, sampel U dari ekstrak tepung ikan dan sampel V dari serbuk suplemen berlabel "campuran asam amino". Hasil:

Uji	Sampel U	Sampel V
Biuret	ungu	biru muda
Xantoproteat	jingga	tidak berubah
NaOH panas + timbal(II) asetat	endapan hitam	tidak ada endapan
Ninhidrin	ungu	ungu

Simpulkan isi tiap sampel. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Sampel U.** Biuret ungu: ada ikatan peptida berderet, jadi protein atau polipeptida. Xantoproteat jingga: ada asam amino bercincin benzena. Endapan hitam: ada sistein. Ninhidrin ungu cocok karena protein pun memberi hasil positif.
2. **Sampel V.** Biuret biru muda: tidak ada ikatan peptida berderet, jadi bukan protein. Xantoproteat dan timbal negatif: tidak ada cincin benzena dan tidak ada belerang. Ninhidrin ungu: ada gugus amino bebas.
3. **Gabungan.** V adalah campuran asam amino bebas yang bergugus samping sederhana (tanpa aromatik atau belerang), sesuai labelnya.

Jawaban: U = protein yang mengandung tirosin atau triptofan dan sistein; V = campuran asam amino bebas. Cek akal sehat: ninhidrin saja tidak membedakan keduanya (keduanya ungu), dan hanya biuret yang memisahkan protein dari asam amino bebas. Bila V diduga mengandung amonia, hasil ninhidrin saja bisa menipu.

Contoh 2: membedakan protein utuh dan hidrolisat

Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik bumbu fiktif membandingkan tiga larutan dari bahan kedelai yang sama dengan konsentrasi awal sama: H1 (ekstrak asli), H2 (dihidrolisis sebagian), dan H3 (dihidrolisis lama sampai sempurna). Hasil:

Uji	H1	H2	H3
Biuret	ungu pekat	merah muda keunguan pucat	biru muda
Ninhidrin (intensitas)	ungu lemah	ungu kuat	ungu sangat kuat
Dipanaskan sampai mendidih	keruh dan menggumpal	tetap jernih	tetap jernih

Tentukan bentuk protein pada tiap sampel dan urutan tingkat hidrolisisnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **H1.** Biuret paling pekat dan menggumpal saat dipanaskan: protein **utuh** (rantai panjang, lipatannya terdenaturasi oleh panas). Ninhidrin lemah karena gugus amino bebas hanya sedikit.
2. **H2.** Biuret melemah (rantai memendek) dan ninhidrin menguat (gugus amino bebas bertambah), tidak menggumpal: **peptida pendek**.
3. **H3.** Biuret negatif (tidak ada deretan ikatan peptida) dan ninhidrin paling kuat: **asam amino bebas**.
4. **Urutan hidrolisis.** Makin lanjut hidrolisis, biuret makin lemah dan ninhidrin makin kuat: H1 < H2 < H3.

Jawaban: H1 protein utuh, H2 peptida pendek, H3 asam amino bebas. Cek akal sehat: makin banyak ikatan peptida yang terputus, makin sedikit deretan ikatan peptida untuk membentuk kompleks dengan tembaga, sehingga biuret menurun sementara ninhidrin naik.

Contoh 3: menjelaskan penggumpalan susu oleh asam

Pada 2027, kelompok siswa SMK menambahkan larutan asam asetat 1 M tetes demi tetes sambil mengaduk 50 mL susu segar yang pH awalnya 6,6. Gumpalan putih mulai tampak ketika pH turun mendekati 5 dan makin banyak sampai pH sekitar 4,6. Gumpalan disaring, dicuci, lalu sebagian dilarutkan dalam NaOH encer dan diuji biuret: warna ungu. Jelaskan peristiwanya dan apakah proteinnya "rusak". *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

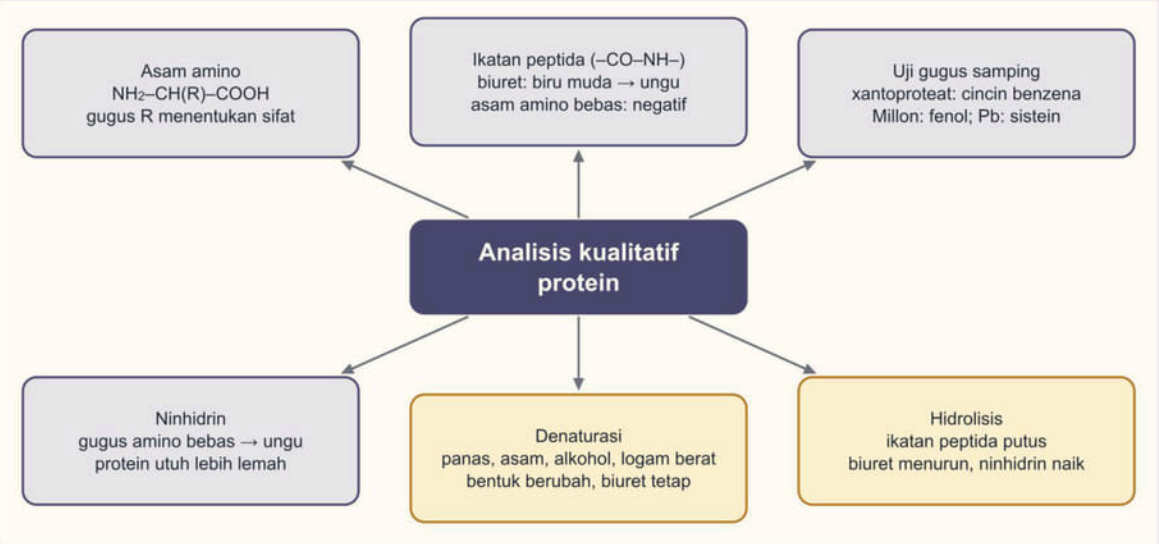
1. **Muatan kasein.** Pada pH 6,6, di atas titik isoelektrik kasein (± 4,6), kasein bermuatan negatif bersih; butirannya saling menolak dan tersebar.
2. **Efek asam.** Asam menambah H^+ yang menetralkan muatan negatif. Ketika pH mendekati 4,6, muatan bersih mendekati nol dan gaya tolak hilang.
3. **Penggumpalan.** Butiran saling menempel dan membentuk gumpalan; inilah dasar pembuatan yoghurt dan keju segar.
4. **Isi gumpalan.** Biuret ungu: ikatan peptida utuh, jadi gumpalan itu tetap protein. Yang berubah adalah kelarutan dan bentuknya, bukan rantai peptidanya.

Jawaban: kasein menggumpal pada titik isoelektriknya sekitar pH 4,6; proteinnya tidak terhidrolisis dan tetap biuret positif. Cek akal sehat: bila ikatan peptidanya putus, biuret akan melemah atau negatif, dan hal itu tidak terjadi; susu yang diasamkan lebih lanjut juga tidak berubah menjadi asam amino.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.16 merangkum konsep analisis kualitatif protein.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.16 Peta konsep analisis kualitatif protein. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Protein** tersusun dari asam amino yang dihubungkan **ikatan peptida (–CO–NH–)**; asam amino bebas tidak memiliki ikatan peptida.
- **Biuret** (ungu) mengenali **ikatan peptida** (dua atau lebih); asam amino bebas biuret negatif.
- **Xantoproteat** (kuning → jingga) mengenali cincin benzena; **Millon** (merah bata) mengenali fenol; **timbal(II) asetat** (hitam) mengenali belerang pada sistein.
- **Ninhidrin** (ungu) mengenali gugus amino bebas; protein pun positif, hanya lebih lemah.
- **Denaturasi** (panas, asam, alkohol, logam berat) mengubah bentuk tanpa memutus ikatan peptida, sehingga **biuret tetap positif**; **hidrolisis** memutus ikatan peptida sehingga biuret menurun sampai negatif.
- **Kasein** menggumpal pada titik isoelektrik sekitar pH 4,6.

Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal uji protein:

1. **Tuliskan apa yang dikenali tiap uji**: ikatan peptida, cincin benzena, belerang, atau gugus amino bebas.
2. **Cocokkan hasil negatif dan positif dengan ciri bahan yang ditanyakan**, termasuk bahan yang miskin asam amino tertentu (misalnya gelatin).
3. **Bedakan denaturasi dari hidrolisis** sebelum menyimpulkan nasib uji biuret.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Xantoproteat positif dianggap bukti ikatan peptida**, padahal yang dikenali cincin benzena.
- **Protein yang menggumpal dianggap "rusak" sehingga biuret negatif**, padahal ikatan peptida utuh.
- **Ninhidrin positif dianggap pasti asam amino bebas**, padahal protein utuh juga positif.
- **Hasil negatif pada xantoproteat atau timbal asetat dianggap "bukan protein"**, padahal protein tertentu memang miskin asam amino itu.
- **Klaim "tinggi protein" dianggap terbukti oleh biuret positif**, padahal uji kualitatif tidak menunjukkan kadar.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa memanaskan susu agak asam sampai menggumpal lalu menulis "biuret gumpalan ini pasti negatif karena proteinnya sudah rusak". Yang tepat: pemanasan hanya membuka lipatan protein (denaturasi); ikatan peptida tetap utuh sehingga biuret tetap ungu.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemisahan antara apa yang dibuktikan uji biuret dan apa yang dibuktikan uji xantoproteat, serta batas uji kualitatif. Pakai bagian 3, 4, dan 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium sebuah produsen minuman (2027) memeriksa klaim "tinggi protein" pada dua produk. Pada uji biuret, susu kedelai berubah menjadi ungu, sedangkan minuman sari buah tetap biru muda. Pada uji xantoproteat, susu kedelai membentuk warna kuning yang menjadi jingga setelah ditambah amonia, sedangkan sari buah tidak berubah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Warna kuning pada uji xantoproteat susu kedelai menunjukkan adanya ikatan peptida dalam sampel.	○	○
Hasil uji biuret tidak mendukung klaim "tinggi protein" pada minuman sari buah.	○	○
Warna ungu pada uji biuret susu kedelai belum menunjukkan berapa kadar proteinnya.	○	○

Pembahasan **Kunci: 1S 2B 3B**

Konsep: Uji biuret (Cu^{2+} dalam basa) memberi warna ungu dengan senyawa berikatan peptida. Uji xantoproteat (HNO_3 pekat lalu basa) memberi kuning–jingga bila ada asam amino bercincin benzena.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: ikatan peptida ditunjukkan oleh uji biuret; xantoproteat menunjukkan asam amino bercincin benzena (misalnya tirosin, triptofan).
• **Pernyataan 2 → Benar.** Warna tetap biru muda berarti tidak terdeteksi ikatan peptida, jadi klaim protein tidak didukung uji ini.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Uji biuret di sini bersifat kualitatif; kadar memerlukan analisis kuantitatif.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Educational Institutions

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu apa yang dikenali tiap uji, lalu cocokkan dengan ciri bahan yang ditanyakan; perhatikan apakah yang berubah adalah bentuk atau ikatan peptidanya.

1. Di gudang sebuah pabrik permen jelly (2027), empat kantong bahan berlabel K, L, M, dan N tertukar. Salah satunya gelatin, protein yang hampir tidak mengandung tirosin, triptofan, sistein, dan metionin. Analis menguji larutan keempat bahan.

Sampel	Biuret	Xantoproteat	Timbal(II) asetat + NaOH, dipanaskan
K	ungu	jingga	endapan hitam
L	ungu	tidak berubah	tidak ada endapan
M	tetap biru	tidak berubah	tidak ada endapan
N	ungu	kuning	endapan hitam sedikit

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bahan yang merupakan gelatin adalah ....

A. Sampel K
B. Sampel L
C. Sampel M
D. Sampel N
E. Tidak dapat ditentukan dari data

2. Di laboratorium sebuah pabrik yoghurt (2027), Lala memanaskan sisa susu contoh kemarin yang sudah agak asam dalam tabung reaksi dan melihat terbentuk gumpalan putih. Ia menyimpulkan bahwa "protein susu sudah rusak, sehingga gumpalan itu tidak akan memberi warna ungu lagi pada uji biuret". Supervisor meminta Lala menguji kesimpulannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Setelah menggumpal, uji biuret pada gumpalan menjadi negatif karena ikatan peptidanya putus.	○	○
Gumpalan yang terbentuk saat dipanaskan menunjukkan protein mengalami denaturasi.	○	○
Penambahan asam pada susu sampai pH sekitar 4,6 juga dapat membuat kasein menggumpal.	○	○

Kunci singkat: 1. B 2. 1S 2B 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa uji biuret tidak memberi warna ungu pada asam amino bebas, tetapi tetap positif pada protein yang sudah menggumpal oleh panas?
- Sebuah protein menunjukkan biuret ungu tetapi xantoproteat negatif dan timbal asetat negatif. Apa yang dapat dikatakan tentang asam amino penyusunnya?
- **Yang harus kuingat:** biuret = ikatan peptida; xantoproteat = cincin benzena; Millon = fenol; timbal asetat = belerang (sistein); ninhidrin = gugus amino bebas; denaturasi mengubah bentuk (biuret tetap), hidrolisis memutus ikatan peptida (biuret menurun).

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.
next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-4.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air

SMKKA-4.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 4, analisis bahan organik) meminta kamu **menjelaskan prinsip dan menerapkan prosedur analisis kadar air**. Levelnya pemahaman sampai penerapan: kamu diminta menghitung kadar air dari data penimbangan, menilai apakah langkah kerja sudah benar, dan memilih metode yang cocok untuk sebuah bahan.

Pola soal yang sering muncul: (1) **data penimbangan metode oven** (massa cawan, massa sebelum dan sesudah pengeringan) yang harus dihitung menjadi kadar air lalu dibandingkan dengan spesifikasi pembeli; (2) **pernyataan Benar/Salah tentang langkah kerja** seperti cawan berbobot tetap, pendinginan di desikator, dan suhu pengeringan; (3) **tabel beberapa batch** yang harus diseleksi menurut batas kadar air. Jebakan khasnya adalah salah memilih pembagi (massa sampel basah atau massa bahan kering) dan salah memilih massa awal (massa cawan ikut terhitung).

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan mengapa kadar air penting dan apa perbedaan air bebas dengan air terikat;
- menjelaskan prinsip metode oven, destilasi, Karl Fischer, dan analisator kelembapan inframerah, serta bahan yang cocok untuk masing-masing;
- menghitung kadar air basis basah dan basis kering, dan mengubah satu menjadi yang lain;
- menyusun prosedur oven yang benar sampai bobot tetap dan menilai kesalahan yang menyebabkan hasil terlalu tinggi atau terlalu rendah.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Gabah yang dijemur kurang kering mudah berjamur di gudang. Biji kakao yang terlalu lembap ditolak pembeli. Mi kering yang menyerap uap air menjadi lembek. Di semua kasus itu, yang menentukan adalah **kadar air** (*moisture content*), yaitu banyaknya air dalam bahan yang dinyatakan sebagai persen. Pabrik, koperasi, dan balai uji menetapkan kadar air karena tiga alasan: kadar air menentukan **ketahanan simpan** (mikroba dan jamur butuh air), menentukan **mutu dan harga** (batas kadar air tertulis di spesifikasi), dan menentukan **bobot yang dibayar** (air ikut ditimbang tetapi bukan zat yang dijual). Gambaran besarnya sederhana: **kadar air = banyaknya air yang hilang ketika bahan dikeringkan atau dipisahkan, dibandingkan dengan massa bahan.** Yang membedakan metode hanya cara memisahkan air dari bahan.

1. Air dalam bahan

Air dalam bahan pangan atau hasil pertanian ada dalam dua keadaan. **Air bebas** berada di

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

rongga-rongga kecil dan di permukaan partikel; ia mudah menguap dan dapat dipakai mikroba. **Air terikat** menempel kuat pada zat bahan, misalnya pada pati dan protein, dan lebih sukar dilepas. Pengeringan yang berhasil melepas air bebas lebih dulu, dan air terikat menyusul bila suhu cukup. Karena itu, hasil metode apa pun bergantung pada kondisi (suhu, waktu): analisis kadar air selalu dikerjakan **menurut prosedur baku (SOP)** agar hasil antar analis dan antar laboratorium dapat dibandingkan.

Rumus dasarnya, yang dipakai secara umum pada pangan, adalah **basis basah**:

kadar air (basis basah) = massa air ÷ massa sampel awal × 100 %

Massa air diperoleh dari **selisih massa sebelum dan sesudah pengeringan** pada metode oven, atau dari **volume air yang tertampung** pada metode destilasi.

2. Metode oven pengering

Metode oven (*oven drying method*) adalah metode yang paling sering dipakai karena murah dan sederhana. **Prinsipnya:** sampel dipanaskan pada suhu sedikit di atas titik didih air (umumnya 105 °C, menurut SOP bahan) sampai massanya tidak berkurang lagi. Hilangnya massa dianggap seluruhnya berasal dari air. Langkah kerjanya bernomor (Gambar 4.17):

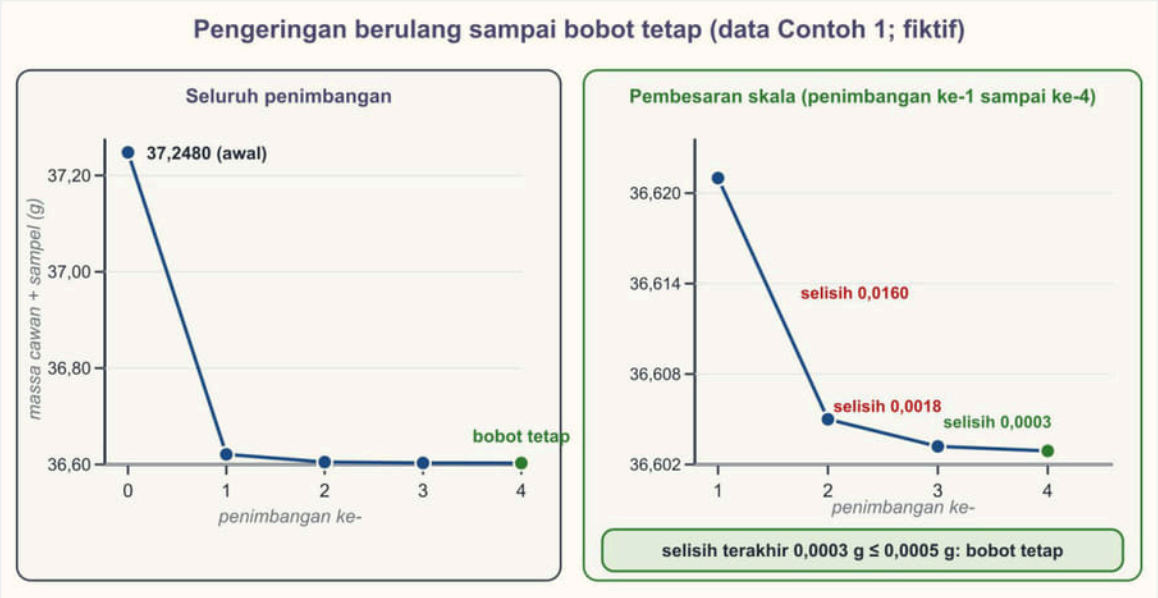
1. **Siapkan cawan.** Cawan (porselen atau aluminium) dipanaskan dalam oven, didinginkan dalam **desikator** (wadah tertutup berisi bahan pengering seperti silika gel), lalu ditimbang. Pemanasan dan penimbangan diulang sampai **bobot tetap**. Tujuannya agar uap air pada cawan sudah hilang, sehingga pengurangan massa kelak berasal dari sampel saja.
2. **Timbang sampel.** Sampel yang telah dihaluskan dan dicampur rata (homogen) ditimbang dalam cawan, dengan jumlah menurut SOP (misalnya beberapa gram) dan disebar tipis agar air mudah keluar.
3. **Keringkan.** Cawan berisi sampel dimasukkan ke oven pada suhu SOP selama waktu tertentu.
4. **Dinginkan di desikator.** Cawan dipindahkan dengan penjepit ke desikator sampai mencapai suhu ruang. Jangan didinginkan di udara terbuka karena bahan kering yang masih panas menyerap uap air dari udara dan massanya bertambah.
5. **Timbang.** Catat massanya (empat desimal pada neraca analitik).
6. **Ulangi sampai bobot tetap.** Cawan dipanaskan lagi (misalnya 30 menit), didinginkan, dan ditimbang. Ulangi sampai selisih dua penimbangan berurutan tidak lebih dari batas SOP (misalnya 0,0005 g). Tanpa tahap ini, air yang tersisa akan terhitung sebagai bahan kering.
7. **Hitung kadar air.**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.17 Alur penetapan kadar air metode oven sampai bobot tetap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gambar 4.18 menunjukkan mengapa pengeringan diulang. Pengurangan massa cepat pada awalnya, lalu makin kecil, dan akhirnya hampir datar. **Bobot tetap** adalah kondisi ketika selisih penimbangan sudah sangat kecil: air bebas sudah habis, dan penimbangan lebih lanjut tidak menambah informasi.



Gambar 4.18 Massa cawan dan sampel pada penimbangan berulang sampai bobot tetap (data Contoh 1; fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

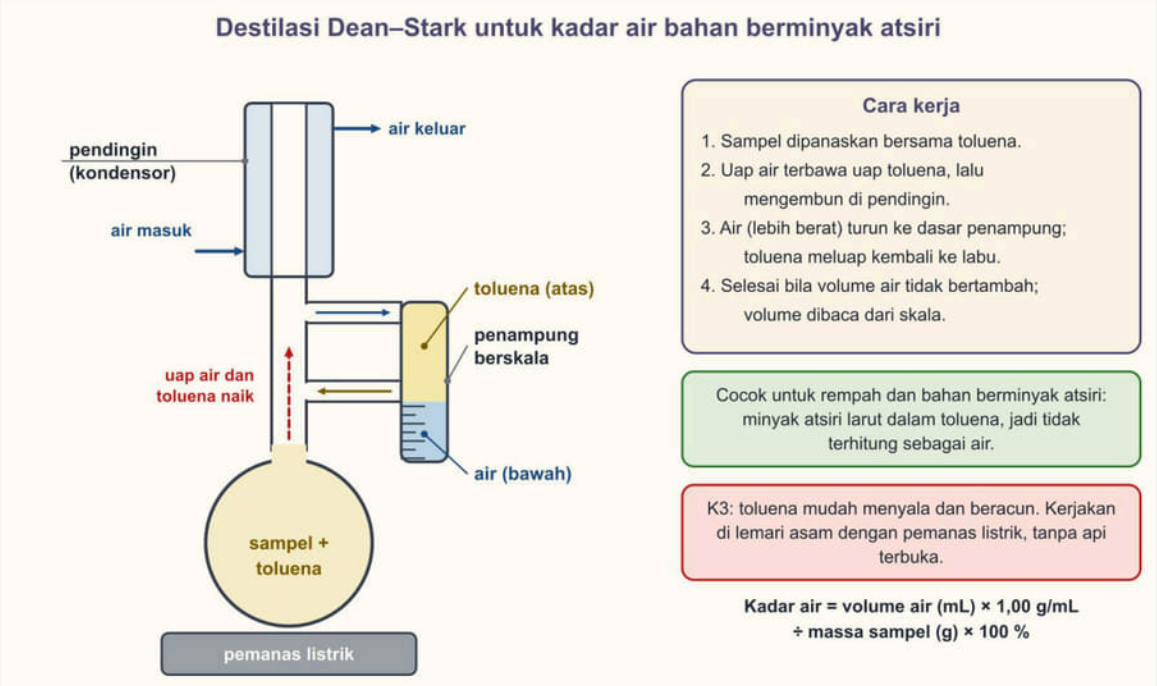
Suhu tidak boleh diubah sembarang. Suhu yang lebih tinggi memang mempercepat pengeringan, tetapi juga membuat bahan gosong, terurai, atau kehilangan zat lain selain air. Massa yang hilang tidak lagi berasal dari air saja, sehingga **kadar air terhitung terlalu tinggi**. Bahan yang berubah warna menjadi gelap dan massanya terus turun pada pengeringan berulang menunjukkan hal itu. Bahan dengan kandungan **minyak atsiri** (rempah seperti cengkih)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kehilangan minyak atsiri bersama air sehingga kadar air terlalu tinggi. Bahan **bergula tinggi** (selai, sirup) mudah menggosong dan memadat di permukaan sehingga air terperangkap; untuk bahan itu dipakai oven vakum pada suhu lebih rendah menurut SOP. Bahan berminyak tak jenuh dapat menyerap oksigen saat dipanaskan dan massanya naik, sehingga kadar air terhitung terlalu rendah.

3. Metode destilasi (Dean–Stark)

Untuk bahan yang kehilangan zat menguap lain bila dipanaskan sendirian, air dipisahkan dengan **destilasi** menggunakan pelarut organik yang **tidak bercampur dengan air**, misalnya toluena. Sampel dipanaskan bersama toluena dalam labu. Uap air terbawa uap toluena naik ke **pendingin** (kondensor), mengembun, dan menetes ke **penampung berskala** (perangkat Dean–Stark). Karena toluena tidak bercampur dengan air dan massa jenisnya lebih kecil, air yang lebih berat **turun ke dasar penampung** dan toluena meluap kembali ke labu (Gambar 4.19). Destilasi dihentikan ketika volume air tidak bertambah lagi. **Volume air dibaca langsung** dari skala penampung, dan karena massa jenis air sekitar 1,00 g/mL, massa air (g) dapat dianggap sama dengan volumenya (mL). Metode ini cocok untuk **rempah dan bahan berminyak atsiri**: minyak atsiri ikut larut dalam toluena dan tidak dihitung sebagai air. Toluena mudah menyala dan beracun, sehingga destilasi dikerjakan di lemari asam dengan pemanas listrik (bukan api terbuka).



Gambar 4.19 Rangkaian destilasi Dean–Stark untuk menetapkan kadar air. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Karl Fischer dan analisator kelembapan inframerah

Titrasi Karl Fischer menetapkan air secara **kimia**, bukan dengan pengeringan. Pereaksinya mengandung iod, belerang dioksida, basa, dan pelarut beralkohol. Iod hanya bereaksi bila ada air, dengan perbandingan satu mol iod untuk satu mol air. Titik akhir dikenali secara elektrometri. Pereaksi diberi **titer**, yaitu massa air (mg) yang setara dengan 1 mL pereaksi, sehingga volume pereaksi dapat diubah menjadi massa air. Metode ini cocok untuk **kadar air sangat kecil**, bahan **peka panas**, dan bahan yang mengandung zat mudah menguap selain air. Karena uap air udara mudah mengganggu, wadah titrasi dibuat tertutup.

Analisator kelembapan inframerah (atau halogen) adalah neraca dengan pemanas di atas piring sampel. Neraca menimbang terus-menerus dan berhenti otomatis ketika massa tidak berubah. Hasilnya langsung dalam beberapa menit sehingga cocok untuk pengendalian mutu di jalur produksi. Karena prinsipnya sama dengan oven (massa yang hilang dianggap air), kelemahannya sama; hasilnya perlu dibandingkan dengan metode oven baku.

5. Basis basah dan basis kering

Kadar air dapat dinyatakan dengan dua cara, dan perbedaannya hanya pada pembagi (Gambar 4.20):

kadar air basis basah = massa air ÷ massa **sampel awal (basah)** × 100 %

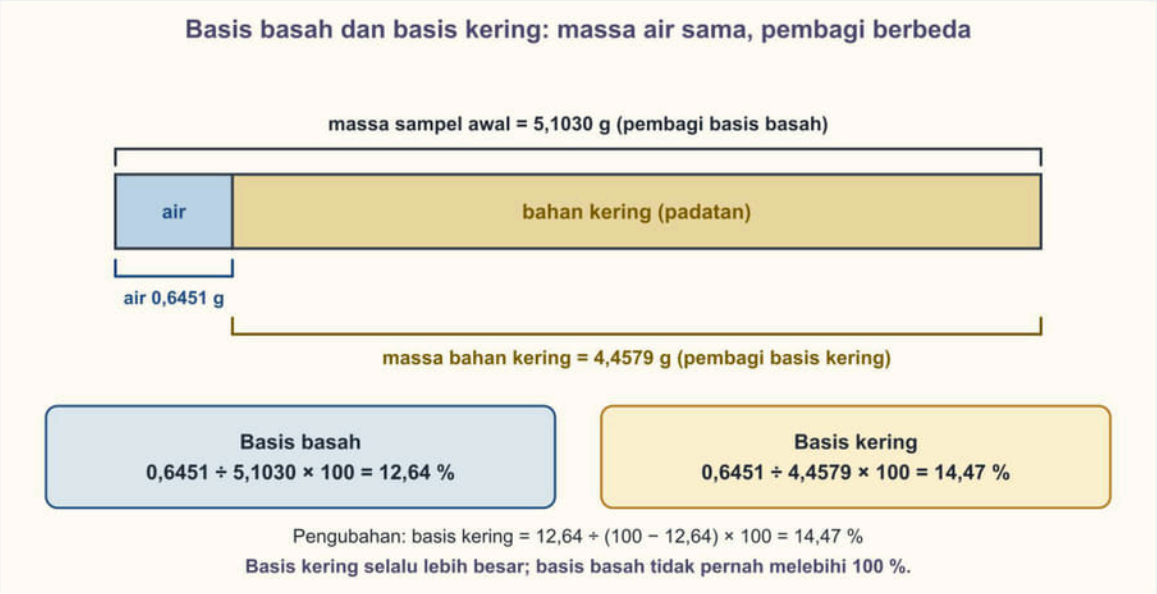
kadar air basis kering = massa air ÷ massa **bahan kering** × 100 %

Massa bahan kering = massa sampel awal − massa air. Kedua cara memakai massa air yang sama, tetapi massa bahan kering selalu lebih kecil daripada massa sampel awal, sehingga **kadar air basis kering selalu lebih besar daripada basis basah**. Basis basah tidak mungkin melebihi 100 %, sedangkan basis kering dapat melebihi 100 % (misalnya bahan yang mengandung air dua kali massa padatannya). Spesifikasi pangan umumnya memakai basis basah, tetapi basis kering dipakai untuk perhitungan pengeringan. Dua basis dapat diubah satu sama lain:

basis kering = basis basah ÷ (100 − basis basah) × 100

basis basah = basis kering ÷ (100 + basis kering) × 100

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 4.20 Massa air yang sama dibagi dengan massa sampel awal (basis basah) atau massa bahan kering (basis kering); angka dari Contoh 1 (fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

6. Pengeringan dan massa bahan kering yang tetap

Dalam pengeringan, yang berkurang hanya air; **massa bahan kering tidak berubah**. Fakta inilah yang dipakai untuk menghitung berapa massa bahan sebelum dan sesudah pengeringan dengan kadar air berbeda. Bila massa awal m_0 berkadar air a % dan massa akhir m berkadar air b % (basis basah), maka massa bahan kering sama:

$m_0 \times (100 - a) = m \times (100 - b)$, sehingga $m = m_0 \times (100 - a) \div (100 - b)$

Air yang diuapkan adalah selisih $m_0 - m$.

7. Memilih metode

Pilihan metode bergantung pada sifat bahan. Tabel berikut merangkum pedoman umum.

Sifat bahan	Metode yang cocok	Alasan
Stabil terhadap panas, tidak mengandung zat mudah menguap lain (tepung, biji-bijian, mi kering)	oven 105 °C	sederhana dan murah
Mengandung minyak atsiri atau zat menguap lain (rempah)	destilasi Dean–Stark	hanya air yang dibaca volumenya
Bergula tinggi atau peka panas	oven vakum, atau Karl Fischer	suhu lebih rendah atau tanpa pemanasan
Kadar air sangat kecil (serbuk obat, pelarut)	Karl Fischer	spesifik untuk air dan sangat teliti
Pemeriksaan cepat di produksi	analisator kelembapan inframerah	hasil dalam menit

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: kadar air basis basah dan basis kering dari data oven

Pada 2026, analis laboratorium sebuah pabrik tepung tapioka fiktif menetapkan kadar air sampel dengan metode oven 105 °C. Cawan kosong (bobot tetap) 32,1450 g. Cawan + sampel awal 37,2480 g. Setelah pengeringan dan pendinginan di desikator, penimbangan berulang memberi: 36,6210 g; 36,6050 g; 36,6032 g; dan 36,6029 g. Batas bobot tetap menurut SOP latihan: selisih dua penimbangan berurutan ≤ 0,0005 g. Hitung kadar air basis basah dan basis kering. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa sampel awal.** 37,2480 − 32,1450 = 5,1030 g.
2. **Periksa bobot tetap.** Selisih berturut-turut: 0,6270; 0,0160; 0,0018; dan 0,0003 g. Selisih terakhir 0,0003 g ≤ 0,0005 g, jadi bobot tetap tercapai pada 36,6029 g.
3. **Massa air.** 37,2480 − 36,6029 = 0,6451 g.
4. **Massa bahan kering.** 36,6029 − 32,1450 = 4,4579 g (atau 5,1030 − 0,6451).
5. **Basis basah.** 0,6451 ÷ 5,1030 × 100 = 12,64 %.
6. **Basis kering.** 0,6451 ÷ 4,4579 × 100 = 14,47 %.

Jawaban: kadar air 12,64 % (basis basah) atau 14,47 % (basis kering). Cek akal sehat: basis kering lebih besar daripada basis basah dan keduanya memakai massa air yang sama. Pengubahan dari basis basah memberi 12,64 ÷ (100 − 12,64) × 100 = 14,47 %, sama dengan hasil langsung. Bila massa cawan ikut terhitung sebagai massa sampel (37,2480 g), kadar air akan tampak hanya 1,73 % dan jelas keliru.

Contoh 2: massa awal agar mencapai kadar air tertentu

Pada 2027, koperasi tani fiktif membeli gabah dengan kadar air 24 % (basis basah) dan perlu mengeringkannya sampai 14 % (basis basah). Berapa massa gabah basah yang harus dikeringkan agar diperoleh 1.000 kg gabah berkadar air 14 %, dan berapa kilogram air yang harus diuapkan? *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa bahan kering yang tetap.** Gabah akhir 1.000 kg berkadar air 14 %, jadi bahan keringnya 1.000 × (100 − 14) ÷ 100 = 860 kg.
2. **Massa gabah awal.** Bahan kering yang sama (860 kg) merupakan 100 − 24 = 76 % dari massa awal: m_0 = 860 ÷ 0,76 = 1.131,6 kg.
3. **Air yang diuapkan.** 1.131,6 − 1.000 = 131,6 kg.

Jawaban: dikeringkan 1.131,6 kg gabah basah; air yang diuapkan 131,6 kg. Cek akal sehat: bahan kering awal 1.131,6 × 0,76 = 860,0 kg sama dengan bahan kering akhir 1.000 × 0,86 = 860 kg. Bila massa awal dihitung dengan rumus keliru 1.000 × 1,24 ÷ 1,14 = 1.087,7 kg, bahan keringnya hanya 826,7 kg dan hasil akhir tidak akan mencapai 1.000 kg.

Contoh 3: memilih metode dan menghitung dari data

Pada 2027, seorang siswa PKL di laboratorium bahan pangan fiktif diminta memilih metode untuk tiga bahan: (a) tepung tapioka, (b) cengkih bubuk, dan (c) serbuk suplemen vitamin peka panas yang kadar airnya sangat kecil. Selain itu ia menghitung hasil untuk bahan (b) dan (c).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Untuk (b): 25,00 g sampel disuling dengan toluena dan volume air tertampung 2,6 mL. Untuk (c): 2,000 g sampel dititrasi Karl Fischer, memerlukan 1,24 mL pereaksi bertiter 4,85 mg H_2O/mL. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **(a) Tapioka:** stabil terhadap panas dan tidak mengandung zat menguap lain → **oven 105 °C** (hitungan seperti Contoh 1).
2. **(b) Cengkih:** mengandung minyak atsiri yang akan menguap bersama air bila dioven → **destilasi Dean–Stark**. Massa air 2,6 mL × 1,00 g/mL = 2,6 g; kadar air = 2,6 ÷ 25,00 × 100 = **10,4 %**.
3. **(c) Suplemen vitamin:** peka panas dan kadar air kecil → **Karl Fischer**. Massa air = 1,24 mL × 4,85 mg/mL = 6,014 mg = 0,006014 g; kadar air = 6,014 mg ÷ 2.000 mg × 100 = **0,30 %**.

Jawaban: (a) oven; (b) destilasi, 10,4 %; (c) Karl Fischer, 0,30 %. Cek akal sehat: bila cengkih dioven, minyak atsiri yang menguap ikut terhitung sebagai air, sehingga kadar air tampak lebih tinggi dari 10,4 %; bila vitamin dioven, zat yang terurai juga terhitung sebagai air. Kadar air 0,30 % wajar karena serbuk kering dalam wadah tertutup.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.21 merangkum prinsip dan prosedur analisis kadar air.



Gambar 4.21 Peta konsep analisis kadar air. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Kadar air basis basah** = massa air ÷ massa sampel awal × 100 %; **basis kering** = massa air ÷ massa bahan kering × 100 % (selalu lebih besar).
- **Metode oven:** cawan berbobot tetap; sampel dikeringkan pada 105 °C; didinginkan **di desikator**; ditimbang berulang sampai selisih ≤ batas SOP (bobot tetap).
- **Suhu terlalu tinggi** menguraikan bahan dan menghilangkan zat lain sehingga kadar air terhitung terlalu tinggi.
- **Destilasi (Dean–Stark)** untuk bahan berminyak atsiri; air dibaca langsung dari volume. **Karl Fischer** untuk kadar air kecil dan bahan peka panas.
- **Massa bahan kering tetap** selama pengeringan: $m = m_0 \times (100 - a) \div (100 - b)$.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal kadar air:

1. **Tentukan massa sampel awal dari selisih penimbangan**, bukan dari massa cawan beserta sampel.
2. **Pilih pembagi sesuai basis yang diminta** (basis basah umumnya), lalu bandingkan dengan batas pada soal.
3. **Cek langkah kerja satu per satu**: cawan berbobot tetap, suhu SOP, desikator, penimbangan sampai bobot tetap.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Massa air dibagi massa bahan kering** padahal soal meminta basis basah (atau sebaliknya).
- **Massa cawan ikut dibagi** sebagai massa sampel.
- **Suhu dinaikkan agar cepat**, padahal bahan terurai dan kadar air terhitung terlalu tinggi.
- **Pendinginan di udara terbuka** menaikkan massa dan membuat kadar air tampak terlalu rendah.
- **Oven dipakai untuk bahan mudah menguap atau bergula tinggi** tanpa menimbang risiko kehilangan zat lain.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menghitung kadar air kopi sangrai dengan massa air 0,60 g dibagi massa bahan kering 5,40 g, memperoleh 11,1 %, lalu menyatakan sampel tidak memenuhi batas 10,5 % (basis basah). Yang tepat: basis basah memakai massa sampel awal 6,00 g, yaitu 0,60 ÷ 6,00 × 100 = 10,0 %, sehingga memenuhi. Angka 11,1 % adalah kadar air basis kering.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji perhitungan kadar air dari data cawan dan keputusan terhadap batas spesifikasi. Pakai bagian 1 dan 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Analis di laboratorium sebuah pabrik mi kering (2026) menetapkan kadar air mi kering dengan metode oven. Cawan kosong berbobot tetap 25,000 g. Cawan berisi sampel sebelum dikeringkan 30,000 g. Setelah dikeringkan pada 105 °C sampai bobot tetap, cawan berisi sampel menjadi 29,600 g. Spesifikasi pembeli: kadar air (basis basah) paling tinggi 8,5%.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air mi kering dan keputusan yang tepat adalah ....

A. 8,0%; memenuhi spesifikasi pembeli
B. 8,7%; tidak memenuhi spesifikasi pembeli
C. 8,0%; tidak memenuhi spesifikasi pembeli
D. 1,35%; memenuhi spesifikasi pembeli
E. 92,0%; tidak memenuhi spesifikasi pembeli

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Kadar air (basis basah) = massa air yang hilang ÷ massa sampel awal × 100%.

Langkah:
1. Massa sampel = 30,000 − 25,000 = 5,000 g.
2. Air hilang = 30,000 − 29,600 = 0,400 g.
3. Kadar air = 0,400 ÷ 5,000 × 100% = 8,0% ≤ 8,5% → memenuhi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 8,0% di bawah batas 8,5%.
• **B.** ✗ Jebakan: air dibagi massa sampel kering (4,600 g), yaitu basis kering, padahal spesifikasi memakai basis basah.
• **C.** ✗ Angkanya benar, tetapi 8,0% tidak melebihi 8,5%.
• **D.** ✗ Air dibagi massa cawan + sampel kering (29,600 g).
• **E.** ✗ Itu kadar bahan kering, bukan kadar air.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tuliskan lebih dulu massa sampel awal dan massa air dari selisih penimbangan, lalu pilih pembagi yang sesuai basis yang diminta.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik kopi bubuk (2026) diminta menetapkan kadar air kopi dengan metode oven 105 °C. Pembimbing memintanya menilai beberapa langkah kerja sebelum mulai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Cawan kosong dipanaskan dan ditimbang sampai bobot tetap sebelum sampel dimasukkan.	○	○
Bila sampel terus berkurang massanya dan warnanya menjadi gelap setelah pengeringan berulang, kadar air yang dihitung dapat terlalu tinggi.	○	○
Pengeringan dilakukan pada 130 °C agar lebih cepat; hasil kadar air tetap sama asalkan bobot tetap tercapai.	○	○

2. Laboratorium sebuah koperasi kakao (2026) menetapkan kadar air biji kakao kering dengan metode oven. Pembeli mensyaratkan kadar air paling tinggi 7,5%.

Batch	Massa sampel (g)	Massa setelah dikeringkan (g)
I	5,000	4,660
II	5,000	4,580
III	4,000	3,710

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Batch yang memenuhi syarat pembeli adalah ....

A. Batch I dan III
B. Batch I saja
C. Batch I dan II
D. Batch II dan III
E. Batch I, II, dan III

Kunci singkat: 1. 1B 2B 3S 2. A

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa cawan kosong perlu dipanaskan dan ditimbang sampai bobot tetap sebelum sampel dimasukkan?
- Mengapa kadar air basis kering selalu lebih besar daripada basis basah untuk massa air yang sama?
- **Yang harus kuingat:** kadar air = massa air ÷ massa sampel awal × 100 % (basis basah); metode oven memerlukan cawan berbobot tetap, desikator, dan penimbangan sampai bobot

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tetap; suhu berlebih atau bahan mudah menguap membuat kadar air terhitung terlalu tinggi; destilasi dan Karl Fischer untuk bahan yang tidak cocok dioven.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-4.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 4

SMKKA-KB4

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 4 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB4

1. Pada 2027, Rafi, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman jahe instan, memeriksa apakah sebuah sirup pemanis mengandung sukrosa. Pereaksi Benedict bersuasana basa. Setelah memanaskan sirup dengan HCl encer, Rafi langsung menambahkan Benedict tanpa langkah lain. Hasilnya:

Perlakuan	Hasil uji Benedict (dipanaskan)
Sirup asli	tetap biru
Sirup + HCl encer, dipanaskan 10 menit	tetap biru

Rafi menyimpulkan "sirup tidak mengandung sukrosa".
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindak lanjut yang paling tepat adalah ....

A. Mengulang hidrolisis, menetralkan sisa asam, lalu mengulang uji Benedict pada larutan itu
B. Memanaskan sirup dengan HCl pekat berlebih sampai berwarna cokelat agar hidrolisis tuntas
C. Menerima kesimpulan itu karena hasil negatif muncul sebelum dan sesudah pemanasan dengan asam
D. Mengganti Benedict dengan larutan iodin karena iodin dapat mengenali sukrosa dalam sirup
E. Memanaskan sirup asli lebih lama tanpa asam sampai sukrosa terurai menjadi glukosa dan fruktosa

2. Pada 2027, Dewi, analis di laboratorium sebuah pabrik cat, menerima botol pelarut tanpa label. Menurut daftar, isinya salah satu dari propanon (CH_3COCH_3), butanon ($CH_3COCH_2CH_3$), atau 3-pentanon ($CH_3CH_2COCH_2CH_3$). Hasil uji: 2,4-DNPH membentuk endapan kuning-jingga; pereaksi Tollens tetap bening setelah dihangatkan; uji iodoform (iod dalam NaOH, dihangatkan) tidak membentuk endapan kuning.

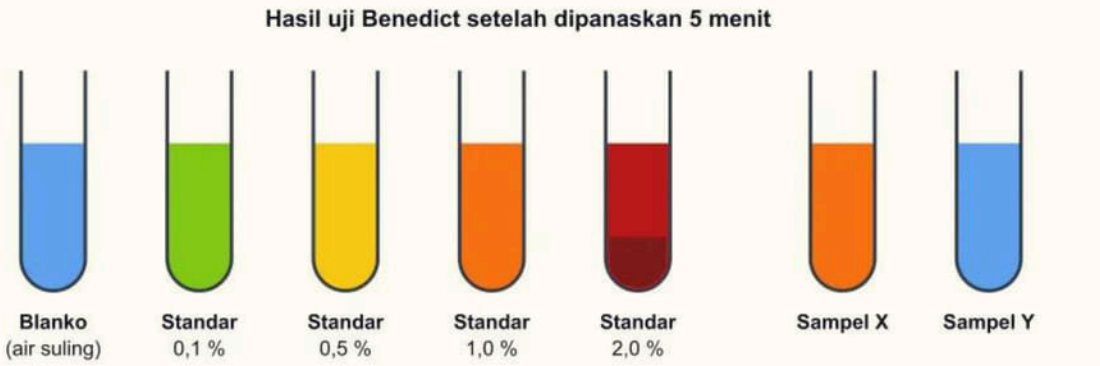
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Endapan dengan 2,4-DNPH menunjukkan bahwa isi botol memiliki gugus karbonil
☐ B. Tollens yang tetap bening menunjukkan bahwa isi botol tidak memiliki gugus karbonil
☐ C. Iodoform negatif menyingkirkan propanon dan butanon karena keduanya bergugus $CH_3–CO–$
☐ D. Isi botol paling sesuai dengan 3-pentanon di antara ketiga kandidat dalam daftar
☐ E. Isi botol adalah aldehida karena karbonil yang dikenali 2,4-DNPH hanya milik aldehida

3. Pada 2027, Kiki, analis di laboratorium sebuah koperasi pembuat minuman, memperkirakan kadar gula pereduksi dua minuman dengan pereaksi Benedict. Ia membuat larutan standar glukosa 0,1 %, 0,5 %, 1,0 %, dan 2,0 %, lalu menguji standar, blanko, dan kedua sampel dengan cara yang sama. Warna hasil naik bertahap dari biru ke merah bata menurut banyaknya gula pereduksi, dan gambar memperlihatkan semua tabung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....



A. X setara glukosa sekitar 0,5 %, dan Y bebas dari semua jenis gula karena tetap biru
B. X setara glukosa sekitar 0,5 %, dan Y tanpa gula pereduksi tetapi mungkin bergula nonpereduksi
C. X setara glukosa sekitar 1,0 %, dan Y bebas dari semua jenis gula karena tetap biru
D. X setara glukosa sekitar 2,0 %, dan Y tanpa gula pereduksi tetapi mungkin bergula nonpereduksi
E. X setara glukosa sekitar 1,0 %, dan Y tanpa gula pereduksi tetapi mungkin bergula nonpereduksi

4. Pada 2027, Tono, siswa kelas XII SMK analis kimia, menguji kelarutan tiga cairan tak berwarna dalam air pada suhu ruang: etanol, heksana (C_6H_{14}), dan asam etanoat. Ia mencampur 2 mL tiap cairan dengan 2 mL air dalam tabung terpisah, mengocok, lalu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mengamati jumlah lapisan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Etanol larut sempurna dalam air sehingga tampak satu lapisan, karena gugus –OH etanol membentuk ikatan hidrogen dengan air.	○	○
Heksana larut sempurna dalam air karena molekulnya kecil dan tidak mengandung atom oksigen.	○	○
Larutan asam etanoat dalam air memerahkan lakmus biru karena asam etanoat melepas H^+ dalam air.	○	○

5. Pada 2027, Sari, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pembersih alat dapur, harus memastikan apakah larutan jernih tanpa label di rak mengandung asam karboksilat atau hanya fenol. Ia menyiapkan kertas lakmus biru, larutan $NaHCO_3$, dan larutan $FeCl_3$ yang berwarna kuning pucat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil uji yang menunjukkan bahwa larutan itu asam karboksilat dan bukan fenol adalah ....

A. Lakmus biru tidak berubah, $NaHCO_3$ tidak bergelembung, dan $FeCl_3$ memberi warna ungu
B. Lakmus biru menjadi merah, $NaHCO_3$ tidak bergelembung, dan $FeCl_3$ memberi warna ungu
C. Lakmus biru menjadi merah, $NaHCO_3$ bergelembung, dan $FeCl_3$ tetap berwarna kuning pucat
D. Lakmus biru tidak berubah, $NaHCO_3$ bergelembung, dan $FeCl_3$ tetap berwarna kuning pucat
E. Lakmus biru menjadi merah, $NaHCO_3$ bergelembung, dan $FeCl_3$ memberi warna ungu

6. Pada 2027, Gita, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik bahan perasa, mengoksidasi 2-butanol (alkohol sekunder) dengan larutan $K_2Cr_2O_7$ yang diasamkan dan dipanaskan lembut sampai warna jingga berubah menjadi hijau. Produk oksidasinya lalu diuji dengan 2,4-DNPH dan pereaksi Tollens.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang paling mungkin adalah ....

A. Produknya keton; 2,4-DNPH membentuk endapan dan Tollens tetap bening
B. Produknya aldehida; 2,4-DNPH membentuk endapan dan Tollens membentuk cermin perak
C. Produknya keton; 2,4-DNPH membentuk endapan dan Tollens membentuk cermin perak
D. Produknya asam karboksilat; 2,4-DNPH membentuk endapan dan Tollens tetap bening
E. Produknya asam karboksilat; 2,4-DNPH tetap bening dan Tollens tetap bening

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Pada 2027, Rani, analis di laboratorium sebuah pabrik minyak goreng, menghitung bilangan iod minyak biji bunga matahari yang kaya trilinolein, yaitu trigliserida dari tiga rantai asam linoleat yang masing-masing memiliki dua ikatan rangkap C=C. Rumus trilinolein $C_{57}H_{98}O_6$ (Mr = 878). Tiap ikatan C=C mengikat satu molekul I_2 (Mr = 254). Bilangan iod adalah massa iod (gram) yang diikat oleh 100 g lemak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bilangan iod trilinolein murni adalah sekitar ....

A. 1,74
B. 58
C. 87
D. 174
E. 1.524

8. Pada 2027, Ratna, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik bumbu dapur, menetapkan kadar air pala bubuk (mengandung minyak atsiri) dengan perangkat Dean–Stark. Sampel dipanaskan bersama toluena di lemari asam dengan pemanas listrik. Toluena tidak bercampur dengan air dan massa jenisnya lebih kecil daripada air.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Air yang mengembun tertampung di dasar penampung berskala karena massa jenisnya lebih besar daripada toluena.	○	○
Destilasi dihentikan ketika volume air di penampung tidak bertambah lagi.	○	○
Minyak atsiri yang ikut menguap terbaca sebagai air pada skala penampung.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Pada 2027, laboratorium sebuah produsen bumbu menetapkan kadar air jahe bubuk kering (mengandung minyak atsiri) dengan dua metode pada sampel yang sama. Metode oven 105 °C memberi 10,6 %, sedangkan titrasi Karl Fischer memberi 9,4 %. Neraca analitik dan penimbangan telah diperiksa dan tidak bermasalah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Oven lebih tepat untuk jahe bubuk karena minyak atsiri tidak menguap pada 105 °C
☐ B. Selisih terjadi karena oven menghitung semua zat menguap, termasuk minyak atsiri, sebagai air
☐ C. Karl Fischer lebih mendekati kadar air sebenarnya karena bereaksi khusus dengan air
☐ D. Destilasi dengan pelarut tak bercampur air diperkirakan memberi hasil lebih dekat ke Karl Fischer
☐ E. Selisih itu membuktikan neraca analitik pada metode oven mengalami kerusakan

10. Pada 2027, beberapa siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik biskuit menetapkan kadar air tepung dengan metode oven 105 °C dan melakukan kekeliruan berbeda-beda. Pembimbing menunjukkan bahwa hasil sebagian kelompok lebih rendah daripada kadar air sebenarnya, dan sebagian lebih tinggi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kekeliruan yang membuat kadar air terhitung terlalu rendah adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Cawan berisi sampel kering didinginkan di udara terbuka dan baru ditimbang setelah 30 menit
☐ B. Sampel ditumpuk tebal di cawan sehingga air di bagian bawah belum sempat keluar saat ditimbang
☐ C. Cawan kosong yang masih lembap dipakai tanpa dipanaskan dan ditimbang sampai bobot tetap
☐ D. Pengeringan dihentikan walaupun dua penimbangan berurutan masih berselisih jauh dari batas SOP
☐ E. Suhu oven dinaikkan jauh di atas 105 °C sampai sebagian sampel tampak gosong dan menghitam

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

11. Pada 2027, gudang sebuah koperasi tani menerima dua lot gabah dan mencampurkannya dalam satu silo. Lot pertama 600 kg berkadar air 12 % (basis basah) dan lot kedua 400 kg berkadar air 20 % (basis basah). Kepala gudang ingin mengetahui kadar air campuran itu sebelum dijual.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air campuran (basis basah) adalah ....

A. 12,0 %
B. 15,2 %
C. 16,0 %
D. 16,8 %
E. 32,0 %

12. Pada 2027, Tari, analis di sebuah perusahaan suplemen, menyiapkan larutan baku tripeptida glisil-alanil-glisin (glisin–alanin–glisin). Mr glisin = 75 dan Mr alanin = 89. Tiap ikatan peptida terbentuk dengan melepas satu molekul air (Mr = 18). Ia perlu membuat 100 mL larutan baku 0,010 M.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa tripeptida yang harus ditimbang adalah ....

A. 0,185 g
B. 0,203 g
C. 0,221 g
D. 0,239 g
E. 2,03 g

13. Pada 2027, ekstrakurikuler forensik sebuah SMK analis kimia mempraktikkan pemunculan sidik jari pada kertas dengan menyemprotkan larutan ninhidrin lalu memanaskan kertas dengan hati-hati. Bekas sidik jari tampak berwarna ungu kebiruan. Keringat mengandung asam amino bebas dalam jumlah kecil. Pembimbing meminta siswa menafsirkan hasil itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Warna ungu membuktikan bahwa bekas sidik jari mengandung protein utuh karena ninhidrin hanya bereaksi dengan protein.	○	○
Warna ungu menunjukkan adanya gugus amino bebas pada senyawa di bekas sidik jari.	○	○
Kertas yang terkena uap amonia atau amina primer juga dapat berwarna ungu, sehingga kertas kontrol bersih diperlukan.	○	○

14. Pada 2027, Lukman, analis di laboratorium sebuah pabrik desinfektan, menemukan dua botol cairan bening tanpa label, X dan Y. Menurut daftar gudang, keduanya berisi dua

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

cairan berbeda dari lima kandidat: etanol, 1-propanol, 2-propanol, 2-metil-2-propanol, dan propanon. Hasil uji pada suhu ruang (dikromat diasamkan, dihangatkan):

Uji	Botol X	Botol Y
Lucas	tidak keruh	keruh setelah ± 5 menit
Iodoform	endapan kuning	endapan kuning
Dikromat asam	jingga menjadi hijau	jingga menjadi hijau

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pasangan isi botol (X, Y) yang sesuai adalah ....

A. X = 1-propanol dan Y = 2-propanol
B. X = 2-propanol dan Y = etanol
C. X = etanol dan Y = propanon
D. X = etanol dan Y = 2-propanol
E. X = 1-propanol dan Y = 2-metil-2-propanol

15. Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik tepung mocaf melaporkan kadar air satu lot tepung sebesar 13,0 % dalam basis kering. Pembeli menetapkan spesifikasi kadar air paling tinggi 12,0 % dalam basis basah. Kepala laboratorium menanyakan apakah lot itu memenuhi spesifikasi, dan Ahmad, analis baru, diminta mengubah angkanya dahulu. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Hasil perhitungan dan keputusan yang tepat adalah ....

A. Tidak memenuhi; kadar air basis basah sekitar 13,0 %
B. Memenuhi; kadar air basis basah sekitar 11,3 %
C. Tidak memenuhi; kadar air basis basah sekitar 14,7 %
D. Memenuhi; kadar air basis basah sekitar 11,5 %
E. Tidak memenuhi; kadar air basis basah sekitar 14,9 %

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

16. Pada 2027, Hana, analis di laboratorium sebuah pabrik margarin, membandingkan ketidakjenuhan dua minyak dengan meneteskan larutan brom (jingga) sampai warna jingga bertahan. Tetes brom dianggap berukuran sama. Minyak M sebanyak 3,0 mL memerlukan 18 tetes; minyak N sebanyak 5,0 mL memerlukan 25 tetes. Keduanya trigliserida dengan massa jenis hampir sama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Minyak M lebih tak jenuh karena memerlukan 6,0 tetes per mL, lebih banyak daripada N
☐ B. Minyak N lebih tak jenuh karena jumlah tetesnya yang memudar lebih banyak daripada M
☐ C. Perbandingan yang adil memakai volume atau massa sampel yang sama atau dinormalkan
☐ D. Minyak N bebas ikatan rangkap karena hanya 5,0 tetes per mL yang memudarkan warna
☐ E. Bila massa jenis hampir sama, perbandingan tetes per mL setara dengan tetes per gram

17. Pada 2027, sebuah pabrik pakan ternak menjemur 1.000 kg jagung pipil basah sampai massanya menjadi 800 kg. Laboratorium menetapkan kadar air jagung kering itu 14 % (basis basah). Bagian pembelian ingin tahu kadar air jagung basah sebelum dijemur (basis basah) untuk menilai harga.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air jagung basah itu adalah sekitar ....

A. 20,0 %
B. 25,0 %
C. 31,2 %
D. 34,0 %
E. 45,3 %

18. Pada 2027, Joko, analis di laboratorium sebuah pabrik minyak goreng, menetapkan kadar air minyak dengan titrasi Karl Fischer. Titer pereaksi ditentukan dengan menitrasi 40,0 mg air murni yang memerlukan 8,00 mL pereaksi. Selanjutnya 2,000 g sampel minyak dititrasi dan memerlukan 1,50 mL pereaksi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar air sampel minyak adalah ....

A. 0,015 %
B. 0,375 %
C. 2,375 %
D. 3,75 %
E. 7,50 %

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Pada 2027, Doni, analis di balai uji sebuah koperasi pembuat lilin dan sabun, menerima tiga botol cairan berminyak tanpa label. Menurut daftar, isinya adalah minyak sawit, minyak kayu putih (minyak atsiri yang mudah menguap), dan parafin cair (minyak mineral), masing-masing satu botol. Penyabunan dikerjakan dengan KOH beralkohol, dan pembanding minyak murni berhasil jernih. Hasil uji:

Uji	Botol 1	Botol 2	Botol 3
Noda pada kertas setelah 1 jam	transparan, tetap	hilang, kertas berbau menyengat	transparan, tetap
Penyabunan lalu diencerkan	jernih dan berbusa	keruh, ada tetesan minyak	keruh, ada tetesan minyak
Akrolein ($KHSO_4$)	bau tajam	tidak berbau tajam	tidak berbau tajam

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Isi botol 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah ....

A. minyak sawit, minyak kayu putih, parafin cair
B. minyak sawit, parafin cair, minyak kayu putih
C. parafin cair, minyak kayu putih, minyak sawit
D. minyak kayu putih, minyak sawit, parafin cair
E. parafin cair, minyak sawit, minyak kayu putih

20. Pada 2027, Wawan, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minyak goreng, menyiapkan tabung berisi 2 mL minyak sawit dan 2 mL air suling yang sudah dikocok dan didiamkan sampai terbentuk dua lapisan. Ke dalam tabung ditambahkan beberapa tetes larutan Sudan III, pewarna merah-oranye yang larut dalam lemak dan nyaris tidak larut dalam air, lalu dikocok ringan dan didiamkan lagi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengamatan yang paling mungkin adalah ....

A. Lapisan atas dan lapisan bawah sama-sama berwarna merah-oranye merata
B. Lapisan air di atas berwarna merah-oranye dan lapisan minyak di bawah tidak berwarna
C. Kedua lapisan bercampur menjadi satu fase merah-oranye yang jernih tanpa batas lapisan
D. Kedua lapisan tetap tidak berwarna karena minyak sawit tidak mengikat pewarna tersebut
E. Lapisan minyak di atas berwarna merah-oranye dan lapisan air di bawah tidak berwarna

21. Pada 2027, Eko, siswa SMK analis kimia, menguji larutan putih telur (albumin) yang jernih dalam dua perlakuan terpisah. Pada perlakuan 1, etanol 70 % ditambahkan sampai larutan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

keruh dan menggumpal. Pada perlakuan 2, larutan amonium sulfat jenuh ditambahkan sampai muncul endapan putih. Tiap endapan dipisahkan lalu ditambah air suling berlebih: endapan perlakuan 2 melarut kembali, sedangkan endapan perlakuan 1 tidak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Etanol 70 % memutus ikatan peptida albumin, sehingga endapannya tidak larut kembali
☐ B. Etanol 70 % mendenaturasi albumin sehingga lipatan terbuka dan endapan tidak larut kembali
☐ C. Endapan amonium sulfat larut kembali karena penggaraman tidak merusak struktur albumin
☐ D. Endapan amonium sulfat tidak mengandung protein karena endapan itu melarut kembali
☐ E. Endapan perlakuan 1, bila dilarutkan dalam NaOH encer, tetap memberi uji biuret ungu

22. Pada 2027, Salsa, analis di laboratorium kontrol mutu sebuah produsen tahu, menguji ekstrak tahu dengan pereaksi biuret. Seperti biasa ia menyiapkan dua kontrol: blanko berisi air suling dan kontrol positif berisi larutan putih telur yang diencerkan. Setelah semua pereaksi ditambahkan, sampel tetap biru muda, blanko biru muda, dan kontrol positif juga tetap biru muda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Sampel tidak mengandung protein karena sampel dan blanko sama-sama berwarna biru muda
B. Sampel hanya mengandung asam amino bebas karena warna ungu tidak muncul pada tabung
C. Uji belum dapat ditafsirkan karena kontrol positif gagal, sehingga pereaksi perlu diperiksa
D. Sampel mengandung protein terdenaturasi karena warna ungu tidak muncul pada kontrol
E. Blanko seharusnya ungu, sehingga warna biru muda pada blanko menunjukkan pereaksi bagus

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Pada 2027, Bima, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik susu kedelai, menguji biuret pada 2 mL susu kedelai. Setelah menambahkan 2 mL NaOH, ia menuangkan 2 mL larutan $CuSO_4$ pekat sekaligus, bukan menetesinya. Terbentuk endapan biru pekat dan tidak tampak warna ungu. Kontrol positif yang dikerjakan benar (beberapa tetes $CuSO_4$ encer) berwarna ungu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan dan tindak lanjut yang paling tepat adalah ....

A. Susu kedelai tidak mengandung protein, sehingga hasilnya dicatat negatif dan uji dihentikan
B. Protein telah terhidrolisis oleh NaOH, sehingga uji perlu diganti dengan uji ninhidrin
C. Endapan biru menunjukkan logam berat yang mendenaturasi protein sehingga tidak dapat diuji
D. Warna ungu baru muncul setelah didiamkan semalam, sehingga uji cukup ditunggu lebih lama
E. Kelebihan Cu^{2+} membentuk $Cu(OH)_2$ biru yang menutupi warna ungu; uji diulang dengan beberapa tetes saja

24. Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik minyak goreng memeriksa dua cairan berminyak: minyak goreng dan parafin cair (minyak mineral). Masing-masing dipanaskan bersama $KHSO_4$ di lemari asam. Hanya minyak goreng yang menghasilkan bau tajam menusuk sampai membuat mata perih. Ayu, siswa PKL di pabrik itu, juga pernah mencium bau serupa ketika minyak goreng di wajan dipanaskan jauh melewati suhu normal sampai berasap.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Uji ini hanya positif bila minyak goreng itu sudah tengik atau dipakai berulang kali
☐ B. Bau tajam berasal dari akrolein yang terbentuk dari gliserol dalam trigliserida
☐ C. Bau tajam menunjukkan adanya ikatan rangkap C=C pada asam lemak minyak goreng
☐ D. Parafin cair tidak berbau tajam karena molekulnya tidak mengandung gliserol
☐ E. Parafin cair akan berbau tajam juga bila dipanaskan lebih lama bersama $KHSO_4$

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

25. Pada 2027, siswa SMK pada praktik di sebuah koperasi susu menambahkan asam secara bertahap ke empat bagian susu segar sapi sampai pH berbeda. Titik isoelektrik kasein, protein utama susu, sekitar pH 4,6. Hasil pengamatan:

pH akhir	Pengamatan
6,6	cairan putih merata, tidak ada gumpalan
5,5	sedikit gumpalan halus
4,6	gumpalan paling banyak, cairan di atasnya hampir bening
3,0	gumpalan sebagian melarut kembali, cairan keruh

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Gumpalan terbanyak pada pH 4,6 terjadi karena muatan bersih kasein mendekati nol

☐ B. Pada pH 6,6 kasein tidak menggumpal karena muatan bersih kasein adalah nol

☐ C. Melarutnya sebagian gumpalan pada pH 3,0 menunjukkan ikatan peptida kasein putus

☐ D. Pada pH 3,0 muatan bersih kasein positif sehingga butiran saling menolak kembali

☐ E. Gumpalan pada pH 4,6, bila dilarutkan dalam NaOH encer, tetap memberi biuret ungu

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 14	___ / 7	Ulangi hlm. 215
Sub bab 4.2 · Analisis kualitatif lemak	7, 16, 19, 20, 24	___ / 5	Ulangi hlm. 227
Sub bab 4.3 · Analisis kualitatif protein	12, 13, 21, 22, 23, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air	8, 9, 10, 11, 15, 17, 18	___ / 7	Ulangi hlm. 254

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 5 · Analisis Bahan Anorganik

SMKKA-B5

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- mengidentifikasi unsur alkali dan alkali tanah dengan uji nyala dan reaksi pengendapan
- mengidentifikasi unsur transisi berdasarkan warna dan reaksi khasnya
- menentukan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air dan mengolah datanya

Peta bab

Sub bab	Judul
5.1	Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah
5.2	Analisis kualitatif unsur transisi
5.3	Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air

Bab 5 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah

SMKKA-5.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 5, analisis bahan anorganik) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah**. Levelnya pemahaman sampai penalaran: kamu diminta mengenali ion dari hasil uji, memilih uji yang tepat, lalu menarik kesimpulan dari data pengamatan yang kadang tidak lengkap.

Pola soal yang sering muncul: (1) **membaca hasil uji nyala** dan memahami fungsi kaca kobalt; (2) **memilih rencana uji** yang paling hemat untuk membedakan beberapa larutan tak berlabel, sering dalam bentuk soal Benar/Salah atau pilihan ganda; (3) **menafsirkan hasil pengendapan** dengan pereaksi tertentu, termasuk menalar bahwa hasil negatif juga memberi informasi; (4) **menghubungkan kandungan Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan kesadahan dan kerak**. Jebakan terbesarnya bukan hafalan, melainkan salah menalar: menganggap semua endapan putih sebagai ion yang sama atau menganggap kaca kobalt mengubah warna.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan warna nyala Na^+, K^+, Ca^{2+}, Sr^{2+}, dan Ba^{2+}, serta menjelaskan peran kaca kobalt;
- menjelaskan kelarutan garam karbonat, sulfat, oksalat, kromat, dan hidroksida dari kation golongan ini;
- menyusun urutan pereaksi untuk membedakan atau memisahkan Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, dan Mg^{2+};
- menjelaskan kesadahan sementara dan tetap serta menghitung kesadahan dalam mg/L $CaCO_3$.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Laboratorium mutu sering harus menjawab pertanyaan sederhana: *zat apa yang ada di dalam sampel ini?* Jawabannya belum berupa angka, hanya "ada" atau "tidak ada". Pekerjaan ini disebut **analisis kualitatif**, yaitu analisis untuk mengenali jenis zat. Analisis kuantitatif (titrasi, gravimetri, dan lain-lain) baru menyusul untuk mengetahui *berapa* banyaknya. Dalam analisis kualitatif anorganik, zat dikenali dari **ciri yang dapat diamati**: warna nyala, warna larutan, ada atau tidaknya endapan, warna endapan, dan apakah endapan itu larut kembali. Zat atau larutan yang dipakai untuk memunculkan ciri itu disebut **pereaksi pengenal** (*test reagent*).

Sub bab ini membahas dua kelompok unsur yang sangat sering ditemui: **alkali** (golongan IA: Li, Na, K) dan **alkali tanah** (golongan IIA: Mg, Ca, Sr, Ba). Natrium ada dalam garam dapur dan sabun, kalium ada dalam pupuk, kalsium dalam kapur dan kerak ketel, magnesium

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dalam air sadah, sedangkan stronsium dan barium memberi warna pada kembang api. Laboratorium pangan, air, dan pupuk memeriksa ion-ion ini hampir setiap hari.

1. Ion alkali dan alkali tanah dalam larutan

Atom golongan IA mudah melepas satu elektron sehingga menjadi ion bermuatan +1: Na^+ dan K^+. Atom golongan IIA mudah melepas dua elektron dan menjadi ion bermuatan +2: Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}, dan Ba^{2+}. Dalam air, ion-ion ini dikelilingi molekul air dan **tidak berwarna**. Larutan NaCl, KCl, $CaCl_2$, dan $BaCl_2$ semuanya jernih dan bening. Karena itu kita tidak dapat mengenali kation golongan ini dari warna larutannya, dan harus memakai dua cara lain: **uji nyala** dan **uji pengendapan**.

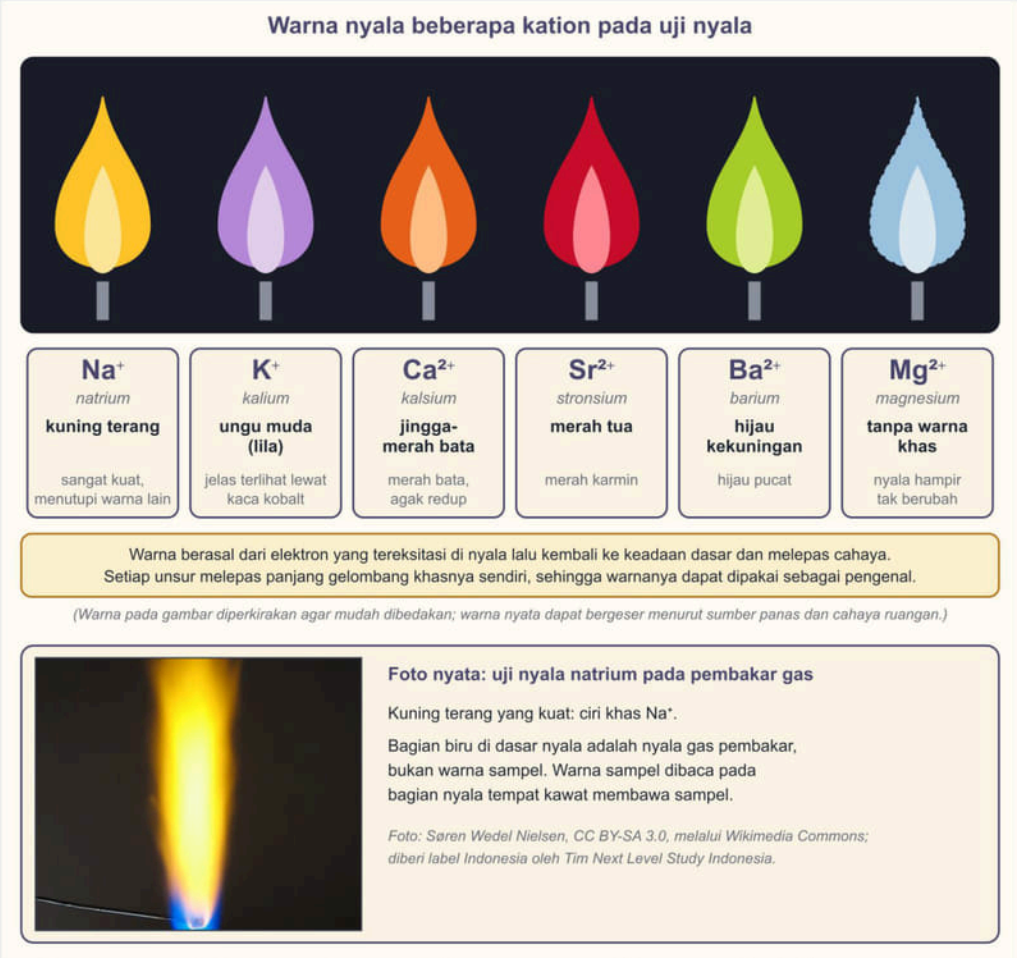
Ada satu kebiasaan yang perlu ditanamkan sejak awal. Natrium ada di mana-mana: di keringat tangan, debu, kaca, dan air keran. Karena itu sedikit warna kuning pada uji nyala adalah hal biasa dan tidak berarti sampel mengandung natrium. Yang dipakai sebagai bukti adalah warna kuning yang **kuat dan bertahan beberapa detik**.

2. Uji nyala

Ketika garam logam dimasukkan ke dalam nyala, panas membuat sebagian elektron terluar atom logam naik ke tingkat energi yang lebih tinggi (*tereksitasi*). Keadaan itu tidak bertahan lama. Elektron turun kembali ke tingkat semula dan melepaskan selisih energinya sebagai **cahaya**. Selisih energi tiap unsur berbeda, sehingga warna cahayanya juga khas. Itulah sebabnya Na, K, Ca, Sr, dan Ba dapat dikenali dari warna nyalanya (Gambar 5.1).

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

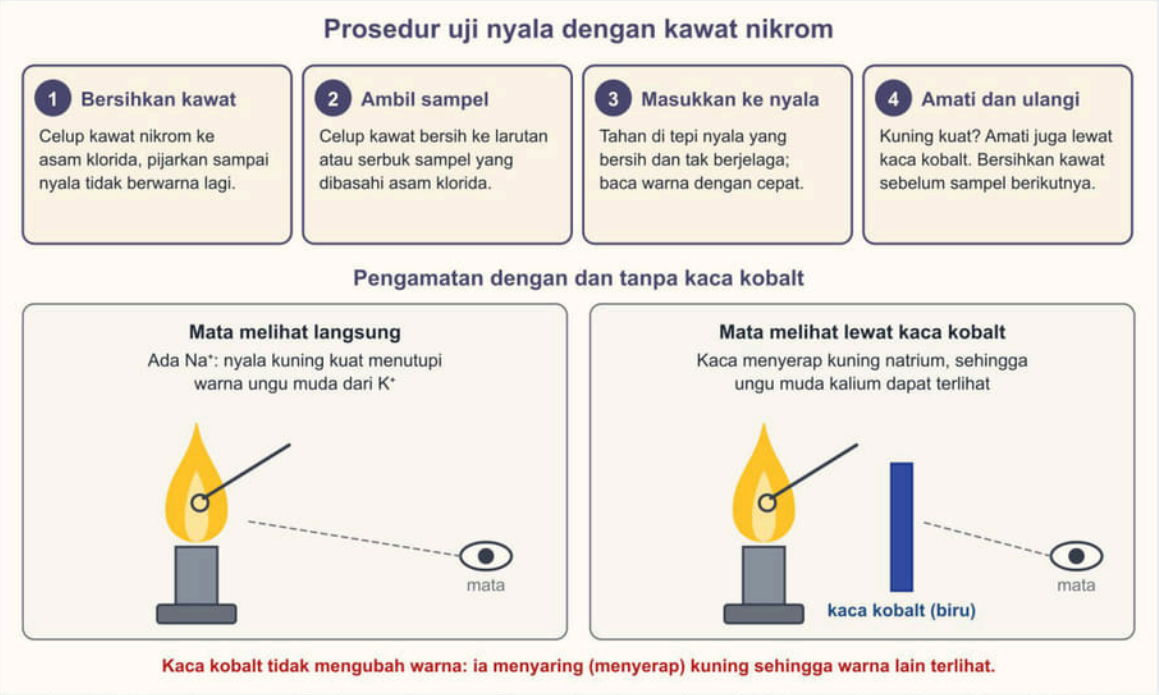


Gambar 5.1 Warna nyala beberapa kation: Na^+ kuning terang, K^+ ungu muda, Ca^{2+} jingga-merah bata, Sr^{2+} merah tua, Ba^{2+} hijau kekuningan, dan Mg^{2+} tanpa warna khas; foto di bawah memperlihatkan nyala natrium. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia; foto nyala natrium oleh Søren Wedel Nielsen, CC BY-SA 3.0, melalui Wikimedia Commons.

Warna yang perlu kamu ingat: **Na^+ kuning terang**, **K^+ ungu muda (lila)**, **Ca^{2+} jingga-merah bata**, **Sr^{2+} merah tua**, dan **Ba^{2+} hijau kekuningan**. Litium (Li^+) memberi merah karmin, mirip stronsium. **Magnesium tidak memberi warna nyala yang khas**, sehingga hasil negatif pada uji nyala bukan bukti bahwa Mg^{2+} tidak ada; ia harus dikenali lewat pengendapan.

Prosedurnya sederhana tetapi harus teliti (Gambar 5.2). Kawat **nikrom** (paduan nikel-krom yang tahan panas) dicelup ke asam klorida lalu dipijarkan sampai nyala tidak berwarna lagi. Langkah ini membuang sisa garam dari pemakaian sebelumnya. Kawat bersih dicelup ke sampel yang telah dibasahi sedikit asam klorida. Garam klorida lebih mudah menguap dalam nyala daripada garam lain, sehingga warnanya lebih jelas. Kawat ditahan di tepi nyala yang bersih (tidak berjelaga), warnanya dibaca cepat, lalu kawat dibersihkan lagi sebelum sampel berikutnya. Asam klorida yang dipakai dipegang dan disimpan dengan hati-hati sesuai SOP.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.2 Prosedur uji nyala dengan kawat nikrom dan fungsi kaca kobalt. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kaca kobalt adalah kaca berwarna biru tua. Kaca itu **menyerap cahaya kuning** dan hanya meneruskan cahaya lain. Bila sampel mengandung Na^+ dan K^+ sekaligus, nyala kuning natrium begitu terang sampai menutupi warna ungu kalium. Bila nyala diamati melalui kaca kobalt, kuning natrium diserap, sehingga warna ungu muda kalium dapat terlihat. Perhatikan kata kuncinya: kaca kobalt **menyaring**, bukan **mengubah** warna. Warna ungu itu sudah ada sejak awal, hanya tertutup oleh kuning.

Uji nyala cepat dan murah, tetapi punya batas. Ia kurang peka untuk jumlah sangat kecil, dan pada campuran, warna yang kuat menutupi warna yang lemah. Karena itu hasil uji nyala biasanya **dipastikan** dengan uji pengendapan.

3. Kelarutan garam dan pengendapan

Endapan terbentuk ketika ion positif dan ion negatif dalam larutan bertemu dalam jumlah yang melampaui kemampuan air untuk menahannya. Pada tingkat partikel, ion-ion itu saling menempel dan menyusun kisi kristal padat yang jatuh ke dasar. Di kelas XI kamu mengenalnya sebagai keadaan ketika hasil kali konsentrasi ion melebihi nilai hasil kali kelarutan (Ksp). Garam yang larut tidak membentuk endapan karena ion-ionnya tetap tersebar di dalam air.

Untuk kation golongan ini, polanya dirangkum pada Gambar 5.3. Baca tabel **per kolom**, yaitu per pereaksi, karena di situlah perbedaan antarion terlihat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kelarutan garam kation alkali dan alkali tanah (larutan encer, suhu ruang)

Kation	Hidroksida ($NaOH$)	Karbonat (CO_3^{2-})	Sulfat (SO_4^{2-})	Oksalat ($C_2O_4^{2-}$)	Kromat (CrO_4^{2-})
Na^+ dan K^+	larut	larut	larut	larut	larut
Mg^{2+}	**endapan putih**	**putih* (lihat catatan)**	larut	larut	larut
Ca^{2+}	sedikit larut (keruh bila pekat)	**endapan putih**	sedikit larut (endap bila pekat)	**endapan putih (uji khas Ca)**	larut
Sr^{2+}	larut	**endapan putih**	**endapan putih (perlahan)**	**endapan putih**	**endapan kuning (larut di asetat)**
Ba^{2+}	larut	**endapan putih**	**endapan putih (paling sukar larut)**	**endapan putih**	**endapan kuning (tak larut di asetat)**

endapan (warna dalam teks) larut: tidak terbentuk endapan sedikit larut: tergantung kepekatan

** Mg^{2+} tidak mengendap dengan karbonat bila larutan banyak mengandung garam amonium (NH_4^+), sebab NH_4^+ menekan pengendapan. Garam Na^+ dan K^+ hampir seluruhnya larut sehingga tidak dikenali lewat endapan, melainkan lewat uji nyala.*

Gambar 5.3 Kelarutan garam kation alkali dan alkali tanah dengan hidroksida, karbonat, sulfat, oksalat, dan kromat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Beberapa pola penting dari tabel itu:

- **Garam Na^+ dan K^+ hampir semuanya larut.** Tidak ada endapan, sehingga keduanya dikenali dari uji nyala.
- **Hidroksida:** dari $Mg(OH)_2$ ke $Ba(OH)_2$ kelarutan makin besar. $Mg(OH)_2$ mengendap putih, $Ca(OH)_2$ sedikit larut, sedangkan $Ba(OH)_2$ larut. Karena itu NaOH dalam larutan encer hanya mengendapkan Mg^{2+} dengan jelas.
- **Karbonat:** Ca^{2+}, Sr^{2+}, dan Ba^{2+} semuanya membentuk endapan putih. Karbonat dipakai untuk mengelompokkan ketiganya, bukan untuk membedakan. Endapan karbonat larut dengan gelembung gas CO_2 bila ditambah asam.
- **Sulfat:** kelarutan menurun dari Mg ke Ba. $MgSO_4$ larut, $CaSO_4$ sedikit larut, $SrSO_4$ mengendap perlahan, dan **$BaSO_4$ paling sukar larut**. Endapan $BaSO_4$ tidak larut dalam asam, sehingga cocok dipakai sebagai uji penegas barium.
- **Oksalat:** CaC_2O_4 mengendap putih dan menjadi **uji khas Ca^{2+} setelah Sr^{2+} dan Ba^{2+} disingkirkan** (SrC_2O_4 dan BaC_2O_4 juga sukar larut). Endapan ini tidak larut dalam asam asetat tetapi larut dalam asam kuat. Magnesium oksalat jauh lebih larut sehingga tidak mengganggu.
- **Kromat:** $BaCrO_4$ kuning dan tidak larut dalam asam asetat; $SrCrO_4$ kuning tetapi larut dalam asam asetat; $CaCrO_4$ larut. Dengan penyangga asam asetat, kromat hanya mengendapkan Ba^{2+}.
- **Fosfat dalam suasana amonia:** Mg^{2+} membentuk endapan putih berkristal **$MgNH_4PO_4$** (magnesium amonium fosfat). Inilah uji khas Mg^{2+}:

$$Mg^{2+} + HPO_4^{2-} + NH_3 \rightarrow MgNH_4PO_4\downarrow$$

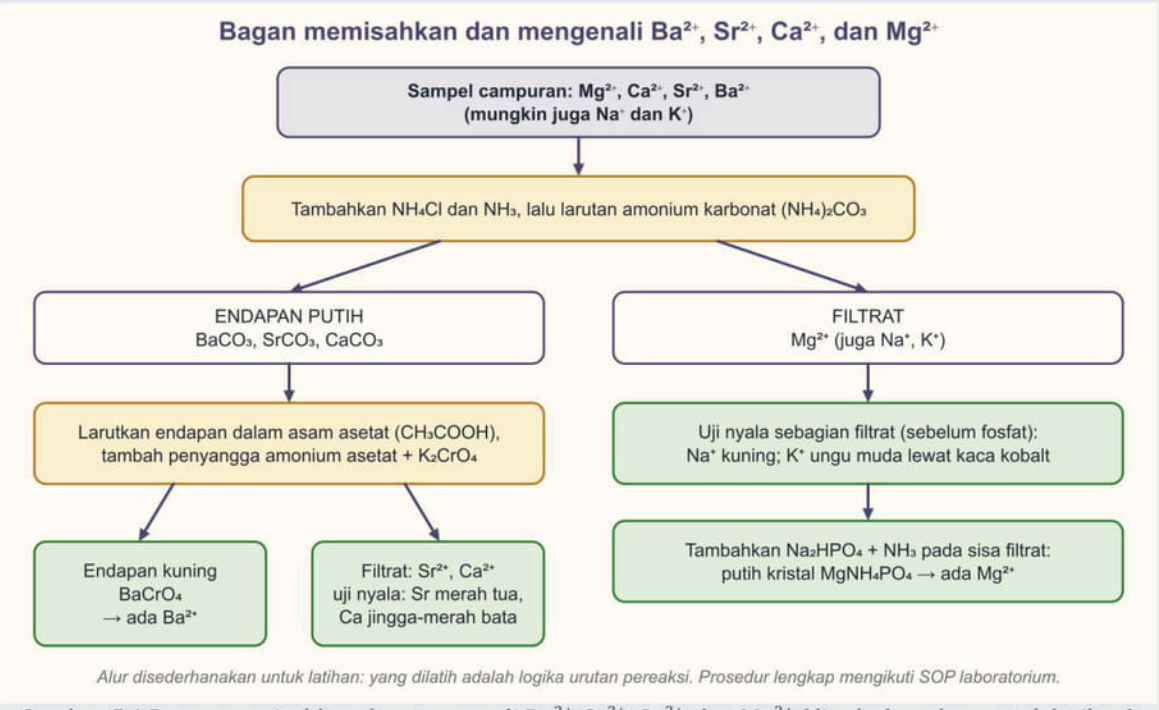
Ada satu hal yang sering membingungkan. Mg^{2+} tidak mengendap dengan karbonat bila larutan sudah mengandung banyak garam amonium, misalnya NH_4Cl. Ion NH_4^+ menekan konsentrasi ion hidroksida dan karbonat sehingga kelarutan Mg tidak terlampaui. Teknik ini dipakai agar Mg^{2+} tetap di filtrat saat Ca^{2+}, Sr^{2+}, dan Ba^{2+} diendapkan.

4. Urutan pereaksi untuk memisahkan dan mengenali

Bila sampel hanya berisi satu ion yang diketahui kemungkinannya, satu-dua uji sudah cukup. Bila sampelnya campuran, ion harus **dipisahkan** lebih dahulu karena beberapa ion membentuk endapan putih yang sama. Aturannya: gunakan pereaksi yang **paling selektif** (hanya mengendapkan satu ion) pada tahap awal, saring endapan, lalu lanjutkan dengan filtratnya.

Gambar 5.4 menunjukkan bagan yang disederhanakan. Karbonat dengan NH_4Cl dan NH_3 mengendapkan Ca, Sr, dan Ba sebagai karbonat dan meninggalkan Mg^{2+}, Na^+, dan K^+ di filtrat. Endapan karbonat dilarutkan dalam asam asetat; penambahan kromat dalam suasana asetat mengendapkan **hanya Ba^{2+}**, sebagai $BaCrO_4$ kuning. Dalam filtrat yang tersisa, Sr^{2+} dan Ca^{2+} dibedakan lewat uji nyala. Filtrat dari pengendapan karbonat, yang berisi Mg^{2+}, dipakai untuk uji Mg dengan fosfat; uji nyala Na dan K dilakukan pada sebagian lain sebelum fosfat ditambahkan, karena garam natrium fosfat sendiri memberi nyala kuning.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.4 Bagan memisahkan dan mengenali Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, dan Mg^{2+} (disederhanakan untuk latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dua kebiasaan kerja membuat uji pengendapan dapat dipercaya. Pertama, **hasil positif perlu ditegaskan**: endapan putih dari karbonat belum tentu hanya karbonat dari satu logam, sehingga dilakukan uji lanjutan. Kedua, **uji blanko pereaksi**: pereaksi ditambahkan ke air suling, dan larutan harus tetap jernih. Bila air suling saja keruh, pereaksi atau airnya tercemar dan hasil uji sampel tidak boleh dipercaya.

5. Kesadahan air

Kation alkali tanah yang paling sering dijumpai dalam air bersih adalah Ca^{2+} dan Mg^{2+}. Keduanya berasal dari batuan kapur yang dilewati air tanah. Air yang mengandung banyak Ca^{2+} dan Mg^{2+} disebut **air sadah** (*hard water*), dan jumlah kedua ion itu dinyatakan sebagai **kesadahan**. Satuan yang lazim adalah mg/L **sebagai $CaCO_3$**, yaitu semua Ca^{2+} dan Mg^{2+} dihitung seakan-akan semuanya berupa $CaCO_3$ (Mr = 40 + 12 + 3 × 16 = 100). Dengan cara ini kesadahan dari dua ion berbeda dapat dijumlahkan:

Kesadahan (mg/L $CaCO_3$) = kadar Ca^{2+} (mg/L) × 100/40 + kadar Mg^{2+} (mg/L) × 100/24

Faktor 100/40 dan 100/24 muncul karena 1 mol Ca^{2+} (40 g) setara 1 mol $CaCO_3$ (100 g), dan 1 mol Mg^{2+} (24 g) juga setara 1 mol $CaCO_3$. Batas kelas air lunak, sedang, atau sadah mengikuti SOP atau peraturan yang berlaku.

Kesadahan dibagi dua jenis (Gambar 5.5). **Kesadahan sementara** disebabkan oleh $Ca(HCO_3)_2$ dan $Mg(HCO_3)_2$. Garam ini hilang bila air dipanaskan, karena kalsium bikarbonat terurai menjadi kerak $CaCO_3$ yang mengendap:

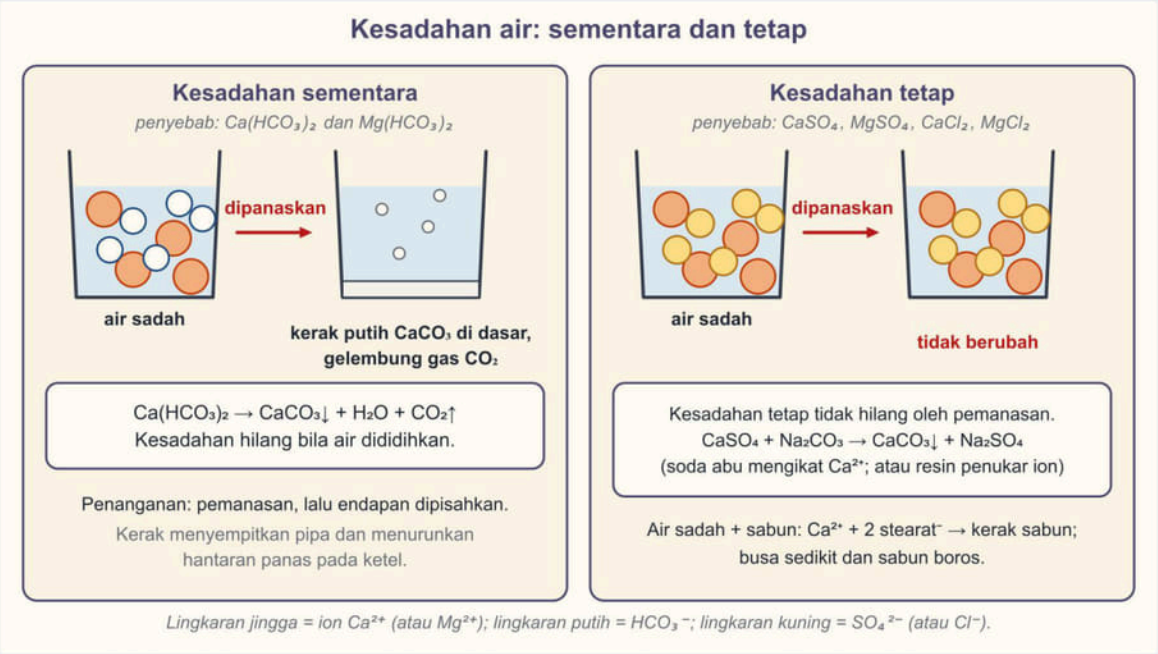
$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

Kesadahan tetap disebabkan oleh garam seperti $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, dan $MgCl_2$. Garam ini tidak berubah oleh pemanasan. Untuk menghilangkannya, air ditambah natrium karbonat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(soda abu) yang mengikat Ca^{2+} sebagai $CaCO_3$, atau dilewatkan resin penukar ion:

$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4$



Gambar 5.5 Kesadahan sementara hilang oleh pemanasan dan meninggalkan kerak; kesadahan tetap tidak berubah oleh pemanasan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Air sadah menimbulkan dua masalah. Pada **ketel dan pipa**, pemanasan membentuk kerak $CaCO_3$ yang menyempitkan pipa dan menghambat perpindahan panas. Pada **pencucian**, Ca^{2+} bereaksi dengan sabun membentuk kerak sabun yang tidak larut (*scum*), sehingga busa sedikit dan sabun terbuang:

$Ca^{2+} + 2\ C_{17}H_{35}COO^- \rightarrow Ca(C_{17}H_{35}COO)_2\downarrow$

Di laboratorium, kesadahan diukur dengan titrasi khusus yang tidak dibahas di buku ini. Untuk keperluan analisis kualitatif, cukup dipahami bahwa Ca^{2+} dikenali dengan oksalat, Mg^{2+} dengan fosfat, dan keduanya bersama menentukan kesadahan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: mengenali tiga larutan tak berlabel

Pada 2026, Tari, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pupuk, menemukan tiga botol larutan 0,1 M tanpa label. Dari daftar stok diketahui isinya KNO_3, $Sr(NO_3)_2$, dan $Mg(NO_3)_2$. Hasil pengamatan: botol 1 menghasilkan nyala ungu muda bila dilihat lewat kaca kobalt; botol 2 menghasilkan nyala merah tua; botol 3 tidak menghasilkan warna nyala yang khas. Pada botol 3, penambahan Na_2HPO_4 dan NH_3 menghasilkan endapan putih berkristal. Tentukan isi tiap botol. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Botol 1.** Ungu muda lewat kaca kobalt adalah ciri K^+, jadi isinya KNO_3.
2. **Botol 2.** Merah tua adalah ciri Sr^{2+}, jadi isinya $Sr(NO_3)_2$. Bila ingin dipastikan, tambahkan larutan Na_2SO_4: akan terbentuk endapan putih $SrSO_4$ yang muncul perlahan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. **Botol 3.** Magnesium tidak memberi warna nyala khas, sehingga hasil uji nyala botol 3 sesuai dugaan Mg^{2+}. Endapan putih berkristal dengan fosfat dalam suasana amonia adalah $MgNH_4PO_4$, yaitu bukti Mg^{2+}. Jadi isinya $Mg(NO_3)_2$.

Jawaban: botol 1 = KNO_3, botol 2 = $Sr(NO_3)_2$, botol 3 = $Mg(NO_3)_2$. Cek akal sehat: ketiga botol sudah dibedakan oleh satu uji nyala (ungu, merah, tanpa warna). Uji fosfat hanya menegaskan botol yang tanpa warna, karena "tanpa warna" sendiri bukan bukti adanya Mg^{2+}.

Contoh 2: urutan pereaksi untuk Ca^{2+} dan Ba^{2+}

Pada 2027, Bima menganalisis air pencucian di sebuah pabrik keramik yang diduga mengandung Ca^{2+} dan Ba^{2+}. Ia perlu mengusulkan urutan pereaksi yang dapat membedakan kedua ion dan menegaskan masing-masing. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Pilih pereaksi yang selektif lebih dulu.** Karbonat, sulfat, dan oksalat sama-sama mengendapkan kedua ion, jadi tidak membedakan. Kromat dalam suasana asetat hanya mengendapkan Ba^{2+}, sehingga dipilih lebih dahulu.
2. **Tambahkan penyangga asetat dan K_2CrO_4 ke sampel.** Endapan kuning $BaCrO_4$ menandakan Ba^{2+}: $Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4\downarrow$. Saring endapan.
3. **Uji filtrat untuk Ca^{2+}.** Tambahkan NH_3 sampai basa lemah dan larutan amonium oksalat. Endapan putih CaC_2O_4 menandakan Ca^{2+}: $Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} \rightarrow CaC_2O_4\downarrow$.
4. **Penegasan.** Uji nyala sampel asli memperlihatkan perpaduan hijau kekuningan (Ba) dan jingga-merah bata (Ca). Uji nyala filtrat, setelah $BaCrO_4$ disaring, tidak lagi memperlihatkan hijau kekuningan, sedangkan jingga-merah bata Ca masih terlihat.

Jawaban: kromat dalam suasana asetat lebih dahulu untuk Ba^{2+}, lalu oksalat pada filtrat untuk Ca^{2+}. Cek akal sehat: bila oksalat dipakai lebih dulu, kedua ion mengendap putih bersama-sama dan tidak ada yang dapat disimpulkan.

Contoh 3: kesadahan air sumur

Pada 2027, Salsa menguji air sumur sebuah asrama. Hasil analisis: Ca^{2+} 60 mg/L, Mg^{2+} 12 mg/L, dan bikarbonat setara 120 mg/L $CaCO_3$. Tentukan kesadahan total, kesadahan sementara dan tetap, serta massa Na_2CO_3 (Mr = 106) yang diperlukan per m^3 air untuk menghilangkan kesadahan tetap. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

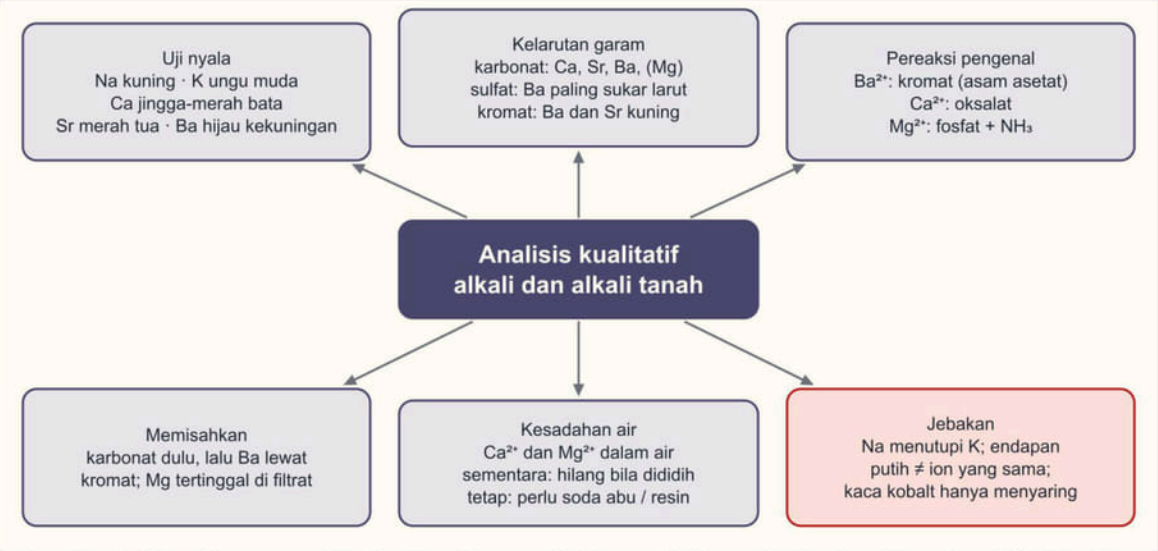
1. **Kesadahan karena Ca^{2+}.** 60 × 100/40 = 150 mg/L $CaCO_3$.
2. **Kesadahan karena Mg^{2+}.** 12 × 100/24 = 50 mg/L $CaCO_3$.
3. **Kesadahan total.** 150 + 50 = 200 mg/L $CaCO_3$.
4. **Kesadahan sementara** ditentukan oleh bikarbonat yang tersedia: 120 mg/L $CaCO_3$. **Kesadahan tetap** = 200 − 120 = 80 mg/L $CaCO_3$.
5. **Soda abu.** 80 mg/L $CaCO_3$ = 0,80 mmol/L (80 ÷ 100). Perbandingan Na_2CO_3 terhadap Ca^{2+} adalah 1 : 1, jadi Na_2CO_3 = 0,80 mmol/L × 106 mg/mmol = 84,8 mg/L. Untuk 1 m^3 (1.000 L), diperlukan 84,8 g Na_2CO_3.

Jawaban: total 200 mg/L, sementara 120 mg/L, tetap 80 mg/L $CaCO_3$; soda abu 84,8 g per m^3. Cek akal sehat: kesadahan sementara tidak mungkin lebih besar daripada kesadahan total, dan kesadahan tetap adalah selisihnya; 120 + 80 = 200.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

❖ PETA KONSEP

Gambar 5.6 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 5.6 Peta konsep analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Warna nyala:** Na kuning terang; K ungu muda; Ca jingga-merah bata; Sr merah tua; Ba hijau kekuningan; Mg tanpa warna khas.
- **Kaca kobalt** menyerap kuning natrium sehingga ungu kalium terlihat; ia menyaring, bukan mengubah warna.
- **Karbonat** mengendapkan Ca, Sr, dan Ba; **sulfat** paling kuat mengendapkan Ba; **kromat dengan asam asetat** hanya Ba; **oksalat** khas Ca; **fosfat + NH_3** khas Mg.
- Pisahkan dengan pereaksi **paling selektif** lebih dulu; tegaskan hasil positif; periksa blanko pereaksi.
- **Kesadahan** disebabkan oleh Ca^{2+} dan Mg^{2+}: sementara (bikarbonat, hilang oleh pemanasan) dan tetap (sulfat, klorida, perlu soda abu atau resin).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal analisis kation:

1. **Tulis apa yang terlihat** pada tiap uji: warna nyala, ada atau tidaknya endapan, warna endapan.
2. **Cocokkan tiap pengamatan dengan satu ion**, lalu periksa apakah ada ion lain yang memberi pengamatan yang sama.
3. **Pilih uji yang membedakan.** Uji yang memberi hasil sama untuk dua ion tidak menolong.
4. **Hitung** (kesadahan atau massa) dengan satuan yang konsisten.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kaca kobalt dianggap mengubah warna kuning menjadi ungu**, padahal ia menyaring kuning.
- **Warna nyala tertukar**: Ca jingga-merah bata dengan Sr merah tua, atau Ba hijau dengan Na kuning.
- **Semua endapan putih dianggap ion yang sama.** Karbonat dan oksalat memberi endapan putih bagi lebih dari satu ion.
- **Hasil negatif dianggap tidak berarti.** Tidak adanya endapan dengan karbonat justru menyingkirkan ion alkali tanah.
- **Uji nyala Mg diharapkan berwarna.** Mg tidak punya warna nyala khas.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menambahkan kromat langsung ke campuran Ba^{2+} dan Sr^{2+} tanpa asam asetat, lalu menyimpulkan endapan kuning pastilah $BaCrO_4$ saja. Yang tepat: tanpa penyangga asetat, $SrCrO_4$ dapat ikut mengendap, sehingga endapan kuning itu belum membuktikan bahwa hanya Ba^{2+} yang ada.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemahaman uji nyala dengan kaca kobalt dan hasil pengendapan dengan karbonat. Pakai bagian 2 (uji nyala) dan bagian 3 (kelarutan garam).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium mutu sebuah pabrik bumbu (2027) memeriksa garam yang diklaim "rendah natrium" karena sebagian NaCl diganti KCl. Sampel dilarutkan; penambahan larutan amonium karbonat tidak menghasilkan endapan. Pada uji nyala, nyala tampak kuning terang. Ketika nyala yang sama diamati melalui kaca kobalt biru, terlihat warna ungu muda. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Tidak terbentuknya endapan dengan amonium karbonat menunjukkan garam itu tidak memakai pengganti berupa garam kalsium.	○	○
Warna ungu muda muncul karena kaca kobalt mengubah warna kuning natrium menjadi ungu.	○	○
Warna ungu muda yang terlihat melalui kaca kobalt menunjukkan bahwa sampel mengandung kalium.	○	○

Pembahasan **Kunci: 1B 2S 3B**

Konsep: Uji nyala: Na^+ kuning terang, K^+ ungu muda (dilihat melalui kaca kobalt yang menyerap kuning natrium), Ca^{2+} merah bata. Ion alkali tanah mengendap dengan karbonat; ion alkali tidak.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Ca^{2+} (alkali tanah) mengendap dengan karbonat; hasil negatif menunjukkan Ca^{2+} tidak ada dalam jumlah yang terdeteksi.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: kaca kobalt tidak mengubah warna, tetapi MENYERAP kuning natrium sehingga warna lain yang tertutup (ungu kalium) dapat terlihat.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Setelah kuning natrium tersaring, warna ungu muda adalah ciri ion K^+; ini mendukung klaim sebagian NaCl diganti KCl.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu pengamatan yang diberikan, cocokkan dengan satu ion, lalu cek apakah ada ion lain yang memberi pengamatan sama.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Di laboratorium praktik sebuah SMK analis kimia (2027), tiga botol larutan garam encer kehilangan label. Isinya NaCl, $CaCl_2$, dan $BaCl_2$. Menurut lembar kerja: warna nyala Na kuning, Ca merah bata, Ba hijau kekuningan; Ca^{2+} dan Ba^{2+} mengendap putih dengan karbonat; dalam larutan encer hanya Ba^{2+} yang mengendap putih dengan sulfat. Guru meminta cara yang memakai paling sedikit uji tetapi dapat membedakan ketiganya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Rencana yang paling tepat adalah ....

A. Menambahkan larutan amonium karbonat ke ketiga larutan
B. Menambahkan larutan natrium sulfat encer ke ketiga larutan
C. Menambahkan amonium karbonat, lalu natrium sulfat ke yang mengendap
D. Mengamati warna dan bentuk kristal setelah ketiga larutan diuapkan
E. Melakukan uji nyala pada ketiga larutan secara bergantian

2. Ketel uap sebuah pabrik es krim (2027) sering berkerak. Analis menguji air umpan ketel: penambahan amonium oksalat menghasilkan endapan putih. Endapan disaring, lalu filtratnya ditambah larutan NaOH dan muncul endapan putih seperti gel. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Endapan putih seperti gel di filtrat setelah ditambah NaOH menunjukkan air mengandung ion Mg^{2+}.	○	○
Endapan putih dengan amonium oksalat menunjukkan air mengandung ion Mg^{2+}.	○	○
Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terdeteksi menjadi penyebab kesadahan yang membentuk kerak di ketel.	○	○

Kunci singkat: 1. E 2. 1B 2S 3B

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa kaca kobalt memungkinkan kita melihat warna ungu kalium dan bukan "mengubah" kuning menjadi ungu?
- Mengapa urutan pereaksi penting ketika sampel berisi Ca^{2+} dan Ba^{2+} sekaligus?
- **Yang harus kuingat:** Na kuning, K ungu muda (lewat kaca kobalt), Ca jingga-merah bata, Sr merah tua, Ba hijau kekuningan; karbonat mengelompokkan Ca/Sr/Ba, kromat dengan asetat hanya Ba, oksalat khas Ca, fosfat khas Mg; kesadahan = Ca^{2+} + Mg^{2+} dalam mg/L $CaCO_3$.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-5.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi

SMKKA-5.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 5, analisis bahan anorganik) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan analisis kualitatif unsur transisi**. Levelnya penerapan sampai penalaran: kamu diminta mengenali ion logam dari warna larutan, warna endapan, dan perilakunya terhadap pereaksi, lalu memilih satu ion yang cocok dengan semua pengamatan sekaligus. Sub bab ini termasuk yang paling sulit di mapel ini, sebab satu ion yang salah dipilih biasanya terjadi karena satu pengamatan terlewat.

Pola soal yang sering muncul: (1) **tabel hasil uji** beberapa sampel dengan NaOH, NH_3 berlebih, dan KSCN, lalu diminta menentukan ion tiap sampel (sering berbentuk soal pilihan jamak); (2) **menalar pengamatan yang berubah dengan waktu**, misalnya endapan putih yang menjadi cokelat di udara; (3) **memilih ion dari lembar kerja** yang memuat warna hidroksida dan kompleks beberapa logam; (4) **menafsirkan limbah** bak pelapisan logam sebelum diolah. Jebakan utamanya adalah ion yang mirip: Fe^{2+} dan Fe^{3+}, Cu^{2+} dan Ni^{2+}, serta Fe^{2+} dan Ni^{2+} yang sama-sama kehijauan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyebutkan warna ion Cu^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, dan Cr^{3+} dalam larutan, serta warna kromat dan dikromat;
- menjelaskan reaksi ion transisi dengan NaOH dan NH_3, termasuk sifat amfoter dan pembentukan kompleks amina;
- membedakan Fe^{2+} dari Fe^{3+} dengan KSCN, $K_3[Fe(CN)_6]$, dan $K_4[Fe(CN)_6]$, serta menalar peran oksidasi di udara;
- menyusun alur uji berurutan untuk mengenali ion logam transisi dalam sampel air atau limbah.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Di laboratorium bahan dan limbah, pertanyaannya sering berbunyi: *logam apa yang terlarut di air bilasan ini?* Bak pelapisan logam, air buangan bengkel, atau air sumur berkarat memuat ion logam transisi seperti besi, tembaga, nikel, seng, mangan, dan kromium. Mengenalinya penting karena sebagian bersifat racun dan harus ditangani sebagai limbah berbahaya. Pada tingkat SMK, ion dikenali dari **cara kerja yang runtut**: lihat warna larutan, tambahkan pereaksi sedikit demi sedikit, catat warna dan kelarutan endapan, lalu tegaskan dengan pereaksi khas.

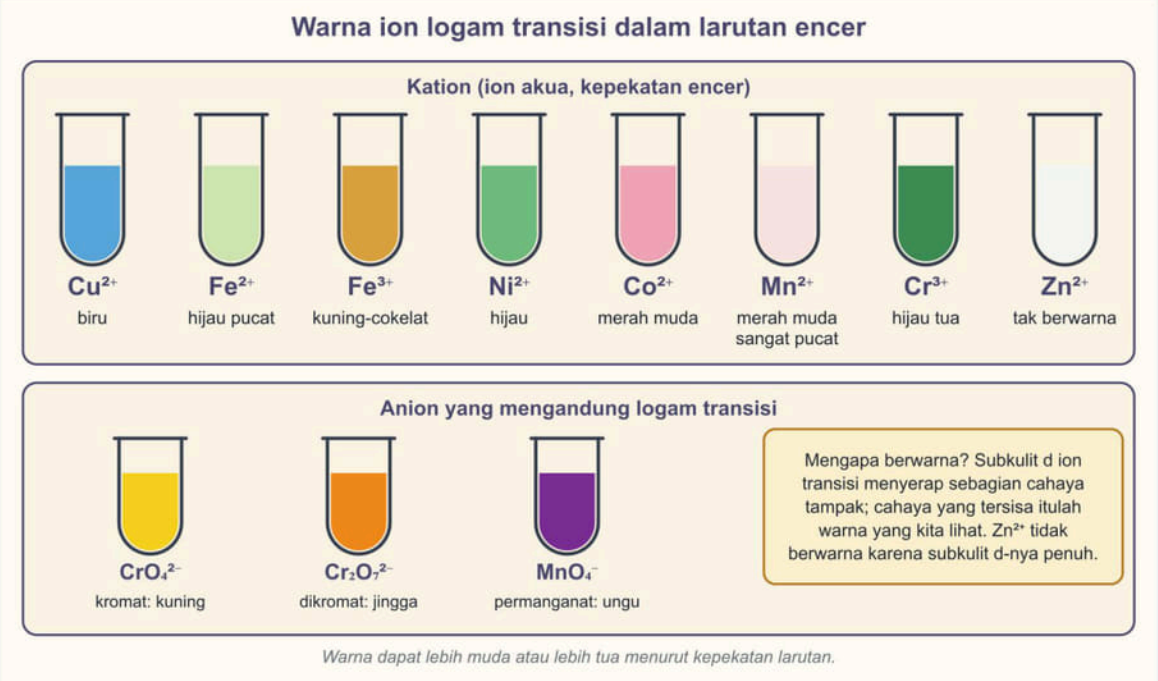
Logam transisi memiliki empat ciri yang dimanfaatkan dalam analisis. Pertama, **ion-ionnya berwarna**. Kedua, banyak yang punya **lebih dari satu bilangan oksidasi** (Fe^{2+} dan Fe^{3+};

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cr^{3+} dan Cr^{6+}), sehingga warna dan sifatnya berbeda. Ketiga, **hidroksidanya berupa endapan berwarna** yang khas. Keempat, banyak yang membentuk **ion kompleks** dengan molekul seperti NH_3 sehingga endapannya larut kembali.

1. Warna ion dalam larutan

Berbeda dengan ion alkali dan alkali tanah yang tidak berwarna, ion logam transisi umumnya berwarna karena subkulit d yang terisi sebagian dapat menyerap sebagian cahaya tampak. Cahaya yang tidak diserap itulah yang sampai ke mata sebagai warna larutan (Gambar 5.7). Zn^{2+} tidak berwarna karena subkulit d-nya penuh, sehingga larutannya jernih.



Gambar 5.7 Warna ion logam transisi dan beberapa anion yang mengandung logam transisi dalam larutan encer. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Warna yang perlu kamu ingat: **Cu^{2+} biru**, **Fe^{2+} hijau pucat**, **Fe^{3+} kuning kecokelatan**, **Ni^{2+} hijau**, **Co^{2+} merah muda**, **Mn^{2+} merah muda sangat pucat (hampir tidak berwarna)**, **Cr^{3+} hijau tua**, dan **Zn^{2+} tidak berwarna**. Anion yang mengandung logam transisi juga berwarna: **kromat CrO_4^{2-} kuning**, **dikromat $Cr_2O_7^{2-}$ jingga**, dan **permanganat MnO_4^- ungu**.

Warna adalah petunjuk pertama, tetapi bukan bukti. Ni^{2+}, Fe^{2+}, dan Cr^{3+} sama-sama kehijauan, sedangkan Co^{2+} dan Mn^{2+} sama-sama kemerahmudaan. Warna juga bergantung pada kepekatan dan pada molekul yang mengelilingi ion; Cu^{2+} yang biru muda dalam air menjadi biru tua dalam amonia. Karena itu warna selalu dilanjutkan dengan uji reaksi. Pada tingkat partikel, molekul atau ion yang mengelilingi ion logam pusat (disebut **ligan**) ikut menentukan jarak antartingkat energi elektron d. Mengganti molekul air dengan molekul NH_3 mengubah cahaya yang diserap, dan itulah sebabnya warna ikut berubah.

2. Reaksi dengan NaOH

Larutan NaOH menyediakan ion OH^- yang mengendapkan kation logam transisi sebagai

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

hidroksida. Persamaan umumnya:

$M^{2+} + 2\ OH^- \rightarrow M(OH)_2\downarrow$ (untuk ion bermuatan 3+: $M^{3+} + 3\ OH^- \rightarrow M(OH)_3\downarrow$)

Yang membedakan tiap ion adalah **warna endapannya** (Gambar 5.8):

- $Cu^{2+} \rightarrow Cu(OH)_2$ **biru muda**.
- $Fe^{2+} \rightarrow Fe(OH)_2$ **putih kehijauan**, yang lama-lama menjadi cokelat karena dioksidasi oksigen di udara.
- $Fe^{3+} \rightarrow Fe(OH)_3$ **cokelat kemerahan**.
- $Ni^{2+} \rightarrow Ni(OH)_2$ **hijau**.
- $Zn^{2+} \rightarrow Zn(OH)_2$ **putih**.
- $Mn^{2+} \rightarrow Mn(OH)_2$ **putih**, yang segera menjadi cokelat di udara.
- $Cr^{3+} \rightarrow Cr(OH)_3$ **hijau keabuan**.
- $Co^{2+} \rightarrow$ endapan **biru** yang berubah menjadi merah muda.

NaOH ditambahkan **tetes demi tetes**, mula-mula sedikit lalu berlebih, karena perilaku pada kondisi "berlebih" ikut menjadi ciri. Pada penambahan berlebih, sebagian endapan larut kembali. Endapan yang larut dalam basa kuat berlebih disebut **amfoter**. Dua yang penting adalah $Zn(OH)_2$ dan $Cr(OH)_3$:

$Zn(OH)_2 + 2\ OH^- \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$ (tidak berwarna)

$Cr(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Cr(OH)_4]^-$ (hijau tua)

$Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Ni(OH)_2$, dan $Mn(OH)_2$ tidak larut dalam NaOH berlebih.

Reaksi kation transisi dengan NaOH dan NH_3

Ion	NaOH sedikit	NaOH berlebih	NH_3 berlebih
Cu^{2+}	endapan biru muda	tidak larut	larut: biru tua
Fe^{2+}	putih kehijauan, lalu cokelat di udara	tidak larut	tidak larut
Fe^{3+}	endapan cokelat kemerahan	tidak larut	tidak larut
Ni^{2+}	endapan hijau	tidak larut	larut: biru keunguan
Zn^{2+}	endapan putih	larut (tak berwarna)	larut (tak berwarna)
Mn^{2+}	putih, cepat menjadi cokelat di udara	tidak larut	tidak larut
Cr^{3+}	endapan hijau keabuan	larut: hijau tua	umumnya tidak larut
Co^{2+}	biru, lalu merah muda	tidak larut	umumnya larut (cokelat)

Lingkaran pada kolom ion = warna larutan ion; kotak berwarna = warna endapan atau larutan hasil.
$Zn(OH)_2$ dan $Cr(OH)_3$ bersifat amfoter (larut dalam basa kuat berlebih).
Cu^{2+}, Ni^{2+}, dan Zn^{2+} larut dalam NH_3 berlebih karena membentuk ion kompleks amina.

Gambar 5.8 Reaksi kation transisi dengan NaOH sedikit, NaOH berlebih, dan NH_3 berlebih. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Reaksi dengan amonia (NH_3)

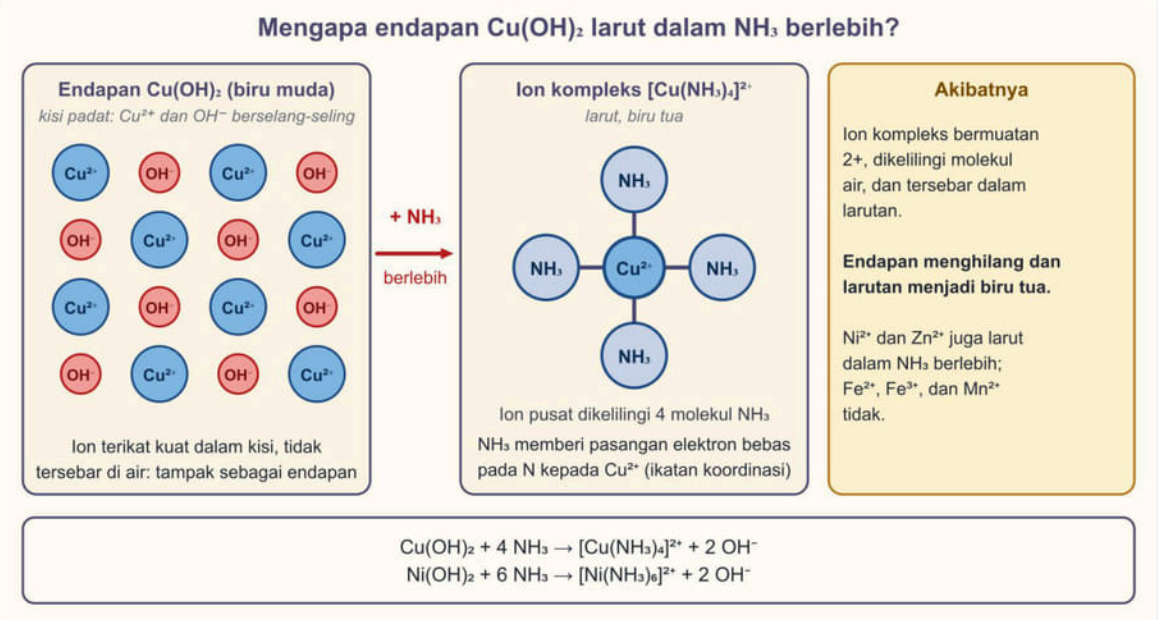
Amonia adalah basa lemah. Pada penambahan **sedikit**, NH_3 memberi ion OH^- dalam jumlah kecil sehingga muncul endapan hidroksida yang sama seperti dengan NaOH. Perbedaannya muncul pada penambahan **berlebih**. Molekul NH_3 memiliki pasangan elektron bebas pada atom N dan dapat menempel pada ion logam melalui ikatan koordinasi. Hasilnya adalah **ion kompleks amina**, yaitu ion logam di pusat yang dikelilingi beberapa molekul NH_3 (Gambar 5.9). Ion kompleks bermuatan dan larut, sehingga endapan menghilang:

$Cu(OH)_2 + 4\ NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2\ OH^-$ (larutan **biru tua**)

$Ni(OH)_2 + 6\ NH_3 \rightarrow [Ni(NH_3)_6]^{2+} + 2\ OH^-$ (larutan **biru keunguan**)

$Zn(OH)_2 + 4\ NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4]^{2+} + 2\ OH^-$ (**tidak berwarna**)

$Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, dan $Mn(OH)_2$ umumnya **tidak larut** dalam NH_3 berlebih (bila larutan sudah banyak mengandung garam amonium, $Mn(OH)_2$ bahkan bisa tidak mengendap penuh) karena tidak membentuk kompleks amina yang stabil dalam kondisi ini. $Cr(OH)_3$ umumnya juga tidak larut. Dengan demikian, perilaku terhadap NH_3 berlebih membagi ion menjadi dua kelompok: **larut** (Cu, Ni, Zn) dan **tidak larut** (Fe, Mn, Cr).



Gambar 5.9 Model partikel: kisi $Cu(OH)_2$ berubah menjadi ion kompleks $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ yang larut. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perhatikan perbedaan antara dua pereaksi. **Zn larut di keduanya** (NaOH berlebih dan NH_3 berlebih), sedangkan **Cr larut hanya di NaOH berlebih**. **Cu dan Ni larut hanya di NH_3 berlebih**. Satu penambahan berlebih dengan pereaksi yang tepat sudah membagi banyak ion.

4. Besi: Fe^{2+} dan Fe^{3+}

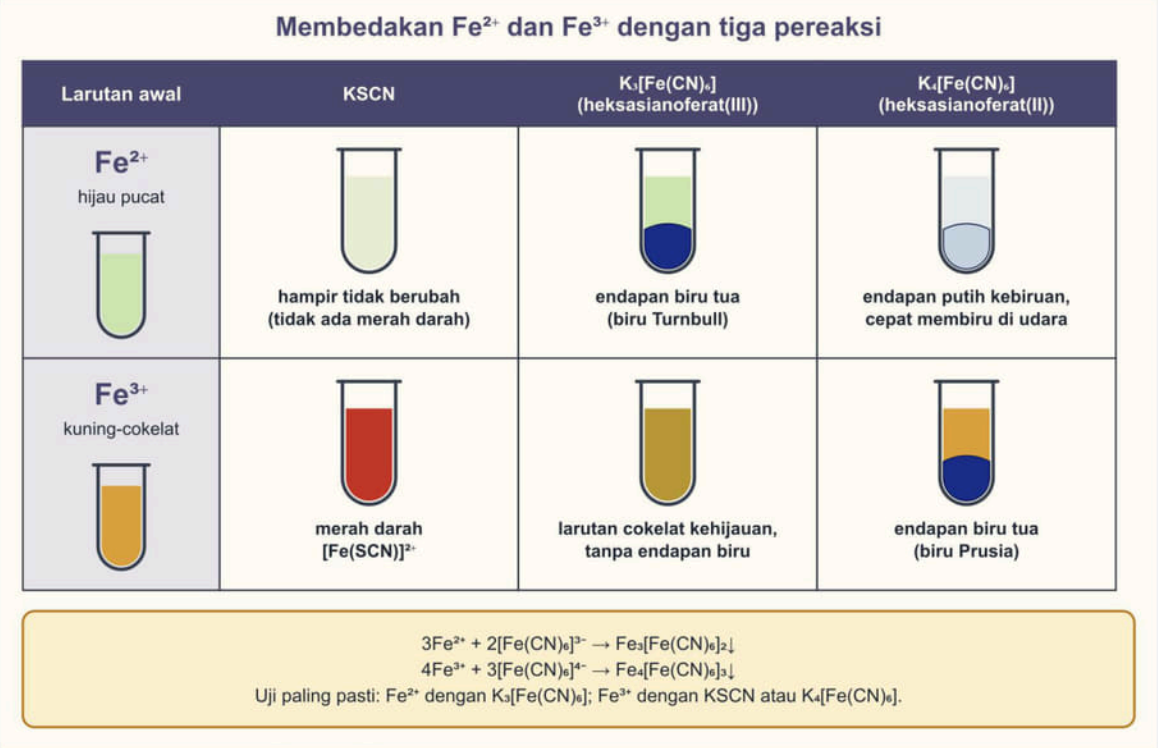
Besi adalah logam transisi yang paling sering dijumpai, dan pembedaan kedua ionnya sangat penting. Fe^{2+} dan Fe^{3+} berbeda warna larutannya, warna hidroksidanya, dan responsnya terhadap tiga pereaksi (Gambar 5.10).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Ion tiosianat (SCN^-, dari KSCN). Fe^{3+} bereaksi menjadi ion kompleks **merah darah**: $Fe^{3+} + SCN^- \rightarrow [Fe(SCN)]^{2+}$. Fe^{2+} tidak memberi warna merah. Hasil ini adalah uji paling peka untuk Fe^{3+}.

Heksasianoferat(III), $K_3[Fe(CN)_6]$. Fe^{2+} membentuk **endapan biru tua** (dikenal sebagai biru Turnbull): $3\ Fe^{2+} + 2\ [Fe(CN)_6]^{3-} \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$. Fe^{3+} dengan pereaksi ini hanya memberi larutan cokelat kehijauan tanpa endapan biru.

Heksasianoferat(II), $K_4[Fe(CN)_6]$. Fe^{3+} membentuk **endapan biru tua** (biru Prusia): $4\ Fe^{3+} + 3\ [Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$. Fe^{2+} memberi endapan putih kebiruan yang lekas membiru di udara.



Gambar 5.10 Hasil uji Fe^{2+} dan Fe^{3+} dengan KSCN, $K_3[Fe(CN)_6]$, dan $K_4[Fe(CN)_6]$. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kuncinya adalah mengingat pasangan yang **paling tegas**: Fe^{3+} dengan KSCN (merah darah), dan Fe^{2+} dengan $K_3[Fe(CN)_6]$ (biru tua).

Oksidasi di udara. Fe^{2+} mudah dioksidasi oleh oksigen menjadi Fe^{3+}, terutama dalam suasana basa:

$$4\ Fe(OH)_2 + O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 4\ Fe(OH)_3$$

Itulah sebabnya endapan putih kehijauan $Fe(OH)_2$ lama-lama menjadi cokelat kemerahan. Larutan Fe^{2+} yang disimpan lama dan terbuka juga dapat mengandung sedikit Fe^{3+}, sehingga uji KSCN-nya memberi **merah lemah**, bukan tidak berwarna sama sekali. Hasil seperti ini bukan berarti larutannya Fe^{3+} murni, melainkan Fe^{2+} yang sebagian berubah. Oksidator seperti hidrogen peroksida mengubah Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dengan cepat:

$$2\ Fe^{2+} + H_2O_2 + 2\ H^+ \rightarrow 2\ Fe^{3+} + 2\ H_2O$$

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Fakta ini dipakai untuk uji gabungan: larutan yang tidak merah dengan KSCN, lalu menjadi merah darah setelah ditambah beberapa tetes H_2O_2, berisi Fe^{2+}.

5. Mangan, kromium, nikel, kobalt, dan seng

Mangan (Mn^{2+}). Larutannya hampir tidak berwarna (merah muda sangat pucat). Dengan NaOH terbentuk $Mn(OH)_2$ putih yang cepat menjadi cokelat di udara. Bila ditambah hidrogen peroksida, terbentuk **endapan cokelat tua** mangan(IV) oksida:

$$Mn^{2+} + 2\ OH^- + H_2O_2 \rightarrow MnO_2\downarrow + 2\ H_2O$$

Kromium (Cr^{3+}). Larutannya hijau tua. $Cr(OH)_3$ hijau keabuan larut dalam NaOH berlebih menjadi larutan hijau tua. Bila larutan ini dipanaskan dengan H_2O_2, kromium dioksidasi menjadi **kromat berwarna kuning**:

$$2\ [Cr(OH)_4]^- + 3\ H_2O_2 + 2\ OH^- \rightarrow 2\ CrO_4^{2-} + 8\ H_2O$$

Perubahan hijau menjadi kuning ini adalah uji khas Cr^{3+}.

Nikel (Ni^{2+}). Larutan hijau; $Ni(OH)_2$ hijau yang larut dalam NH_3 berlebih menjadi biru keunguan. Uji khasnya memakai **dimetilglioksim** dalam suasana amonia yang menghasilkan endapan merah.

Kobalt (Co^{2+}). Larutan merah muda. Dengan NaOH muncul endapan biru yang berubah menjadi merah muda. Dengan KSCN pekat dalam pelarut organik seperti aseton, umumnya terbentuk warna biru. Kobalt lebih jarang diuji dibandingkan logam lain dalam bab ini.

Seng (Zn^{2+}). Larutan tidak berwarna. $Zn(OH)_2$ putih bersifat amfoter dan larut dalam NaOH berlebih maupun NH_3 berlebih, keduanya menghasilkan larutan tidak berwarna. Karena tidak ada warna, seng dikenali dari **perilaku kelarutan** itu.

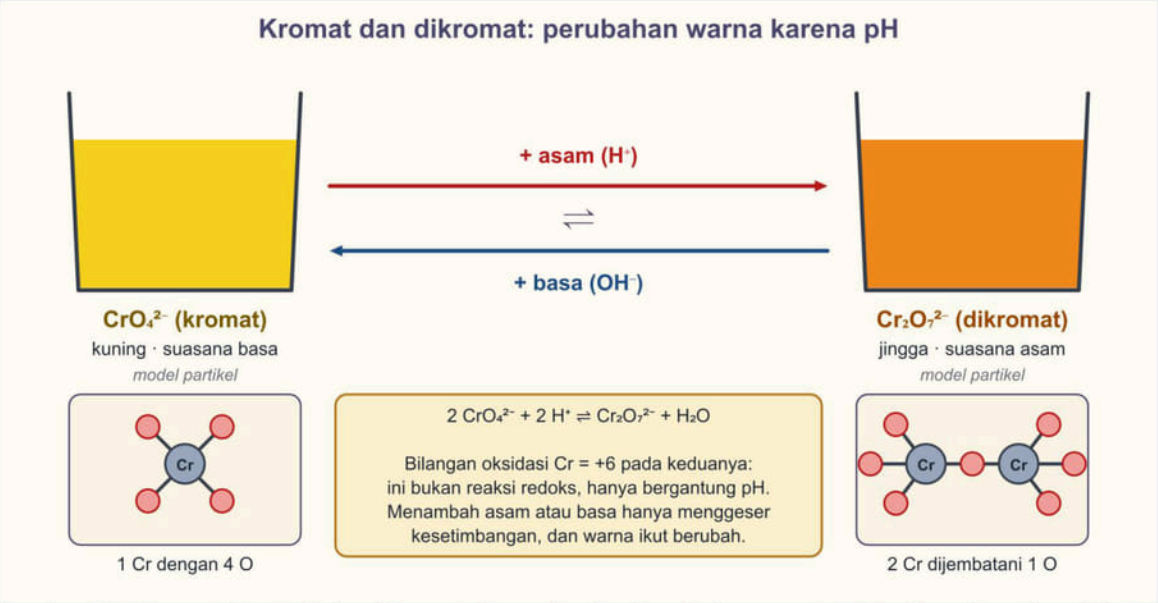
6. Kromat dan dikromat

Kromium(VI) hadir dalam dua bentuk yang saling berubah menurut pH (Gambar 5.11). Dalam suasana **basa** ia sebagai kromat (CrO_4^{2-}, **kuning**); dalam suasana **asam** ia sebagai dikromat ($Cr_2O_7^{2-}$, **jingga**):

$$2\ CrO_4^{2-} + 2\ H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$$

Pada tingkat partikel, dua ion kromat bergabung menjadi satu ion dikromat dengan dua atom Cr yang dijembatani satu atom O, sedangkan H^+ mengikat satu oksigen yang dilepas dan menjadi H_2O. Bilangan oksidasi Cr tetap +6 pada keduanya, jadi ini **bukan reaksi redoks**, hanya kesetimbangan yang digeser oleh asam atau basa. Penambahan asam menggeser kesetimbangan ke kanan (jingga), penambahan basa menggeser ke kiri (kuning).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



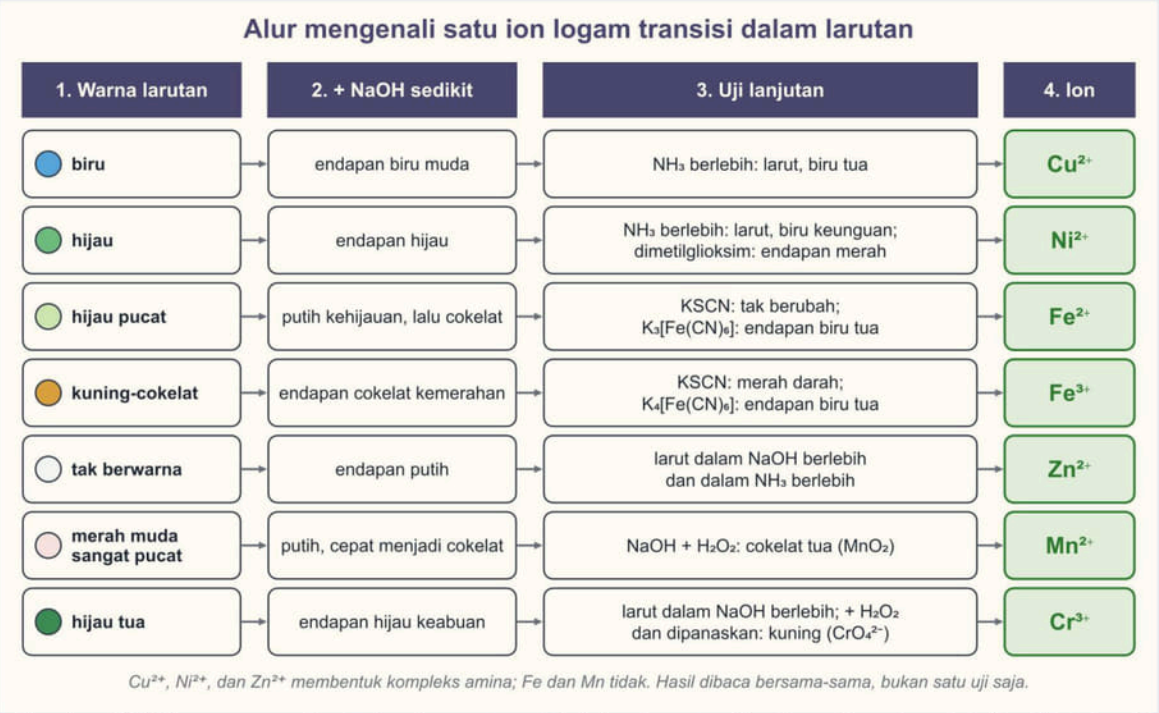
Gambar 5.11 Kromat (kuning) dan dikromat (jingga) saling berubah menurut pH. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kromat juga dikenali dari endapannya dengan ion barium: $Ba^{2+} + CrO_4{}^{2-} \rightarrow BaCrO_4\downarrow$ (kuning). Karena kromium(VI) bersifat racun dan dapat memicu kanker, larutan kromat dan dikromat harus dipegang dengan sarung tangan dan kacamata, tidak boleh dibuang ke saluran, dan dikumpulkan sebagai limbah B3 menurut SOP.

7. Alur mengenali ion dan keselamatan kerja

Gambar 5.12 menyusun semua pengamatan menjadi satu alur: **(1) warna larutan, (2) warna endapan dengan NaOH, (3) uji lanjutan, (4) kesimpulan**. Pada praktik, tiap uji dikerjakan pada **porsi kecil terpisah** (sekitar 2 mL) agar sampel tidak habis dan agar hasil dapat diulang. Pereaksi ditambah tetes demi tetes sambil mengamati. Sampel dibandingkan dengan **blanko** pereaksi, yaitu pereaksi yang ditambahkan ke air suling, supaya warna pereaksi sendiri tidak dikira hasil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.12 Alur mengenali satu ion logam transisi dalam larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Berikut contoh cara memakai alur itu secara berurutan. Sampel berwarna biru: kandidatnya Cu^{2+}. NaOH memberi endapan biru muda, cocok dengan $Cu(OH)_2$. NH_3 berlebih melarutkannya menjadi biru tua, dan tidak ada ion lain dalam daftar yang memberi rangkaian ini sekaligus. Perhatikan bahwa kesimpulan baru diambil setelah **tiga pengamatan** saling mendukung, bukan setelah satu pengamatan pertama. Bila salah satu pengamatan tidak cocok, kembali ke daftar kandidat dan coba ion berikutnya.

Alur ini bekerja untuk **satu ion** dalam satu sampel. Bila sampel berupa campuran, ion harus dipisahkan lebih dulu, seperti halnya pada Ca^{2+} dan Ba^{2+} di sub bab 5.1; di laboratorium hal itu dilakukan menurut SOP yang lebih panjang. Dalam soal, campuran biasanya disederhanakan menjadi dua atau tiga kandidat ion yang bisa disingkirkan satu per satu.

Ion logam transisi umumnya beracun. Selalu pakai APD (sarung tangan, kacamata, jas lab), jangan mencium atau mencicipi larutan, dan **kumpulkan semua limbah logam berat** dalam wadah berlabel sesuai SOP. Larutan bekas uji tidak dibuang ke wastafel.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menafsirkan empat pengamatan untuk satu sampel

Pada 2026, Raka menguji air pembilas dari sebuah laboratorium bahan galian. Pengamatannya: (a) larutan hampir tidak berwarna, dengan semburat merah muda sangat pucat; (b) penambahan NaOH menghasilkan endapan putih yang dalam beberapa menit menjadi cokelat; (c) endapan tidak larut dalam NaOH berlebih; (d) bila ke dalam sampel yang sudah diberi NaOH

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

ditambahkan H_2O_2, terbentuk endapan cokelat tua. Tentukan ion logam dalam sampel itu. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Pengamatan (a).** Hampir tidak berwarna atau merah muda sangat pucat cocok dengan Mn^{2+} atau Zn^{2+}. Cu^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2+}, dan Cr^{3+} gugur karena larutan mereka berwarna jelas.
2. **Pengamatan (c).** Endapan putih tidak larut dalam NaOH berlebih. $Zn(OH)_2$ amfoter dan akan larut, sehingga Zn^{2+} gugur.
3. **Pengamatan (b).** Endapan putih yang menjadi cokelat di udara adalah ciri $Mn(OH)_2$.
4. **Pengamatan (d).** Endapan cokelat tua dengan H_2O_2 adalah MnO_2, penegas Mn^{2+}.

Jawaban: Mn^{2+}. Cek akal sehat: $Fe(OH)_2$ juga berubah menjadi cokelat, tetapi awalnya putih kehijauan dan larutannya hijau pucat; sampel ini tanpa warna jelas, jadi Fe^{2+} tidak cocok.

Contoh 2: air sumur yang berubah menjadi cokelat

Pada 2027, Sinta menguji air sumur sebuah rumah yang jernih saat ditimba, tetapi menjadi keruh dan cokelat setelah satu hari di ember terbuka. Uji pada air segar: KSCN tidak berubah warna; $K_3[Fe(CN)_6]$ memberi endapan biru tua. Air yang telah menjadi cokelat disaring; filtratnya diberi KSCN dan memberi merah pudar, sedangkan endapan cokelat di kertas saring dilarutkan dalam sedikit asam lalu diberi KSCN dan memberi merah darah. Jelaskan apa yang terjadi. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Air segar.** KSCN tidak merah dan $K_3[Fe(CN)_6]$ memberi endapan biru tua. Ini ciri Fe^{2+}, jadi besi dalam air segar berupa Fe^{2+} yang larut dan tidak berwarna.
2. **Setelah di udara.** Fe^{2+} dioksidasi oksigen menjadi Fe^{3+}, yang dalam air hampir netral membentuk endapan $Fe(OH)_3$ cokelat kemerahan. Karena itu air menjadi keruh dan cokelat.
3. **Endapan cokelat.** Setelah dilarutkan dalam asam, ia memberi merah darah dengan KSCN, ciri Fe^{3+}. Ini membuktikan endapan itu hasil oksidasi Fe^{2+}.
4. **Filtrat.** Merah pudar berarti masih ada sedikit Fe^{3+} terlarut, sedangkan sebagian besar besi sudah berpindah ke endapan.

Jawaban: Fe^{2+} dalam air sumur teroksidasi oleh udara menjadi Fe^{3+} yang mengendap sebagai $Fe(OH)_3$. Cek akal sehat: penyebab air berubah warna adalah oksidasi, bukan penambahan zat baru; ion yang sama (besi) hadir sebelum dan sesudahnya.

Contoh 3: memeriksa limbah bak pelapisan krom

Pada 2027, Dewi memeriksa limbah dari bak pelapisan logam yang berwarna jingga dengan pH 2. Uji: (a) penambahan NaOH sampai basa mengubah warna larutan dari jingga menjadi kuning, tanpa endapan hidroksida; (b) pada larutan yang telah kuning, penambahan larutan $BaCl_2$ memberi endapan kuning; (c) sebagai pembanding, limbah bak lain yang hijau tua diberi NaOH dan menghasilkan endapan hijau keabuan yang larut dalam NaOH berlebih, menjadi larutan hijau tua. Tentukan bentuk kromium pada kedua limbah. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Limbah jingga.** Jingga pada suasana asam adalah ciri dikromat ($Cr_2O_7^{2-}$). Penambahan basa menggesernya menjadi kromat kuning: $Cr_2O_7^{2-} + 2\ OH^- \rightarrow 2\ CrO_4^{2-} + H_2O$. Tidak ada endapan hidroksida karena kromium(VI) tidak membentuk hidroksida.

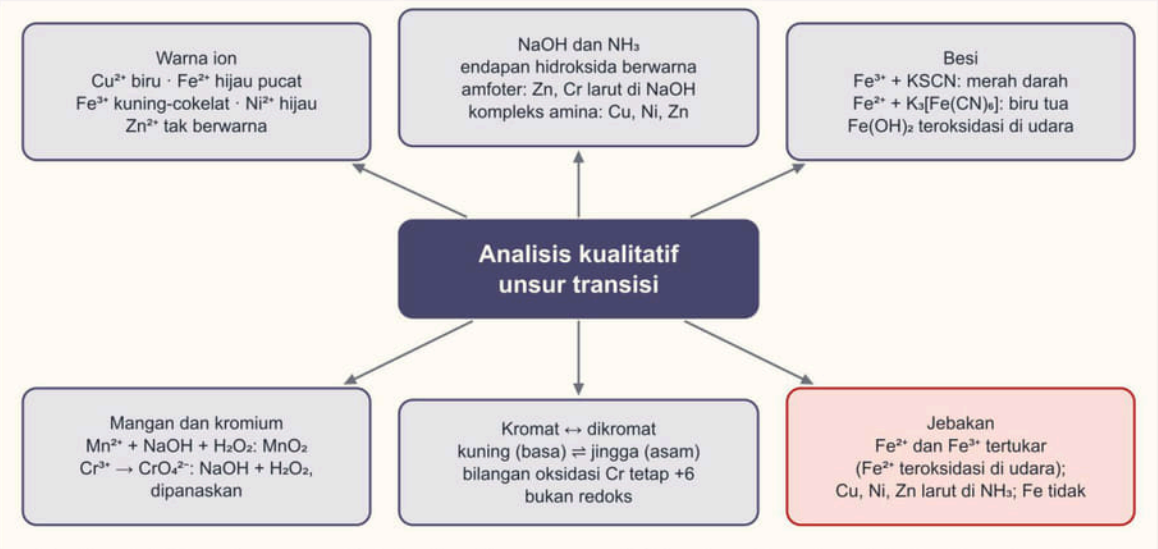
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. **Penegasan.** Endapan kuning dengan $BaCl_2$ adalah $BaCrO_4$ ($Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4\downarrow$), bukti adanya kromat.
3. **Limbah hijau.** Hijau tua, endapan hijau keabuan dengan NaOH yang larut dalam NaOH berlebih menjadi hijau tua, adalah ciri Cr^{3+} yang amfoter.
4. **Kesimpulan penanganan.** Kromium(VI) pada limbah jingga jauh lebih berbahaya daripada kromium(III) pada limbah hijau. Limbah jingga tidak dibuang langsung, melainkan diserahkan ke unit pengolahan limbah menurut SOP.

Jawaban: limbah jingga mengandung kromium(VI) sebagai dikromat; limbah hijau mengandung kromium(III). Cek akal sehat: perubahan jingga menjadi kuning hanya karena pH berubah (bilangan oksidasi Cr tetap +6), sedangkan perubahan hijau menjadi kuning pada Cr^{3+} memerlukan oksidator H_2O_2.

❖ PETA KONSEP

Gambar 5.13 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 5.13 Peta konsep analisis kualitatif unsur transisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Warna ion:** Cu^{2+} biru; Fe^{2+} hijau pucat; Fe^{3+} kuning-cokelat; Ni^{2+} hijau; Cr^{3+} hijau tua; Mn^{2+} hampir tidak berwarna; Zn^{2+} tidak berwarna; kromat kuning, dikromat jingga.
- **Warna hidroksida:** Cu biru muda; $Fe(OH)_2$ putih kehijauan lalu cokelat; $Fe(OH)_3$ cokelat kemerahan; Ni hijau; Zn putih; Mn putih lalu cokelat; Cr hijau keabuan.
- **NaOH berlebih** melarutkan Zn dan Cr (amfoter). **NH_3 berlebih** melarutkan Cu (biru tua), Ni (biru keunguan), dan Zn (tak berwarna) sebagai kompleks amina; Fe, Mn, Cr tidak.
- **Besi:** Fe^{3+} + KSCN = merah darah; Fe^{2+} + $K_3[Fe(CN)_6]$ = biru tua; Fe^{2+} teroksidasi di udara menjadi Fe^{3+}.
- **Mn^{2+}** dengan NaOH + H_2O_2 memberi MnO_2 cokelat tua; **Cr^{3+}** dengan NaOH + H_2O_2 dipanaskan memberi kromat kuning.
- **Kromat ⇌ dikromat** hanya bergantung pH; bilangan oksidasi Cr tetap +6.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal analisis ion transisi:

1. **Tulis semua pengamatan** dalam satu daftar: warna larutan, warna endapan, kelarutan dalam NaOH berlebih, kelarutan dalam NH_3 berlebih, hasil uji khas.
2. **Coret ion yang bertentangan dengan satu pengamatan.** Satu pengamatan yang tidak cocok cukup untuk menggugurkan sebuah ion.
3. **Pilih ion yang cocok dengan semua pengamatan**, bukan yang cocok dengan satu pengamatan saja.
4. **Periksa pengamatan yang berubah dengan waktu**, misalnya putih menjadi cokelat; itu petunjuk oksidasi.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Fe^{2+} dan Fe^{3+} tertukar**, terutama ketika Fe^{2+} sebagian teroksidasi sehingga memberi merah lemah dengan KSCN.
- **Semua ion kehijauan dianggap sama.** Fe^{2+}, Ni^{2+}, dan Cr^{3+} dibedakan oleh kelarutan dalam NH_3 dan NaOH berlebih.
- **Cu^{2+} dan Ni^{2+} tertukar**, padahal keduanya larut dalam NH_3 berlebih; yang membedakan adalah warna endapan dan warna kompleks.
- **Kelarutan dalam NH_3 dan NaOH berlebih tertukar.** Zn larut di keduanya; Cr hanya di NaOH; Cu dan Ni hanya di NH_3.
- **Kromat dan dikromat dianggap berbeda bilangan oksidasi**, padahal sama-sama +6.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa melihat endapan putih yang tidak larut dalam NH_3 berlebih lalu menyimpulkan "pasti $Zn(OH)_2$ yang belum larut sempurna". Yang tepat: $Zn(OH)_2$ larut dalam NH_3 berlebih sebagai kompleks amina; endapan putih yang tetap adalah ciri $Fe(OH)_2$ atau $Mn(OH)_2$, yang dibedakan dari reaksi lanjutannya (menjadi cokelat di udara, atau cokelat tua dengan H_2O_2).

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji tabel hasil NaOH, NH_3 berlebih, dan KSCN pada tiga sampel, dengan beberapa pernyataan yang benar sekaligus. Pakai bagian 2, 3, dan 4 serta alur pada Gambar 5.12.

►. Analis muda di laboratorium sebuah usaha pelapisan logam (2026) menguji tiga sampel air bilasan (X, Y, Z). Setiap sampel diduga mengandung satu jenis ion: Cu^{2+}, Fe^{2+}, atau Fe^{3+}.

Uji	X	Y	Z
+ NaOH	endapan biru muda	endapan cokelat kemerahan	endapan putih kehijauan, lama-lama kecokelatan
+ NH_3 berlebih	endapan larut, larutan biru tua	endapan tetap	endapan tetap
+ KSCN	tidak berubah	merah darah	merah lemah

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Y mengandung Cu^{2+} karena endapannya tidak larut dalam NH_3 berlebih.

☐ B. X mengandung Cu^{2+} karena endapan dari NaOH larut kembali dalam NH_3 berlebih.

☐ C. Warna merah lemah Z dengan KSCN menunjukkan Z tidak mengandung besi(II).

☐ D. Y mengandung Fe^{3+} karena endapannya cokelat kemerahan dan KSCN memberi merah darah.

☐ E. Z mengandung Fe^{2+} yang sebagian telah teroksidasi oleh udara.

Pembahasan **Kunci: B, D, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Cu^{2+}: endapan biru muda $Cu(OH)_2$, larut dalam NH_3 berlebih menjadi biru tua. Fe^{3+}: endapan cokelat kemerahan, merah darah dengan SCN^-. Fe^{2+}: endapan putih kehijauan yang teroksidasi menjadi cokelat; tidak memberi merah dengan SCN^- kecuali sudah teroksidasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 ✗** Endapan $Cu(OH)_2$ justru larut dalam NH_3 berlebih membentuk kompleks biru tua (seperti X).

• **Pernyataan 2 ✓** Endapan biru muda dengan NaOH yang larut menjadi biru tua dengan NH_3 berlebih adalah ciri Cu^{2+}.

• **Pernyataan 3 ✗** Jebakan: Fe^{2+} tidak bereaksi dengan KSCN, tetapi sebagian Fe^{2+} di udara teroksidasi menjadi Fe^{3+} sehingga muncul merah lemah. Endapan putih kehijauan Z justru ciri $Fe(OH)_2$.

• **Pernyataan 4 ✓** Endapan cokelat kemerahan $Fe(OH)_3$ dan warna merah darah dengan KSCN adalah ciri Fe^{3+}.

• **Pernyataan 5 ✓** Endapan putih kehijauan yang lama-lama cokelat dan merah lemah dengan KSCN menunjukkan Fe^{2+} yang sebagian berubah menjadi Fe^{3+}.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu semua pengamatan, coret ion yang bertentangan, lalu pilih yang cocok dengan semuanya.

1. Sebuah bengkel pelapisan logam (2026) ingin memastikan jenis ion logam dalam bak pelapisan sebelum limbahnya diolah. Hasil uji: dengan NaOH terbentuk endapan hijau yang tidak larut dalam NaOH berlebih; dengan NH_3 terbentuk endapan yang larut kembali dalam NH_3 berlebih menjadi larutan biru keunguan. Lembar kerja: $Cu(OH)_2$ biru muda, $Ni(OH)_2$ hijau, $Zn(OH)_2$ putih (larut dalam NaOH berlebih), $Fe(OH)_2$ putih kehijauan (lama-lama cokelat), $Co(OH)_2$ merah muda–biru; kompleks amonia Cu^{2+} biru tua, Ni^{2+} biru keunguan, Zn^{2+} tidak berwarna; $Fe(OH)_2$ tidak larut dalam NH_3.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Ion logam dalam bak pelapisan itu adalah ....

A. Cu^{2+}
B. Zn^{2+}
C. Fe^{2+}
D. Co^{2+}
E. Ni^{2+}

Kunci singkat: 1. E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa satu pengamatan yang tidak cocok sudah cukup untuk menggugurkan sebuah ion?
- Bagaimana kamu membedakan Cu^{2+} dari Ni^{2+}, padahal keduanya larut dalam NH_3 berlebih?
- **Yang harus kuingat:** warna ion dan hidroksida; NaOH berlebih melarutkan Zn dan Cr; NH_3 berlebih melarutkan Cu, Ni, Zn; Fe^{3+} + KSCN merah darah, Fe^{2+} + $K_3[Fe(CN)_6]$ biru tua; $Fe(OH)_2$ dan $Mn(OH)_2$ teroksidasi di udara; kromat kuning ⇌ dikromat jingga bergantung pH.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-5.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 5.3 · Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air

SMKKA-5.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 5, analisis bahan anorganik) meminta kamu **menjelaskan dan menerapkan penentuan *Total Suspended Solid* (TSS)**, yaitu padatan tersuspensi total dalam sampel air. Levelnya penerapan sampai penalaran: kamu menghitung TSS dari data penimbangan, lalu menalar apakah hasilnya masuk akal dan memenuhi batas mutu.

Pola soal yang sering muncul: (1) **menghitung TSS** dari massa kertas saring sebelum dan sesudah penyaringan serta volume sampel, sering untuk beberapa titik pengambilan sekaligus dalam satu tabel; (2) **menalar penyebab hasil yang janggal** dari catatan kerja analis, misalnya hasil terlalu rendah atau terlalu tinggi; (3) **memilih volume sampel** yang sesuai dengan kekeruhan air; (4) **membandingkan hasil dengan batas mutu** dan menafsirkan penurunan antartitik. Jebakan utamanya adalah satuan: massa residu dalam gram atau miligram, volume dalam mL atau L, dan hasil harus dalam mg/L.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan padatan total, padatan tersuspensi, dan padatan terlarut;
- menjelaskan prosedur penentuan TSS beserta alasan tiap langkah (bobot tetap, pembilasan, pengeringan, desikator);
- menghitung TSS dengan rumus yang benar dan satuan mg/L, serta memilih volume sampel;
- menjelaskan sumber galat dan arah pengaruhnya terhadap hasil.

Educational Institutions

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Air limbah dari pabrik makanan, peternakan, atau tambang sering tampak keruh karena membawa partikel kecil yang melayang. Partikel itu menghalangi cahaya matahari masuk ke dalam air sungai, dapat menyumbat insang ikan, dan menumpuk sebagai lumpur di dasar saluran. Karena itu kadar partikel tersebut diperiksa rutin di laboratorium lingkungan sebelum limbah dibuang. Ukurannya disebut **TSS** (*Total Suspended Solid*, padatan tersuspensi total): **massa padatan yang tertahan pada kertas saring berukuran pori tertentu, dinyatakan per liter sampel**, dengan satuan mg/L.

1. Padatan dalam air: terlarut, tersuspensi, dan total

Zat padat dalam air dapat berada dalam dua keadaan (Gambar 5.14). **Padatan terlarut** (*Total Dissolved Solids*, TDS) adalah zat yang menyatu dengan air, yaitu ion-ion garam, gula, dan molekul kecil. Zat ini tidak terlihat dan lolos kertas saring. **Padatan tersuspensi** adalah partikel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

yang melayang, misalnya lumpur, serat, sel mikroba, dan flok. Partikel ini lebih besar daripada pori kertas saring sehingga tertahan di atasnya. Gabungan keduanya disebut **padatan total** (*Total Solids*, TS):

TS = TSS + TDS

Pemisahan antara "tersuspensi" dan "terlarut" ditentukan oleh **ukuran pori kertas saring** yang dipakai. Partikel koloid yang sangat halus dapat lolos pori dan akan terhitung sebagai "terlarut". Itu sebabnya definisi TSS bersifat operasional: ia bergantung pada penyaring dan prosedur yang ditetapkan.



Gambar 5.14 Padatan tersuspensi tertahan pada kertas saring; padatan terlarut lolos bersama air. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

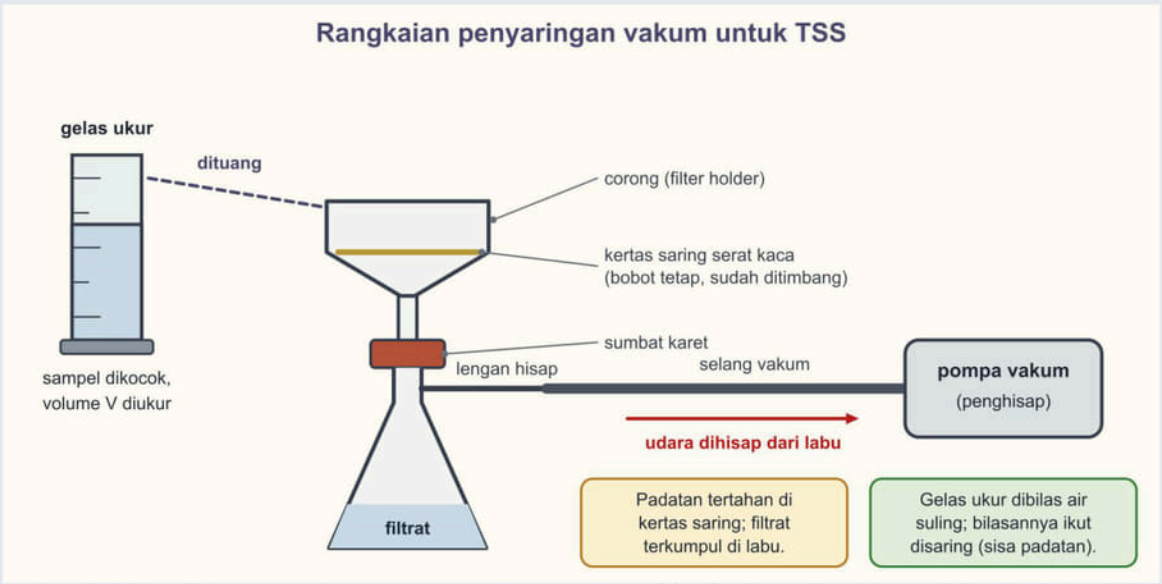
TSS tidak sama dengan **kekeruhan**. Kekeruhan diukur dengan alat optik (turbidimeter) berdasarkan seberapa banyak cahaya dihamburkan partikel. Keduanya biasanya berjalan seiring, tetapi hanya TSS yang diperoleh dengan **menimbang** padatan.

2. Alat dan bahan

Alat utamanya adalah **penyaring vakum** (Gambar 5.15), yaitu corong penahan kertas saring yang dipasang pada labu hisap dan dihubungkan ke pompa vakum. Vakum mempercepat penyaringan dan membuat padatan tertahan merata. Kertas saring yang dipakai umumnya berbahan **serat kaca** (*glass fibre*) dengan pori sekitar 1,5 µm; SOP tertentu memakai membran 0,45 µm. Serat kaca dipilih karena tahan panas, tidak menyerap air banyak, dan massanya stabil setelah dikeringkan. Kertas saring biasa dari selulosa menyerap uap air dan mudah melepas serat, sehingga massanya sulit dijaga tetap.

Alat pendukung lain: **oven** sekitar 105 °C untuk mengeringkan, **desikator** untuk mendinginkan tanpa menyerap uap air, **neraca analitik** (ketelitian 0,1 mg) untuk menimbang kertas saring, **gelas ukur atau pipet** untuk mengukur volume sampel, dan **air suling** untuk membilas.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.15 Rangkaian penyaringan vakum untuk penentuan TSS. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Prosedur dan alasannya

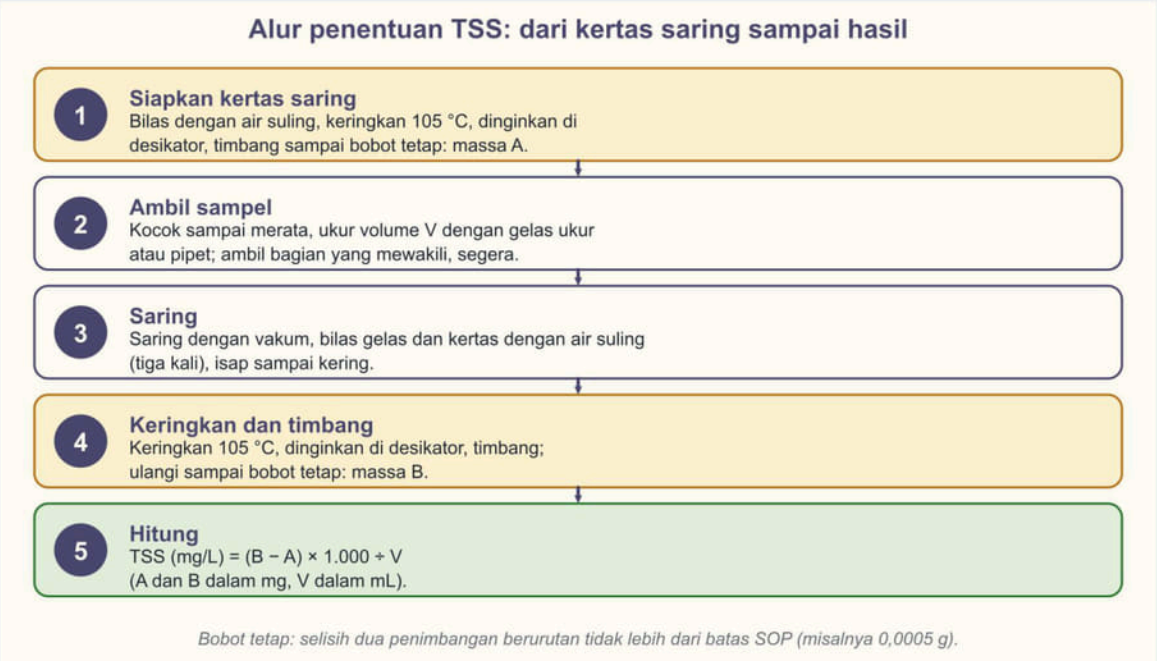
Prosedur penentuan TSS terdiri atas lima langkah utama (Gambar 5.16).

Langkah 1: siapkan kertas saring. Kertas dipasang pada penyaring vakum dan dibilas tiga kali dengan air suling sambil divakum, supaya serat yang mudah lepas ikut terbuang. Kertas lalu dikeringkan di oven sekitar 105 °C, didinginkan di desikator, dan ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulang sampai **bobot tetap**, yaitu selisih dua penimbangan berurutan tidak lebih dari batas SOP (misalnya 0,0005 g). Massa terakhir adalah **A**. Langkah ini penting karena kertas yang masih lembap atau yang masih melepas serat akan membuat massa awal tidak benar.

Langkah 2: ambil sampel. Botol sampel **dikocok sampai merata** (homogen), lalu volume **V** segera diukur. Partikel tersuspensi cepat mengendap bila botol dibiarkan diam, sehingga bagian atas botol selalu lebih jernih daripada bagian dasarnya. Mengambil sampel tanpa mengocok memberi hasil yang terlalu rendah. Volume diukur dengan gelas ukur atau pipet besar; bila sampel kental, gelas ukur dibilas air suling dan bilasannya ikut disaring.

Langkah 3: saring. Sampel dituang ke penyaring dan divakum. Setelah semua sampel tersaring, kertas dibilas **tiga kali dengan air suling** untuk membuang garam terlarut yang menempel pada residu, lalu dihisap sampai kering. Tanpa pembilasan, sedikit padatan terlarut tertinggal di kertas dan ikut tertimbang sebagai TSS.

Langkah 4: keringkan dan timbang. Kertas berisi residu dipindahkan dengan hati-hati ke cawan, dikeringkan di oven sekitar 105 °C, didinginkan di desikator, ditimbang, lalu diulang sampai bobot tetap. Massa terakhir adalah **B**. Residu halus mudah menyerap uap air, jadi pendinginan di udara terbuka akan menaikkan massa dan hasil.



Gambar 5.16 Alur penentuan TSS dari penyiapan kertas saring sampai perhitungan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Langkah 5: hitung. Hitung TSS dari A, B, dan V (bagian 4). Sebagai kontrol mutu, **blanko prosedur** dapat dikerjakan: air suling disaring dengan cara yang sama, dan massa kertasnya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

tidak boleh berubah melebihi batas SOP.

4. Menghitung TSS

Massa padatan tersuspensi adalah selisih massa kertas setelah dan sebelum penyaringan: **B − A**. TSS adalah massa itu dibagi volume sampel dalam liter. Bila A dan B dalam miligram dan V dalam mililiter, maka:

TSS (mg/L) = (B − A) × 1.000 ÷ V

Faktor 1.000 muncul karena 1 L = 1.000 mL. Bila A dan B dalam gram, satu faktor 1.000 tambahan diperlukan untuk mengubah gram menjadi miligram:

TSS (mg/L) = (B − A) × 1.000.000 ÷ V (A dan B dalam gram; V dalam mL)

Cara paling aman adalah mengerjakan dalam tiga langkah: (1) hitung massa residu dalam gram dan ubah ke miligram; (2) ubah volume ke liter; (3) bagi massa dengan volume. Misalnya residu 0,0075 g = 7,5 mg dalam 250 mL = 0,250 L memberi TSS 7,5 ÷ 0,250 = 30 mg/L. Periksa satuan hasil: mg/L, bukan mg atau g/L.

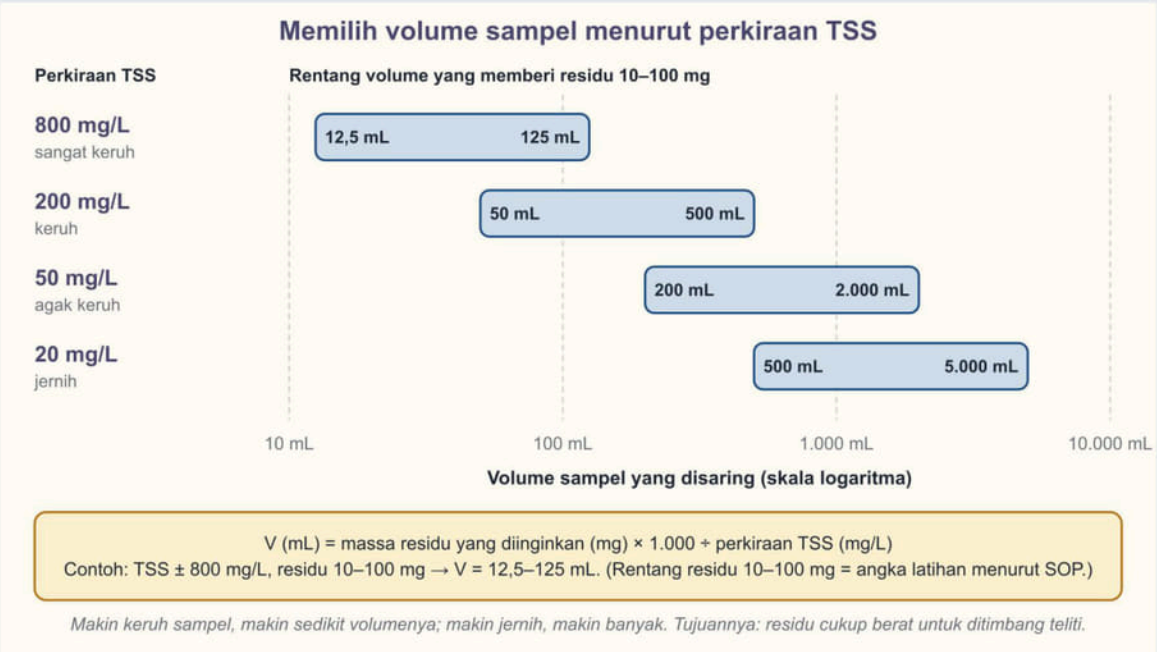
5. Memilih volume sampel

Volume sampel dipilih supaya massa residu cukup besar untuk ditimbang teliti, tetapi tidak terlalu besar sehingga penyaringan menjadi sangat lama atau kertas tersumbat (Gambar 5.17). Residu yang terlalu sedikit membuat galat penimbangan sebesar 0,1 mg menjadi bagian besar dari hasil. Residu yang terlalu banyak membentuk lapisan tebal yang menjebak air dan sulit kering. Rentang massa residu yang dianjurkan ditetapkan SOP; dalam buku ini dipakai angka latihan 10–100 mg.

Hubungannya sederhana: **volume (mL) = massa residu yang diinginkan (mg) × 1.000 ÷ perkiraan TSS (mg/L)**. Sampel yang keruh membutuhkan volume kecil, sedangkan sampel yang jernih membutuhkan volume besar. Bila TSS sama sekali tidak diketahui, analis menyaring dua volume berbeda atau melakukan uji pendahuluan, lalu menyesuaikan.

Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 5.17 Rentang volume sampel menurut perkiraan TSS, dengan massa residu 10–100 mg (angka latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Sumber galat dan arah pengaruhnya

Hasil TSS dapat salah ke dua arah. Analis perlu tahu arahnya agar dapat menalar penyebab hasil yang janggal:

Kesalahan	Arah hasil	Alasan
Sampel tidak dikocok atau diambil dari bagian atas	terlalu rendah	padatan yang mengendap tidak terambil
Partikel halus lolos kertas saring	terlalu rendah	massa partikel yang lolos tidak tertimbang
Kertas saring awal ditimbang masih lembap atau tidak bobot tetap	terlalu rendah	A terlalu besar, sehingga B − A mengecil
Kertas tidak dibilas lebih dulu, serat lepas saat penyaringan	terlalu rendah	B berkurang oleh serat yang hilang
Residu belum kering atau tidak bobot tetap	terlalu tinggi	air masih menambah massa B
Pendinginan di udara terbuka, bukan desikator	terlalu tinggi	residu menyerap uap air
Residu tidak dibilas air suling	terlalu tinggi	garam terlarut ikut tertimbang
Residu terlalu tebal	umumnya terlalu tinggi	air terjebak dan sukar kering
Volume salah ukur	bergantung selisih	volume sebagai pembagi ikut salah

Penyimpanan sampel juga berpengaruh. Sampel yang disimpan lama pada suhu ruang dapat berubah karena aktivitas mikroba atau partikel yang menggumpal dan mengendap. Sampel disimpan dingin dalam wadah bersih dan dianalisis dalam masa simpan yang ditetapkan SOP.

7. Pelaporan dan perbandingan dengan batas mutu

Hasil dilaporkan dalam **mg/L**, bersama volume yang disaring, tanggal, dan nama analis. Analisis dilakukan **duplo** (dua ulangan), dan selisih kedua hasil terhadap rata-rata dibandingkan dengan batas penerimaan SOP; bila selisih terlalu besar, penentuan diulang. Hasil rata-rata kemudian dibandingkan dengan **batas mutu** air limbah (baku mutu) yang berlaku untuk kegiatan tersebut. Hasil yang sama dengan atau di bawah batas menyatakan sampel memenuhi, dan hasil di atas batas menyatakan tidak memenuhi. Angka batas yang dipakai di buku ini hanyalah angka latihan menurut SOP. Nilai TSS dilaporkan sesuai angka penting hasil penimbangan; pembulatan dilakukan sesudah semua perhitungan selesai.

▣ CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menghitung TSS dari data penimbangan

Pada 2026, Wulan menentukan TSS air limbah sebuah usaha pencelupan kain. Kertas saring serat kaca berbobot tetap 0,0957 g. Sebanyak 150 mL sampel yang telah dikocok disaring,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dibilas, dan dikeringkan 105 °C sampai bobot tetap; massa kertas beserta residu 0,1083 g. Hitung TSS. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa residu.** B − A = 0,1083 − 0,0957 = 0,0126 g = 12,6 mg. Mengubah gram ke miligram: 0,0126 × 1.000 = 12,6.
2. **Volume dalam liter.** 150 mL = 0,150 L.
3. **TSS.** 12,6 mg ÷ 0,150 L = 84 mg/L.
4. **Periksa dengan rumus langsung.** (0,1083 − 0,0957) × 1.000.000 ÷ 150 = 12.600 ÷ 150 = 84 mg/L.

Jawaban: TSS = 84 mg/L. Cek akal sehat: 150 mL sedikit kurang dari seperenam liter, jadi satu liter memuat sekitar 6,7 kali lebih banyak residu, yaitu 12,6 × 6,67 ≈ 84. Hasil yang jauh dari angka itu menandakan salah satu satuan keliru.

Contoh 2: memilih volume sampel

Pada 2027, Gilang akan menentukan TSS pada dua sampel dari sebuah tambang pasir: air kolam penampungan yang sangat keruh (perkiraan 800 mg/L) dan air hasil olahan yang hampir jernih (perkiraan 20 mg/L). Menurut SOP latihan, massa residu yang baik 10–100 mg. Tentukan rentang volume untuk tiap sampel dan pilih volume yang praktis. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Rumus.** V (mL) = massa residu (mg) × 1.000 ÷ TSS perkiraan (mg/L).
2. **Inlet.** Minimum 10 × 1.000 ÷ 800 = 12,5 mL; maksimum 100 × 1.000 ÷ 800 = 125 mL. Dipilih 50 mL, yang memberi residu perkiraan 800 mg/L × 0,050 L = 40 mg.
3. **Outlet.** Minimum 10 × 1.000 ÷ 20 = 500 mL; maksimum 100 × 1.000 ÷ 20 = 5.000 mL. Dipilih 1.000 mL, yang memberi residu perkiraan 20 mg/L × 1,000 L = 20 mg.
4. **Periksa kepraktisan.** 5.000 mL terlalu lama disaring, sedangkan 1.000 mL masih wajar. Bila hanya 100 mL dipakai untuk outlet, residu perkiraan hanya 2 mg, di bawah rentang yang baik.

Jawaban: inlet 12,5–125 mL (dipilih 50 mL); outlet 500–5.000 mL (dipilih 1.000 mL). Cek akal sehat: sampel yang lebih keruh membutuhkan volume lebih kecil; urutan ini sesuai (50 mL untuk inlet, 1.000 mL untuk outlet).

Contoh 3: menilai hasil terhadap batas mutu

Pada 2027, Hana menganalisis duplo air outlet sebuah instalasi pengolahan limbah dengan volume 400 mL tiap ulangan. Ulangan 1: kertas awal 0,1012 g, kertas dan residu 0,1100 g. Ulangan 2: kertas awal 0,1008 g, kertas dan residu 0,1097 g. Batas penerimaan duplo menurut SOP latihan: selisih terhadap rata-rata tidak lebih dari 5 %. Batas mutu latihan untuk outlet: 50 mg/L. Hitung TSS dan nilailah. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Ulangan 1.** Residu 0,1100 − 0,1012 = 0,0088 g = 8,8 mg; TSS = 8,8 ÷ 0,400 = 22,0 mg/L.
2. **Ulangan 2.** Residu 0,1097 − 0,1008 = 0,0089 g = 8,9 mg; TSS = 8,9 ÷ 0,400 = 22,25 mg/L.
3. **Rata-rata.** (22,0 + 22,25) ÷ 2 = 22,125 mg/L, dilaporkan 22,1 mg/L.

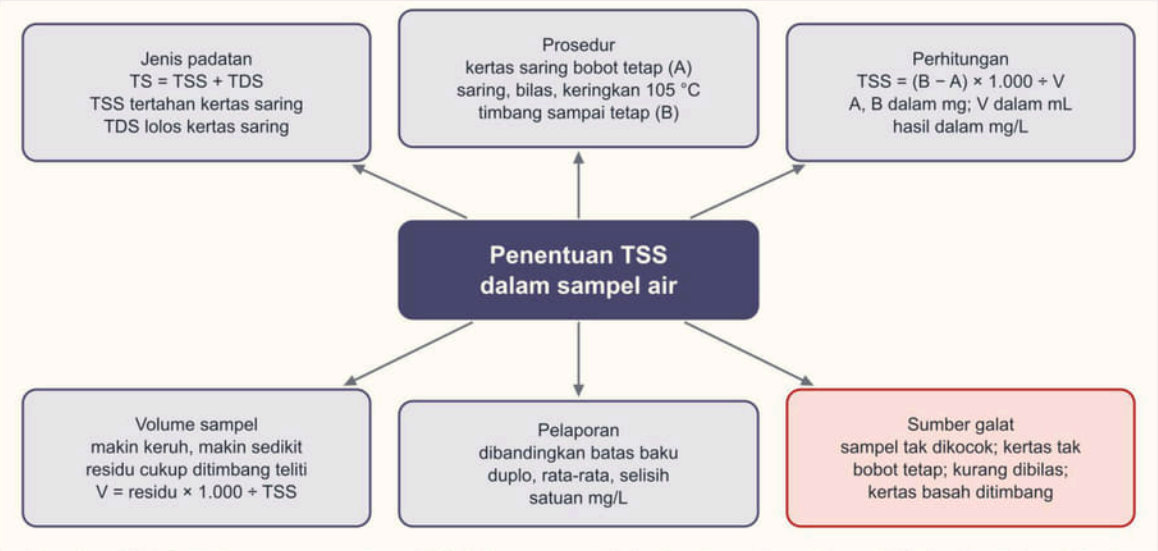
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Selisih duplo.** |22,0 − 22,25| = 0,25 mg/L; 0,25 ÷ 22,125 × 100 % ≈ 1,1 %. Hasil ini kurang dari 5 %, jadi duplo diterima.
5. **Perbandingan batas.** 22,1 mg/L < 50 mg/L, sehingga sampel memenuhi batas mutu latihan.

Jawaban: TSS 22,1 mg/L, duplo diterima, memenuhi batas. Cek akal sehat: seandainya kertas awal ulangan 1 ditimbang lembap dan 3 mg terlalu berat, TSS akan terhitung 3 ÷ 0,400 = 7,5 mg/L lebih rendah, yaitu sekitar 14,6 mg/L. Hasil itu terlihat lebih baik tetapi salah, dan itulah alasan kertas saring wajib dikeringkan sampai bobot tetap sebelum ditimbang.

❖ PETA KONSEP

Gambar 5.18 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 5.18 Peta konsep penentuan TSS dalam sampel air. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **TSS** adalah padatan yang tertahan kertas saring (pori sekitar 0,45–1,5 µm) per liter sampel; **TS = TSS + TDS**.
- **Prosedur:** kertas saring dikeringkan sampai bobot tetap (A); sampel dikocok dan diukur V; saring vakum, bilas air suling; keringkan 105 °C, dinginkan di desikator, timbang sampai bobot tetap (B).
- **TSS (mg/L) = (B − A) × 1.000 ÷ V** dengan A, B dalam mg dan V dalam mL; bila dalam gram, faktornya 1.000.000.
- **Volume sampel:** makin keruh makin sedikit; V = massa residu yang diinginkan × 1.000 ÷ perkiraan TSS.
- **Arah galat:** sampel tak dikocok, partikel lolos, kertas awal lembap → hasil rendah; residu lembap, desikator tak dipakai, tanpa pembilasan → hasil tinggi.
- Laporkan **duplo**, rata-rata, dan bandingkan dengan batas mutu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal TSS:

1. **Tulis A, B, dan V dengan satuan** yang tertera di soal.
2. **Hitung massa residu B − A**, lalu ubah ke mg.
3. **Ubah volume ke liter**, lalu bagi massa dengan volume.
4. **Periksa arah** pada soal penalaran: apakah kesalahan itu menambah atau mengurangi massa residu?

Jebakan yang sering dipasang:

- **Satuan tidak diselaraskan**, misalnya massa dalam gram dibagi volume dalam mL lalu dilaporkan sebagai mg/L.
- **Massa residu tidak dibagi volume**, atau dikalikan dengan volume.
- **Residu terkecil dianggap TSS terendah**, padahal volume yang disaring berbeda tiap titik.
- **Volume besar dianggap membuat TSS lebih kecil**, padahal volume ikut menjadi pembagi sehingga TSS tidak berubah.
- **Pendinginan di desikator dianggap sumber galat**, padahal itu langkah yang benar.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa membandingkan dua titik dan menyimpulkan "titik B lebih bersih karena residunya hanya 18 mg, sedangkan titik A 35 mg". Yang tepat: titik B disaring 100 mL sehingga TSS-nya 18 ÷ 0,100 = 180 mg/L, sedangkan titik A disaring 700 mL sehingga TSS-nya 35 ÷ 0,700 = 50 mg/L; yang dibandingkan adalah mg/L, bukan massa residu.

● BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji langkah perhitungan TSS dan ketelitian satuan. Pakai bagian 4 (menghitung TSS).

►. Laboratorium lingkungan sebuah pabrik tahu (2027) memeriksa TSS air limbah sebelum dibuang. Kertas saring kering berbobot tetap 0,1050 g. Sebanyak 200 mL sampel yang sudah dikocok homogen disaring, lalu kertas saring dikeringkan pada 105 °C sampai bobot tetap: 0,1170 g.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai TSS sampel tersebut adalah ....

A. 120 mg/L
B. 60 mg/L
C. 12 mg/L
D. 6,0 mg/L
E. 2,4 mg/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: TSS (padatan tersuspensi total) = massa padatan yang tertahan kertas saring (mg) ÷ volume sampel (L).

Langkah:

1. Padatan = 0,1170 − 0,1050 = 0,0120 g = 12,0 mg.
2. Volume = 200 mL = 0,200 L.
3. TSS = 12,0 ÷ 0,200 = 60 mg/L.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Volume dianggap 0,100 L.
- **B.** ✓ 12,0 mg ÷ 0,200 L = 60 mg/L.
- **C.** ✗ Jebakan: massa padatan (12 mg) belum dibagi volume sampel.
- **D.** ✗ Massa padatan dibagi 2 (seolah volume 2 L).
- **E.** ✗ Jebakan: massa dikalikan 0,200, bukan dibagi.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis A, B, V dengan satuan, hitung massa residu, lalu tentukan TSS atau arah galat.

1. Hasil TSS air limbah sebuah peternakan sapi perah (2027) hari ini jauh lebih rendah daripada biasanya, padahal kegiatan peternakan tidak berubah. Supervisor memeriksa catatan kerja analis: botol sampel disimpan semalam di kulkas sehingga ada endapan di dasar; analis menuang 100 mL dari bagian atas botol tanpa mengocoknya; filtrat yang keluar masih agak keruh; kertas saring kosong langsung ditimbang dari kotaknya tanpa dikeringkan dulu; kertas saring berisi residu dikeringkan 105 °C lalu didinginkan di desikator sebelum ditimbang.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab hasil terlalu rendah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sampel tidak dikocok sehingga padatan yang mengendap di dasar botol tidak ikut diambil.
☐ B. Kertas saring berisi residu didinginkan di desikator sebelum ditimbang.
☐ C. Sebagian partikel halus lolos dari kertas saring, terlihat dari filtrat yang masih agak keruh.
☐ D. Kertas saring kosong ditimbang tanpa dikeringkan, sehingga massa awalnya ikut mengandung air.
☐ E. Sampel disimpan di kulkas semalam sehingga sebagian padatan tersuspensi berubah menjadi zat terlarut.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Laboratorium sebuah pabrik kelapa sawit (2027) memantau TSS pada tiga titik instalasi pengolahan air limbah. Batas TSS di outlet yang ditetapkan perusahaan 100 mg/L.

Titik	Volume disaring (mL)	Kertas saring awal (g)	Kertas + residu kering (g)
Inlet	50	0,1000	0,1450
Kolam aerasi	100	0,1020	0,1250
Outlet	500	0,1010	0,1410

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. TSS inlet adalah 900 mg/L.

☐ B. Kolam aerasi memiliki TSS terendah karena massa residunya paling kecil.

☐ C. TSS outlet memenuhi batas perusahaan.

☐ D. Penurunan TSS dari inlet ke outlet lebih dari 90%.

☐ E. Volume outlet yang disaring dibuat besar agar nilai TSS outlet terhitung lebih kecil.

Kunci singkat: 1. A, C, D 2. A, C, D

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa TSS harus dibandingkan dalam mg/L dan bukan dalam massa residu saja?
- Mengapa kertas saring perlu dikeringkan sampai bobot tetap sebelum dipakai menyaring sampel?
- **Yang harus kuingat:** TSS (mg/L) = (B − A) × 1.000 ÷ V (mg dan mL); sampel dikocok; kertas bobot tetap; residu dibilas, dikeringkan 105 °C, didinginkan di desikator; volume dipilih agar residu cukup ditimbang; sampel keruh = volume kecil.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 5.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-5.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 5

SMKKA-KB5

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 5 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB5

1. Pada 2027, Fajar, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pupuk NPK, menguji beberapa sampel garam dengan uji nyala memakai satu kawat nikrom. Sampel terakhir adalah natrium klorida, dan nyala kuning terang masih tampak sesaat setelah kawat diangkat dari nyala. Sampel berikutnya adalah kalium klorida yang harus diuji dengan kawat yang sama, dan ia ingin memastikan warna kuning sisa tidak terbawa ke pengujian itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara membersihkan kawat yang paling tepat adalah ....

A. mencelupkannya ke larutan natrium hidroksida lalu memijarkannya sampai nyala tidak berwarna
B. mencucinya dengan air keran lalu mengeringkannya sebelum dicelupkan ke sampel berikutnya
C. mencelupkannya ke larutan asam klorida lalu memijarkannya sampai nyala tidak berwarna
D. menyekanya dengan tisu kering lalu langsung mencelupkannya ke sampel berikutnya
E. menahannya sebentar di nyala biru saja karena sisa natrium akan menguap sendiri

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Pada 2027, Gita, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pelapisan perabot logam, menguji larutan bak tembaga yang berwarna biru. Penambahan sedikit NH_3 menghasilkan endapan biru muda, dan penambahan NH_3 berlebih melarutkan endapan itu menjadi larutan biru tua. Pada porsi lain, penambahan NaOH berlebih tidak melarutkan endapan biru muda. Gita bertanya mengapa endapan larut dalam NH_3 berlebih tetapi tidak dalam NaOH berlebih.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. $Cu(OH)_2$ amfoter sehingga larut dalam basa berlebih, tetapi NaOH yang dipakai terlalu encer

B. NH_3 berlebih membentuk kompleks $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ yang larut, sedangkan NaOH tidak membentuknya

C. NH_3 adalah basa yang lebih kuat daripada NaOH sehingga pH larutan menjadi lebih tinggi

D. NaOH berlebih mengoksidasi $Cu(OH)_2$ menjadi senyawa tidak larut, sedangkan NH_3 tidak mengoksidasinya

E. Endapan larut karena volume NH_3 berlebih mengencerkan campuran hingga di bawah batas kelarutan

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Pada 2027, Wawan, analis di laboratorium sebuah bengkel pengecoran kuningan, menguji limbah cair bengkel itu secara bertahap pada tabung reaksi. Gambar memperlihatkan hasil pengamatan lima tabung: sampel awal, sampel setelah NaOH berlebih, endapan yang disaring lalu diberi NH_3 berlebih, serta filtrat tabung 2 yang diberi HCl encer sedikit-sedikit lalu berlebih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....



A. Sampel hanya mengandung Cu^{2+}; endapan putih pada tabung 4 berasal dari pereaksi HCl
B. Sampel mengandung Cu^{2+} dan Fe^{3+}; endapan putih pada tabung 4 adalah $Fe(OH)_3$ yang baru terbentuk
C. Sampel mengandung Cu^{2+} dan Zn^{2+}; $Cu(OH)_2$ tetap sebagai endapan dan Zn^{2+} terbawa filtrat sebagai zinkat
D. Sampel mengandung Cu^{2+} dan Ni^{2+}; keduanya larut dalam NH_3 berlebih pada tabung 3 menjadi biru
E. Sampel mengandung Cu^{2+} dan Zn^{2+}; $Zn(OH)_2$ tetap sebagai endapan dan Cu^{2+} terbawa filtrat

4. Pada 2027, Salma, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik garam konsumsi, menemukan empat botol larutan klorida 0,1 M tanpa label. Isinya NaCl, KCl, $MgCl_2$, dan $BaCl_2$ (urutan tidak diketahui). Lembar kerja: nyala Na kuning terang, K ungu muda (dilihat lewat kaca kobalt), Ba hijau kekuningan, Mg tanpa warna khas; NaOH encer hanya mengendapkan Mg^{2+} (putih); Na_2SO_4 encer hanya mengendapkan Ba^{2+} (putih). Hasil pengamatan:

Botol	Uji nyala	+ NaOH encer	+ Na_2SO_4 encer
1	kuning terang	tidak ada endapan	tidak ada endapan
2	hijau kekuningan	tidak ada endapan	endapan putih
3	tanpa warna khas	endapan putih	tidak ada endapan
4	ungu muda (lewat kaca kobalt)	tidak ada endapan	tidak ada endapan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Isi botol 1, 2, 3, dan 4 berturut-turut adalah ....

A. KCl, $BaCl_2$, $MgCl_2$, $NaCl$
B. $NaCl$, $MgCl_2$, $BaCl_2$, KCl
C. $NaCl$, $BaCl_2$, KCl, $MgCl_2$
D. $BaCl_2$, $NaCl$, $MgCl_2$, KCl
E. $NaCl$, $BaCl_2$, $MgCl_2$, KCl

5. Pada 2027, Rudi, analis di laboratorium sebuah pabrik pupuk campuran, menguji sampel padat dengan uji nyala memakai kawat nikrom yang bersih. Nyala langsung tampak kuning terang dan bertahan beberapa detik. Ketika nyala yang sama diamati melalui kaca kobalt, warna kuning itu hilang dan tidak tampak warna lain, termasuk ungu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan atau kesimpulan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kaca kobalt menyerap cahaya kuning sehingga nyala natrium tidak terlihat lagi
☐ B. Tidak adanya ungu membuktikan sampel pasti bebas kalium dalam jumlah berapa pun
☐ C. Kaca kobalt mengubah cahaya kuning natrium menjadi tidak berwarna lewat reaksi kimia
☐ D. Sampel mengandung natrium karena nyala kuning terang bertahan beberapa detik
☐ E. Kalium tidak terdeteksi pada uji ini, tetapi jumlah yang sangat kecil belum tentu terdeteksi

6. Pada 2027, Intan, analis di laboratorium air minum sebuah perusahaan daerah, akan menguji Mg^{2+} pada air baku dengan larutan natrium hidrogen fosfat dan amonia. Sebelum menguji sampel, ia menguji blanko pereaksi: ke 5 mL air suling ia menambahkan kedua pereaksi itu. Larutan blanko tampak keruh putih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. menghentikan uji sampel, menelusuri pereaksi atau air suling yang tercemar, lalu mengulang blanko
B. melanjutkan uji sampel lalu menyimpulkan bahwa kekeruhan putih pada sampel adalah bukti Mg^{2+}
C. melanjutkan uji sampel dan mengabaikan blanko karena blanko tidak berisi contoh air baku
D. memakai pereaksi dalam jumlah lebih sedikit pada sampel supaya kekeruhan tidak tampak
E. mengganti sampel dengan larutan standar Mg^{2+} agar kekeruhan hasil uji tampak lebih jelas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Pada 2027, Melati, analis di balai pengujian air tanah, menganalisis sampel yang diduga mengandung Ca^{2+}, Ba^{2+}, dan Mg^{2+}. Menurut SOP: tambahkan NH_4Cl, NH_3, lalu $(NH_4)_2CO_3$; saring endapan putih; filtrat diuji Mg^{2+} dengan Na_2HPO_4 dan NH_3 (endapan putih berkristal bila ada Mg^{2+}). Hendra, siswa PKL, melewatkan penambahan NH_4Cl. Endapan karbonat yang ia peroleh lebih banyak daripada biasanya, dan filtratnya tidak keruh sama sekali dengan Na_2HPO_4 dan NH_3, padahal air yang sama biasanya memberi hasil positif Mg^{2+}.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mg^{2+} ikut mengendap bersama karbonat pada tahap pertama sehingga filtrat tidak lagi memuatnya

☐ B. Hasil uji fosfat yang negatif menunjukkan sampel tidak mengandung Mg^{2+} sama sekali

☐ C. NH_4Cl menjaga konsentrasi OH^- dan CO_3^{2-} tetap rendah sehingga Mg^{2+} tidak mengendap pada tahap itu

☐ D. Endapan yang lebih banyak membuktikan kadar Ca^{2+} dan Ba^{2+} dalam sampel lebih tinggi dari biasanya

☐ E. Pengujian perlu diulang dari sampel yang belum diolah dengan menambahkan NH_4Cl sesuai SOP

8. Pada 2027, Eko, analis di laboratorium sebuah pabrik baterai, menerima sampel air bilasan yang jernih dan tidak berwarna. Karena terburu-buru, ia menuang 5 mL larutan NaOH 2 M sekaligus ke dalam 2 mL sampel. Larutan tetap jernih dan tidak berwarna tanpa endapan sama sekali. Eko menyimpulkan bahwa sampel tidak mengandung logam yang mengendap dengan NaOH.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penilaian yang paling tepat atas kesimpulan Eko adalah ....

A. belum tepat; $Zn(OH)_2$ amfoter dapat langsung larut sebagai $[Zn(OH)_4]^{2-}$, jadi uji diulang tetes demi tetes

B. tepat; tidak adanya endapan berarti sampel tidak mengandung ion logam transisi apa pun, uji selesai

C. belum tepat; seharusnya NH_3 berlebih dipakai sejak awal karena NaOH tidak mengendapkan logam transisi

D. tepat; larutan tak berwarna pasti hanya berisi ion alkali atau alkali tanah, sehingga uji selesai

E. belum tepat; NaOH 2 M dapat melarutkan semua endapan hidroksida logam transisi bila ditambahkan sekaligus

9. Pada 2027, Doni, analis di laboratorium sebuah usaha penyamakan kulit, menerima dua botol larutan berwarna kuning, X dan Y, dari bak yang berbeda. Hasil uji: X + KSCN → merah darah; X + $BaCl_2$ → tidak ada endapan. Y + KSCN → tidak ada perubahan warna; Y + $BaCl_2$ → endapan kuning; pada porsi lain, Y yang diasamkan dengan H_2SO_4 encer → jingga.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Zat berwarna dalam botol X dan Y berturut-turut adalah ....

A. CrO_4^{2-} dan Fe^{3+}
B. Fe^{2+} dan CrO_4^{2-}
C. Fe^{3+} dan $Cr_2O_7^{2-}$
D. Fe^{3+} dan Cr^{3+}
E. Fe^{3+} dan CrO_4^{2-}

10. Pada 2027, Lina, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik susu, menguji Ca^{2+} pada sampel yang telah diasamkan dengan HCl sampai pH sekitar 1 (untuk melarutkan sisa padatan). Ia menambahkan larutan amonium oksalat dan tidak melihat endapan, lalu menyimpulkan sampel bebas Ca^{2+}. Seniornya meminta ia menambahkan larutan NH_3 tetes demi tetes sampai larutan basa lemah. Setelah itu muncul endapan putih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Endapan putih itu membuktikan Mg^{2+} dan Ca^{2+} sama-sama ada, sebab oksalat dari keduanya mengendap dalam jumlah yang sama.	○	○
Pada pH sekitar 1, kalsium oksalat larut sehingga ketiadaan endapan belum membuktikan sampel bebas Ca^{2+}.	○	○
Endapan muncul setelah dibasakan karena kalsium oksalat tidak larut dalam suasana basa lemah, sedangkan dalam asam kuat ia larut.	○	○

11. Pada 2027, Sari, analis di laboratorium sebuah usaha pembuatan papan sirkuit cetak, menguji sisa larutan etsa berwarna cokelat kehijauan yang diduga mengandung Fe^{3+} dan Cu^{2+}. Penambahan NaOH sedikit memberi endapan campuran cokelat kemerahan dan biru muda. Pada porsi lain, penambahan NH_3 berlebih menghasilkan endapan cokelat kemerahan yang tetap, sedangkan cairan di atasnya berwarna biru tua. Endapan itu disaring.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Cairan biru tua menunjukkan Cu^{2+} telah menjadi kompleks $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ yang larut.	○	○
Endapan cokelat kemerahan yang tersaring, setelah dilarutkan dalam asam encer, tidak akan memberi warna merah darah dengan KSCN.	○	○
Endapan cokelat kemerahan yang tidak larut dalam NH_3 berlebih sesuai dengan $Fe(OH)_3$.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

12. Pada 2027, Tika, siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian limbah, menguji empat sampel (P, Q, R, S) yang masing-masing diduga mengandung satu ion logam transisi. Hasil pengamatan:

Sampel	Warna larutan	+ NaOH sedikit	+ NaOH berlebih	+ NH_3 berlebih
P	biru	endapan biru muda	endapan tetap	endapan larut, larutan biru tua
Q	hijau	endapan hijau	endapan tetap	endapan larut, larutan biru keunguan
R	hijau tua	endapan hijau keabuan	endapan larut, larutan hijau tua	endapan tetap
S	hampir tidak berwarna	endapan putih, menjadi cokelat setelah beberapa menit	endapan tetap	endapan tetap

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. P dan Q larut hanya dalam NH_3 berlebih; keduanya dibedakan oleh warna larutan dan kompleks aminanya

☐ B. R adalah Cr^{3+} karena endapannya larut dalam NaOH berlebih tetapi tidak larut dalam NH_3 berlebih

☐ C. S adalah Zn^{2+} karena endapan awalnya putih, sama seperti endapan seng pada umumnya

☐ D. Endapan S berubah cokelat karena S mengandung Fe^{3+} yang mengendap sebagai $Fe(OH)_3$ cokelat

☐ E. Pengamatan S (putih lalu cokelat, tidak larut dalam kedua basa berlebih) cocok dengan Mn^{2+}

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Pada 2027, Erwin, analis di laboratorium sebuah usaha galvanis, menguji dua botol larutan besi dari satu pemasok. Botol 1 baru dibuat; botol 2 disimpan terbuka berbulan-bulan. Hasil pada botol 1: $K_4[Fe(CN)_6]$ memberi endapan putih kebiruan, $K_3[Fe(CN)_6]$ memberi endapan biru tua, dan KSCN tidak memberi warna. Hasil pada botol 2: $K_4[Fe(CN)_6]$ memberi endapan biru tua, $K_3[Fe(CN)_6]$ memberi endapan biru tua, dan KSCN memberi merah darah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Botol 2 hanya mengandung Fe^{3+} karena KSCN memberi merah darah
☐ B. Botol 1 hanya mengandung Fe^{2+} dan tidak mengandung Fe^{3+}
☐ C. Endapan putih kebiruan pada botol 1 menunjukkan botol 1 mengandung Fe^{3+}
☐ D. Botol 2 mengandung Fe^{2+} dan Fe^{3+} sekaligus karena oksidasi sebagian
☐ E. Endapan biru tua $K_4[Fe(CN)_6]$ pada botol 2 berasal dari Fe^{3+} hasil oksidasi

14. Pada 2027, Rafi, analis laboratorium utilitas sebuah pabrik minuman, memeriksa air umpan boiler. Kesadahan air itu seluruhnya sementara, berasal dari kalsium bikarbonat dengan kadar Ca^{2+} 48 mg/L. Boiler memakai 2,5 m^3 air per hari. Pada pemanasan, $Ca(HCO_3)_2$ terurai menjadi $CaCO_3$, H_2O, dan CO_2, dan seluruh $CaCO_3$ itu mengendap sebagai kerak (Ar Ca = 40; Mr $CaCO_3$ = 100; Mr $Ca(HCO_3)_2$ = 162).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa kerak $CaCO_3$ yang terbentuk per hari adalah ....

A. 120 g
B. 300 g
C. 486 g
D. 750 g
E. 3.000 g

15. Pada 2027, Wawan, analis di laboratorium sebuah balai air minum, memeriksa tiga sumur untuk sebuah usaha laundri. Menurut SOP latihan, air dengan kesadahan di atas 300 mg/L sebagai $CaCO_3$ harus dilunakkan lebih dulu. Kesadahan total = kadar Ca^{2+} × 100/40 + kadar Mg^{2+} × 100/24 (dalam mg/L sebagai $CaCO_3$).

Sumur	Ca^{2+} (mg/L)	Mg^{2+} (mg/L)
A	100	12
B	64	36
C	76	24

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Sumur dengan kesadahan total paling tinggi dan nilainya adalah ....

A. Sumur A, 300 mg/L
B. Sumur B, 160 mg/L
C. Sumur C, 290 mg/L
D. Sumur B, 310 mg/L
E. Sumur A, 112 mg/L

16. Pada 2027, Bima menganalisis air bilasan sebuah pabrik kembang api yang diduga mengandung Ba^{2+} dan Sr^{2+} (tanpa Ca^{2+}). Sampel dibagi dua. Bagian 1 diberi penyangga asam asetat lalu larutan K_2CrO_4: terbentuk endapan kuning, yang disaring. Filtrat bagian 1 memberi nyala merah tua pada uji nyala. Bagian 2 diberi K_2CrO_4 tanpa penyangga asetat: terbentuk endapan kuning yang lebih banyak daripada bagian 1.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Endapan kuning pada bagian 2 membuktikan hanya Ba^{2+} yang ada, sebab kromat selalu selektif terhadap Ba^{2+}
☐ B. Endapan kuning pada bagian 1 adalah $BaCrO_4$ karena dalam suasana asetat $SrCrO_4$ larut
☐ C. Nyala merah tua pada filtrat bagian 1 menunjukkan Sr^{2+} masih berada dalam larutan
☐ D. Penyangga asetat ditambahkan agar $BaCrO_4$ larut dan Sr^{2+} dapat mengendap lebih dahulu
☐ E. Endapan yang lebih banyak pada bagian 2 menunjukkan $SrCrO_4$ ikut mengendap tanpa asetat

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Pada 2027, dua laboratorium menganalisis sampel air limbah pabrik kertas yang sama, dikocok merata dan diukur volumenya dengan benar. Padatan total (TS) menurut kedua laboratorium sama, 920 mg/L. Laboratorium A memakai kertas serat kaca berpori 1,5 µm dan memperoleh TSS 38 mg/L. Laboratorium B memakai membran berpori 0,45 µm dan memperoleh TSS 51 mg/L. Keduanya mengikuti SOP masing-masing tanpa kesalahan prosedur.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat tentang TDS dan penyebab selisih TSS adalah ....

A. TDS kedua laboratorium sama, 920 mg/L; selisih TSS berasal dari galat penimbangan
B. TDS A = 958 mg/L dan B = 971 mg/L; selisih TSS berasal dari partikel berukuran 0,45–1,5 µm
C. TDS A = 869 mg/L dan B = 882 mg/L; selisih TSS berasal dari partikel berukuran 0,45–1,5 µm
D. TDS A = 882 mg/L dan B = 869 mg/L; selisih TSS berasal dari partikel berukuran 0,45–1,5 µm
E. TDS A = 882 mg/L dan B = 869 mg/L; selisih TSS membuktikan laboratorium A tidak mengocok sampel

18. Pada 2027, Rani, analis di laboratorium sebuah rumah potong ayam, belum mengetahui TSS air limbah barunya. Sebagai uji pendahuluan, ia menyaring tiga volume berbeda dari satu sampel yang sama (dikocok merata), lalu mencatat massa residu kering berbobot tetap. SOP latihan menetapkan massa residu yang baik 10–100 mg.

Volume disaring (mL)	Massa residu kering (mg)
100	3,1
250	7,9
500	15,6

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang paling tepat adalah ....

A. TSS sekitar 8,9 mg/L (rata-rata massa residu), dan volume 250 mL paling sesuai disaring
B. TSS sekitar 31 mg/L, dan volume 100 mL paling sesuai karena penyaringannya paling cepat
C. TSS sekitar 31 mg/L, dan volume 500 mL paling sesuai karena hanya residunya masuk rentang SOP
D. TSS sekitar 15,6 mg/L, karena volume terbesar memberi hasil yang paling mewakili sampel
E. TSS tidak dapat ditentukan karena massa residu ketiga volume berbeda-beda

19. Pada 2027, Putri, analis di laboratorium sebuah pabrik cat, menguji limbah berwarna hijau tua yang diduga memuat Cr^{3+}. Penambahan NaOH sedikit memberi endapan hijau keabuan,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dan NaOH berlebih melarutkannya menjadi larutan hijau tua. Larutan itu ia panaskan dengan beberapa tetes H_2O_2 sampai berubah menjadi kuning jernih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Hijau menjadi kuning terjadi karena larutan menjadi basa, seperti kromat menjadi dikromat
☐ B. Warna kuning berasal dari kromat CrO_4^{2-} yang bilangan oksidasi kromiumnya +6
☐ C. Penambahan $BaCl_2$ pada larutan kuning itu membentuk endapan kuning $BaCrO_4$ yang tidak larut
☐ D. Bila larutan kuning diasamkan, warnanya menjadi jingga tanpa perubahan bilangan oksidasi Cr
☐ E. Setelah diasamkan, larutan jingga kembali hijau tua karena Cr(VI) direduksi oleh asam

20. Pada 2027, Yudi, analis di laboratorium sebuah tambak udang payau, menentukan TSS air kolam yang kadar padatan terlarutnya 18.000 mg/L. Sebanyak 100 mL sampel dikocok dan disaring, tetapi residu tidak dibilas dengan air suling. Kertas saring masih menahan sekitar 0,8 mL air yang menguap saat pengeringan 105 °C, sedangkan garam terlarut di dalamnya tertinggal pada kertas. TSS yang terhitung adalah 212 mg/L.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
TSS sebenarnya adalah ....

A. 144 mg/L
B. 198 mg/L
C. 212 mg/L
D. 356 mg/L
E. 68 mg/L

21. Pada 2027, Nisa, analis di laboratorium sebuah usaha pencucian kendaraan, menentukan TSS air limbahnya. Kertas saring serat kaca berbobot tetap 0,0985 g. Sebanyak 250 mL sampel yang sudah dikocok disaring, residunya dibilas, lalu kertas beserta residu dikeringkan pada 105 °C sampai bobot tetap: 0,1033 g.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
TSS sampel itu adalah ....

A. 1,2 mg/L
B. 4,8 mg/L
C. 0,0192 mg/L
D. 19,2 mg/L
E. 413,2 mg/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Pada 2027, Oki, analis di laboratorium sebuah tambak udang, akan menentukan TSS air kolam pembuangan. Dari data bulan lalu, TSS kolam kira-kira 40 mg/L. Menurut SOP latihan, massa residu yang diinginkan sekitar 20 mg agar dapat ditimbang dengan teliti. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Volume sampel yang sebaiknya disaring adalah ....

A. 500 mL
B. 50 mL
C. 200 mL
D. 800 mL
E. 2.000 mL

23. Pada 2027, Tono, analis di balai lingkungan sebuah kabupaten, menerima botol sampel air limbah berlumpur dari lapangan. Selama perjalanan, partikel halus mengendap di dasar botol dan bagian atasnya tampak lebih jernih. Sampel akan disaring dengan kertas serat kaca. Gelas ukur 100 mL yang dipakai mengukur sampel kadang masih menyisakan lumpur di dasarnya setelah dituang. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Botol dikocok sampai merata sebelum volume diukur, lalu volume segera diukur agar partikel tidak mengendap lagi.	○	○
Lumpur yang menempel di gelas ukur dibilas dengan air suling dan bilasannya ikut disaring.	○	○
Bagian bening di atas botol dipakai lebih dulu supaya penyaringan lebih cepat dan kertas tidak tersumbat.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Pada 2027, Dimas, analis di laboratorium sebuah usaha pencucian pasir, menentukan TSS limbah yang sangat keruh (perkiraan 800 mg/L). Ia mengocok botol, mengukur 1.000 mL, lalu menyaringnya; terbentuk lapisan residu yang tebal pada kertas dan filtrat tampak agak keruh. Kertas beserta residu dikeringkan 30 menit pada 105 °C, didinginkan 10 menit di atas meja terbuka, lalu ditimbang satu kali. Kertas kosong sebelumnya telah dikeringkan sampai bobot tetap. TSS yang terhitung jauh lebih tinggi daripada hasil duplo pembanding yang dikerjakan sesuai SOP.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penyebab hasil terlalu tinggi yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lapisan residu yang tebal menjebak air sehingga massa kertas masih membawa air saat ditimbang
☐ B. Pendinginan di meja terbuka membuat residu menyerap uap air sebelum ditimbang
☐ C. Filtrat yang agak keruh menandakan partikel halus lolos sehingga massa residu bertambah
☐ D. Penimbangan tunggal setelah 30 menit tidak memastikan bobot tetap sehingga air dapat masih tersisa
☐ E. Pengocokan botol sebelum pengukuran volume membuat residu lebih banyak daripada sebenarnya

25. Pada 2027, Citra, analis di laboratorium sebuah pabrik kertas, memeriksa blanko prosedur TSS: 100 mL air suling disaring dengan cara yang sama seperti sampel. Kertas saring sebelum dipakai berbobot tetap 0,1004 g; setelah penyaringan dan pengeringan sampai bobot tetap, massanya 0,1011 g. SOP latihan: blanko diterima bila massa kertas berubah tidak lebih dari 0,3 mg; bila melebihi, hasil sampel yang dikerjakan bersama blanko itu tidak boleh dilaporkan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. menerima blanko karena angka 0,0007 lebih kecil daripada angka batas 0,3
B. menahan pelaporan, menelusuri sumber penambahan massa, lalu mengulang blanko
C. mengurangkan 0,7 mg dari massa residu setiap sampel lalu melaporkan hasilnya
D. menerima blanko karena 0,7 mg jauh lebih kecil daripada massa residu sampel
E. memperbesar volume sampel agar pengaruh kenaikan massa blanko menjadi tidak berarti

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah	1, 4, 5, 6, 7, 10, 14, 15, 16	___ / 9	Ulangi hlm. 279
Sub bab 5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi	2, 3, 8, 9, 11, 12, 13, 19	___ / 8	Ulangi hlm. 293
Sub bab 5.3 · Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air	17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 8	Ulangi hlm. 307

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 6 · Analisis Kimia Instrumen

SMKKA-B6

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menerapkan prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia
- menerapkan spektrofotometri dengan Hukum Lambert–Beer dan kurva kalibrasi
- menjelaskan peran fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi
- menghitung harga Rf dan mengevaluasi data hasil kromatografi

Peta bab

Sub bab	Judul
6.1	Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia
6.2	Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri
6.3	Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi
6.4	Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi

Bab 6 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B6

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia

SMKKA-6.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 6, analisis kimia instrumen) meminta kamu **menjelaskan prinsip dan menerapkan prosedur analisis elektrokimia**, lalu **menganalisis data** dan **memperbaiki kesalahan prosedur**. Levelnya pemahaman sampai penalaran: kamu tidak diminta menghafal rumus kuliah, tetapi menilai apakah sebuah pengukuran dikerjakan dengan benar dan apa akibatnya bila salah.

Pola soal yang muncul: (1) **kalibrasi pH meter**: buffer mana yang dipilih, mengapa elektroda harus dibilas, mengapa sampel tidak boleh diencerkan; (2) **konduktometri**: membaca daya hantar listrik air suling dan membandingkannya dengan batas SOP, termasuk pengaruh suhu; (3) **elektrogravimetri**: elektroda mana yang bertambah massanya, gas apa yang keluar di anoda, bagaimana kadar tembaga dihitung dari massa katoda. Soal bentuk Benar/Salah dan pilihan ganda kompleks (lebih dari satu jawaban) sering dipakai di sini karena prosedur terdiri dari banyak langkah kecil.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi elektroda kaca dan elektroda pembanding, serta mengkalibrasi pH meter dengan buffer yang mengapit pH sampel;
- menentukan titik ekuivalen titrasi dari kurva atau data pH terhadap volume, lalu menghitung konsentrasi sampel;
- menjelaskan prinsip konduktometri dan menilai mutu air suling dari daya hantar listriknya;
- menjelaskan reaksi di katoda dan anoda pada elektrogravimetri dan menghitung kadar tembaga dari massa endapan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Banyak sampel di laboratorium tidak berwarna, tidak keruh, dan tidak memberi tanda apa pun bila diperiksa dengan mata. Air limbah tampak bening, tetapi bisa sangat basa. Larutan pelapis logam tampak biru, tetapi berapa banyak tembaga di dalamnya? **Analisis elektrokimia** menjawab pertanyaan semacam ini dengan memakai **listrik**: sifat listrik larutan diukur, atau arus listrik dipakai untuk memisahkan zat. Tiga teknik yang dibahas di sini adalah **potensiometri** (pH meter dan titrasi potensiometri), **konduktometri**, dan **elektrogravimetri**.

1. Listrik dan reaksi kimia: sel dan elektroda

Dasar semuanya adalah reaksi **redoks**, yaitu reaksi yang melibatkan perpindahan elektron.

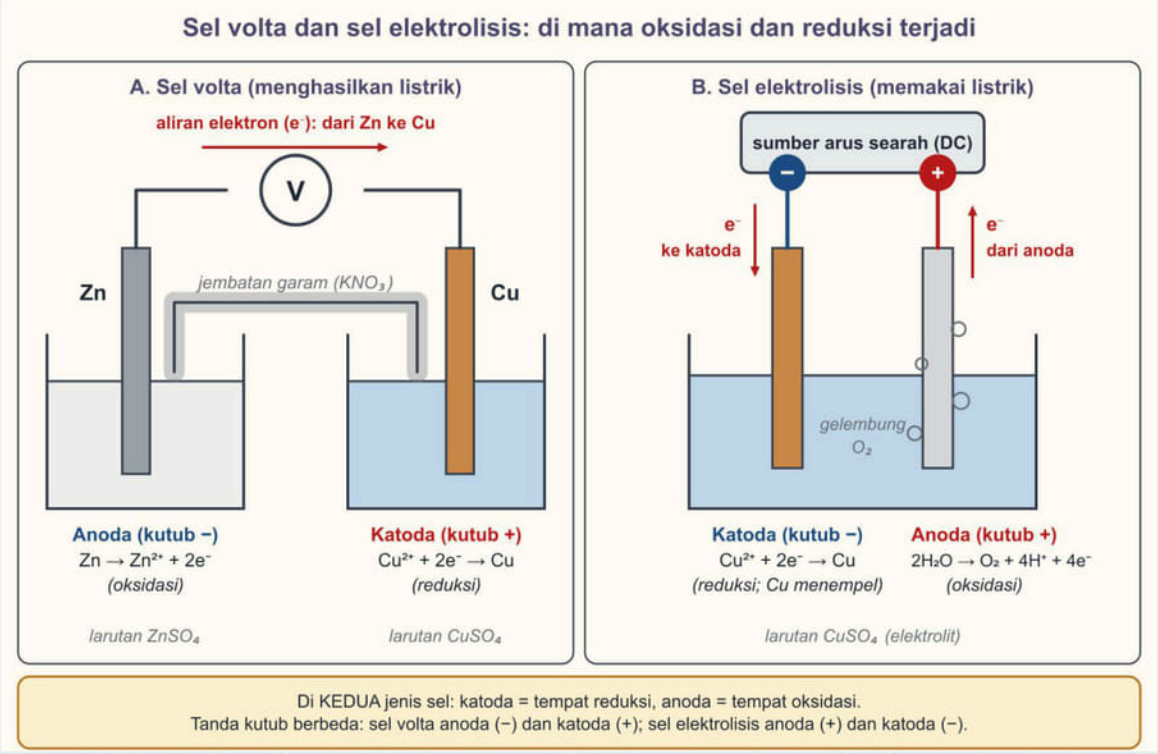
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Oksidasi adalah pelepasan elektron, **reduksi** adalah penerimaan elektron. Elektron berpindah dari zat yang dioksidasi ke zat yang direduksi. Bila perpindahan itu dipaksa lewat kawat di luar larutan, kawat itu menjadi jalan arus listrik.

Beberapa istilah harus jelas lebih dulu. **Elektroda** adalah penghantar padat (logam, grafit, atau kaca khusus) yang dicelupkan ke larutan; di permukaannya terjadi reaksi atau pengukuran. **Elektrolit** adalah larutan yang berisi ion sehingga dapat menghantarkan listrik. Dua elektroda yang dicelup dalam elektrolit dan dihubungkan membentuk **sel elektrokimia**. Dua nama elektroda ini wajib dihafal bersama artinya:

- **anoda** adalah elektroda tempat **oksidasi**;
- **katoda** adalah elektroda tempat **reduksi**.

Aturan ini berlaku di semua sel. Yang berubah antara satu jenis sel dan jenis lain adalah **tanda kutubnya** (Gambar 6.1).



Gambar 6.1 Sel volta (kiri) dan sel elektrolisis (kanan). Di keduanya katoda = reduksi dan anoda = oksidasi, tetapi tanda kutubnya berbeda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pada **sel volta** (sel galvani), reaksi berlangsung dengan sendirinya dan **menghasilkan** listrik, seperti pada baterai. Contohnya batang seng dan batang tembaga yang dicelup dalam larutan garamnya masing-masing dan dihubungkan dengan jembatan garam. Seng lebih mudah melepas elektron: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ terjadi di anoda, yang berkutub negatif. Elektron mengalir lewat kawat ke tembaga, tempat $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ terjadi di katoda, yang berkutub positif. **Jembatan garam** melengkapi rangkaian dengan membiarkan ion bergerak antara dua larutan tanpa mencampurkannya.

Pada **sel elektrolisis**, keadaannya dibalik: listrik dari sumber luar **dipakai** untuk memaksa reaksi yang tidak berlangsung sendiri. Elektroda yang disambungkan ke kutub **negatif** sumber

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menjadi katoda, karena sumber memasok elektron ke sana dan zat di sekitarnya menerima elektron (reduksi). Elektroda yang disambungkan ke kutub **positif** menjadi anoda; zat di sekitarnya melepas elektron (oksidasi). Jadi pada elektrolisis anoda berkutub positif dan katoda berkutub negatif, kebalikan sel volta. Kesalahan "kutub tertukar" yang sering muncul di soal berasal dari sini.

Tiga teknik analisis memakai sel dengan cara berbeda (Tabel 1).

Teknik	Yang dilakukan	Yang diukur atau ditimbang
Potensiometri	sel diukur hampir tanpa arus	beda potensial (mV), diterjemahkan menjadi pH atau konsentrasi
Konduktometri	arus kecil dilewatkan lewat larutan	daya hantar listrik (µS/cm)
Elektrogravimetri	elektrolisis (sel elektrolisis)	massa logam yang mengendap di katoda

2. pH meter: potensiometri yang paling sering kamu pakai

pH meter pada dasarnya adalah voltmeter yang sangat peka. Ia memakai dua elektroda yang biasanya digabung dalam satu batang yang disebut **elektroda gabungan** (Gambar 6.2).



Gambar 6.2 Bagian elektroda pH gabungan: tabung dalam dengan membran kaca (elektroda kaca) dan tabung luar berisi larutan KCl (elektroda pembanding). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Elektroda kaca adalah tabung kaca yang ujungnya berupa bola kaca tipis. Di dalamnya ada larutan penyangga (buffer) yang pH-nya tetap dan kawat perak berlapis perak klorida (Ag/AgCl). Permukaan kaca yang basah membentuk lapisan gel sangat tipis. Ion H^+ dari sampel di sisi luar dan ion H^+ dari larutan di sisi dalam menghasilkan **beda potensial** di antara dua sisi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

membran. Karena pH larutan dalam tetap, beda potensial ini hanya berubah bila pH sampel berubah. Pada 25 °C, perubahannya sekitar **59,2 mV untuk setiap satuan pH**. Larutan asam memberi potensial positif, larutan basa memberi potensial negatif, dan sekitar pH 7 potensialnya mendekati nol.

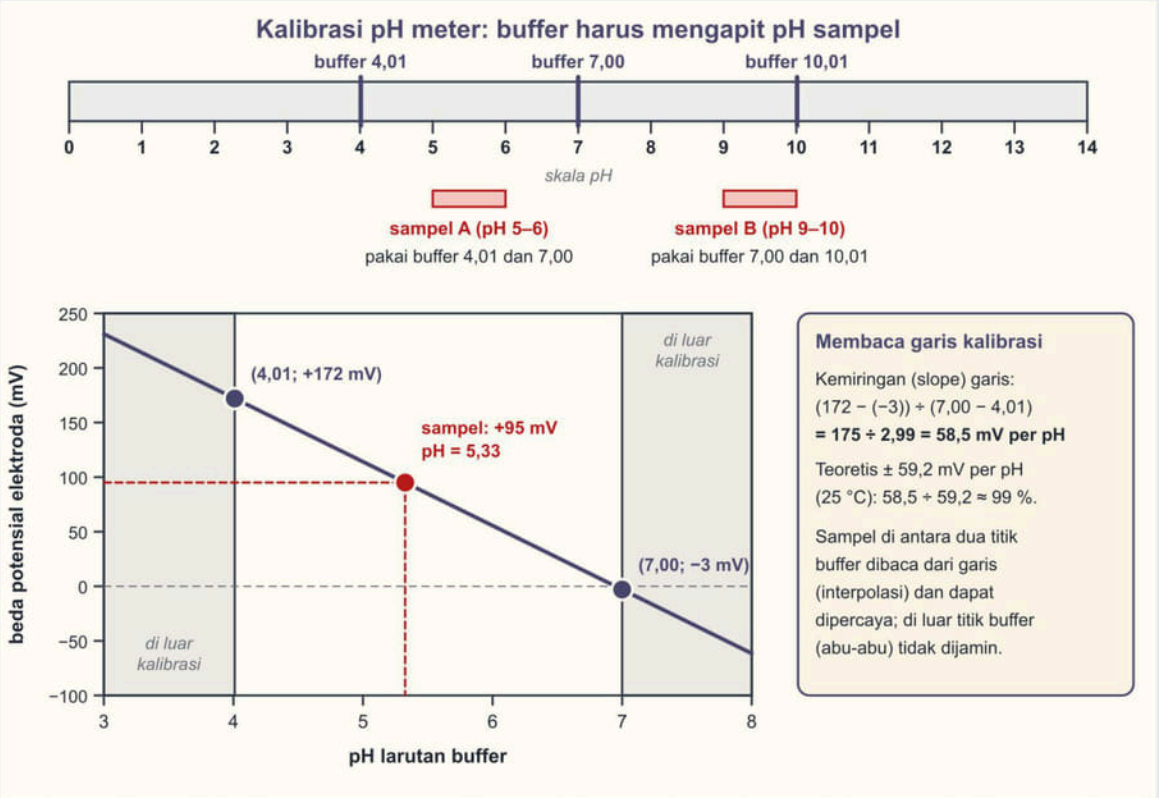
Elektroda pembanding (*reference electrode*) adalah elektroda yang potensialnya **tetap**, siapa pun sampelnya. Pada elektroda gabungan, ia terdiri dari kawat Ag/AgCl dalam larutan KCl pekat. Larutan KCl berhubungan dengan sampel lewat **diafragma**, yaitu sekat berpori kecil di dinding tabung luar yang meloloskan KCl sangat pelan. Tanpa hubungan ini rangkaian tidak lengkap. Beda potensial antara elektroda kaca dan elektroda pembanding itulah yang dibaca pH meter, lalu diubah menjadi angka pH.

Mengapa harus dikalibrasi? Hubungan antara potensial dan pH tidak persis sama untuk setiap elektroda, dan berubah ketika elektroda menua atau kotor. Karena itu pH meter harus **dikalibrasi** dengan larutan yang pH-nya diketahui, yaitu **larutan buffer standar**. Buffer yang umum tersedia adalah pH **4,01**, **7,00**, dan **10,01** (nilai pada 25 °C; pH buffer sedikit berubah menurut suhu). Banyak laboratorium memakai kalibrasi dua titik atau tiga titik.

Langkah kalibrasi dua titik (Gambar 6.3):

1. **Perkirakan pH sampel**, lalu pilih dua buffer yang **mengapit** pH itu. Sampel pH 5–6 memakai buffer 4,01 dan 7,00. Sampel pH 9–10 memakai buffer 7,00 dan 10,01.
2. **Bilas elektroda** dengan air suling, lalu **tempelkan** tisu lembut untuk menyerap sisa air. Jangan digosok, karena gosokan menimbulkan muatan statis dan dapat merusak bola kaca.
3. Celupkan ke buffer pertama (biasanya pH 7,00). Tunggu pembacaan stabil, lalu tekan tombol kalibrasi. Alat menentukan titik "nol" potensial.
4. Bilas lagi, celupkan ke buffer kedua (4,01 atau 10,01), tunggu stabil, lalu kalibrasi. Alat menghitung **kemiringan** (*slope*) garis potensial terhadap pH.
5. Periksa kemiringan yang ditampilkan. Mendekati nilai teoretis (±59 mV per pH, atau sekitar 100 %) berarti elektroda sehat; batas yang diterima ditentukan manual alat atau SOP (sebagai gambaran, banyak laboratorium memakai sekitar 95–105 %). Kemiringan jauh menyimpang berarti elektroda kotor, tua, atau buffer rusak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.3 Memilih buffer yang mengapit pH sampel dan membaca pH sampel dari garis kalibrasi. Angka mV adalah contoh latihan fiktif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa buffer harus **mengapit** pH sampel? Garis kalibrasi hanya diketahui lurus di antara dua titik buffer. Pembacaan di antara kedua titik itu disebut **interpolasi** dan dapat dipercaya. Pembacaan di luar kedua titik (ekstrapolasi, daerah abu-abu pada Gambar 6.3) mengandalkan anggapan bahwa garis tetap lurus, dan anggapan itu tidak terbukti. Itulah alasan sampel air limbah pH 9–10 tidak diukur dengan alat yang hanya dikalibrasi pada pH 4,01 dan 7,00.

Setelah kalibrasi, **sampel diukur apa adanya**. Sampel tidak boleh diencerkan dengan air suling agar "masuk rentang", karena pengenceran mengubah pH sampel; hasilnya bukan lagi pH sampel asli. Aturan lain saat mengukur:

- Bilas elektroda dengan air suling dan tempelkan tisu **setiap kali pindah larutan**, agar larutan sebelumnya tidak terbawa.
- Aduk pelan dan tunggu angka stabil sebelum membaca. Suhu buffer dan sampel sebaiknya sama; banyak pH meter punya sensor suhu otomatis (*automatic temperature compensation*).
- **Buffer bekas dibuang**, tidak dikembalikan ke botol stok, sebab bisa tercemar dan mengubah pH stok.
- Pakai buffer yang belum kedaluwarsa dan kalibrasi pada hari pemakaian atau sesuai SOP.

Perawatan elektroda. Bola kaca tipis harus **selalu lembap** supaya lapisan gelnya tetap ada. Elektroda yang disimpan kering atau tergores akan lambat dan hasilnya menyimpang. Simpan elektroda dalam larutan penyimpan yang dianjurkan pabrik (biasanya KCl), bukan di air suling, karena air suling menarik ion dari lapisan gel dan dari larutan KCl. Jangan menyentuh bola kaca, dan jangan mengaduk dengan elektroda. Jika angka terus bergeser atau kemiringan buruk,

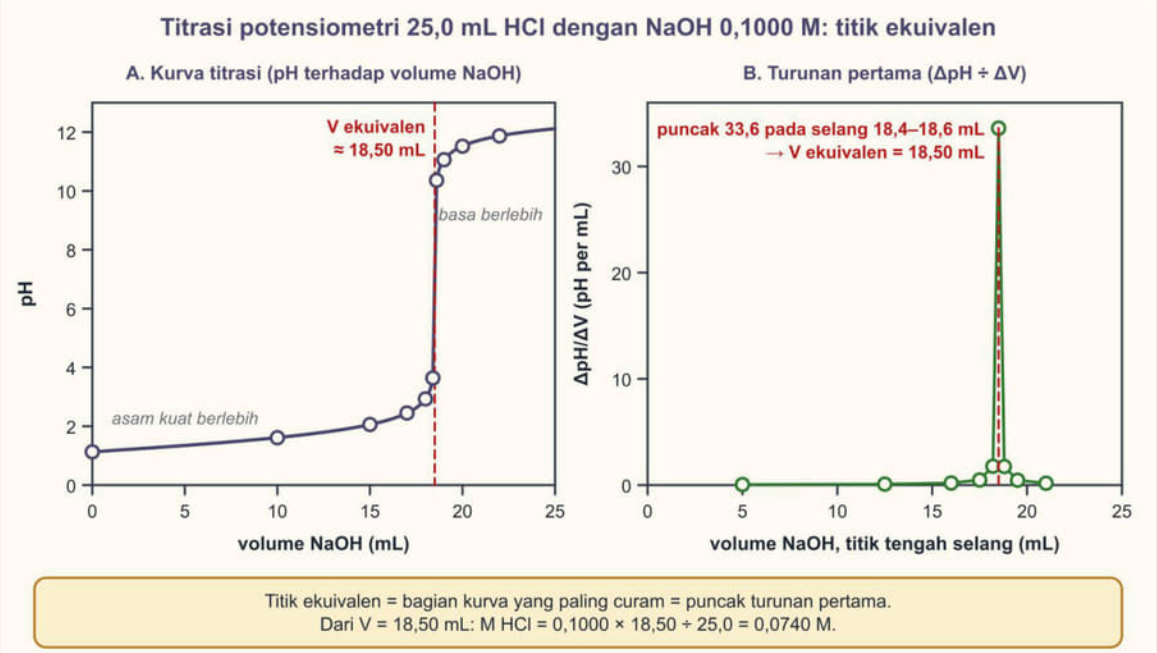
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

elektroda dibersihkan sesuai manual; bila tetap buruk, elektroda diganti.

3. Titrasi potensiometri

Pada titrasi biasa, titik akhir dikenali dari perubahan warna indikator. Cara ini sulit bila larutannya **keruh atau berwarna**. Pada **titrasi potensiometri**, elektroda dipasang di larutan yang dititrasi dan **pH (atau potensial) dicatat** setiap kali titran ditambahkan. Titik ekuivalen dicari dari data, bukan dari warna.

Bila pH dialurkan terhadap volume titran, terbentuk kurva berbentuk huruf S (Gambar 6.4). Di awal titrasi pH berubah lambat; menjelang titik ekuivalen pH berubah sangat cepat; lewat titik ekuivalen pH kembali berubah lambat. **Titik ekuivalen terletak di bagian kurva yang paling curam.** Penambahan titran dipelankan dengan porsi kecil (misalnya 0,1–0,2 mL) di dekat bagian curam agar titik itu terlacak teliti.



Gambar 6.4 Titrasi potensiometri 25,0 mL HCl dengan NaOH 0,1000 M: kurva pH terhadap volume (kiri) dan turunan pertama ΔpH/ΔV (kanan). Data latihan fiktif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada dua cara menentukan titik ekuivalen dari data. Cara pertama: **membaca grafik** dan mencari bagian kurva yang tegak. Cara kedua, yang lebih teliti: menghitung **turunan pertama**, yaitu perubahan pH tiap perubahan volume, ΔpH ÷ ΔV, untuk setiap selang volume. Volume tengah selang yang memberi nilai terbesar adalah volume ekuivalen. Selang yang diukur rapat di dekat titik curam membuat nilai ini lebih dapat dipercaya.

Letak pH pada titik ekuivalen bergantung pada jenis zat. Asam kuat dengan basa kuat memberi pH 7 pada titik ekuivalen. Asam lemah dengan basa kuat (misalnya asam cuka dengan NaOH) memberi pH di atas 7, karena garam yang terbentuk sedikit bersifat basa. Karena itu titik ekuivalen tidak selalu pada pH 7; yang tetap adalah ciri "paling curam".

Setelah volume ekuivalen diketahui, konsentrasi dihitung dengan stoikiometri titrasi seperti biasa. Untuk asam dan basa yang bereaksi satu banding satu, M asam × V asam = M basa × V basa

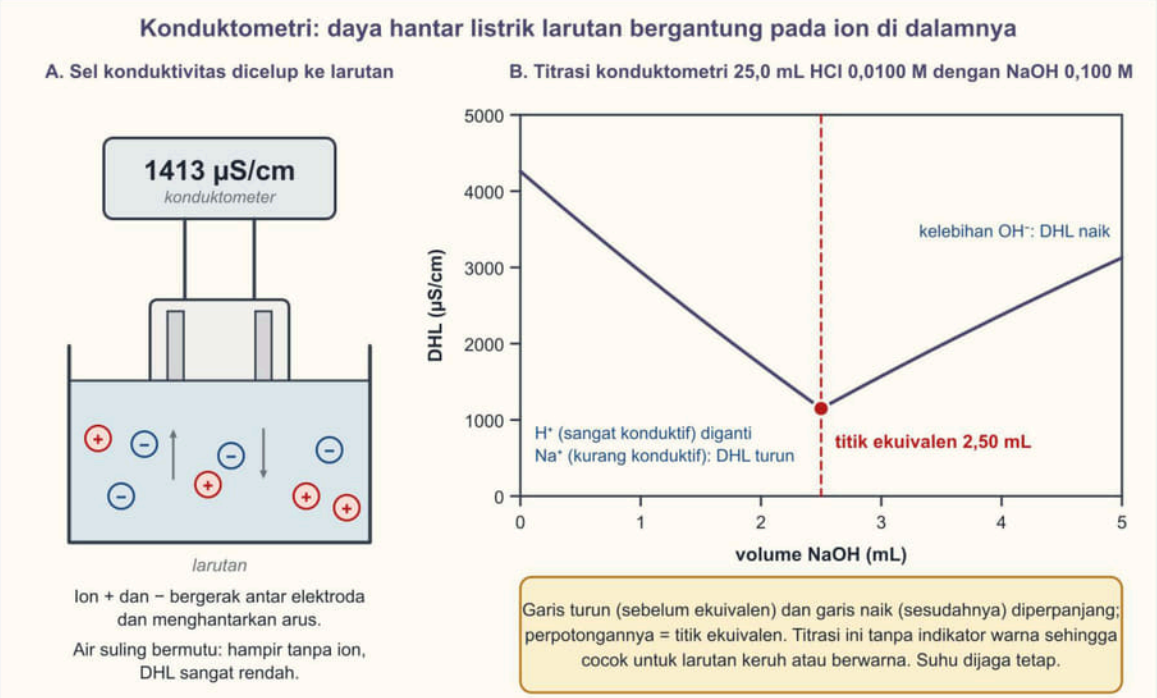
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pada titik ekuivalen.

4. Konduktometri

Konduktometri mengukur **daya hantar listrik** (DHL, *conductivity*) larutan. Larutan menghantarkan listrik karena **ion** di dalamnya bergerak antara dua elektroda (Gambar 6.5, kiri). Semakin banyak ion, semakin besar DHL. Karena itu DHL dipakai sebagai petunjuk jumlah ion terlarut. Satuan yang lazim adalah mikrosiemens per sentimeter (µS/cm).

DHL air murni sangat kecil karena hampir tidak ada ion. Itulah sebabnya laboratorium memeriksa **mutu air suling** dengan konduktometer sebelum dipakai membuat larutan standar. Air suling yang DHL-nya melebihi batas SOP masih mengandung ion pengotor yang bisa ikut bereaksi atau ikut terukur. Angka yang terlihat "kecil" di mata kita belum tentu lolos: yang menentukan adalah **batas dalam SOP**, bukan kesan kecil atau besar.



Gambar 6.5 Sel konduktivitas dan contoh titrasi konduktometri HCl dengan NaOH (kurva dihitung dari data konduktivitas ion; angka latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tiga hal memengaruhi hasil:

1. **Konsentrasi dan jenis ion.** Ion H^+ dan OH^- jauh lebih mudah bergerak daripada ion lain, sehingga larutan asam kuat atau basa kuat menghantar sangat baik.
2. **Suhu.** DHL naik sekitar 2 % untuk setiap kenaikan 1 °C. Batas DHL dalam SOP biasanya berlaku pada **25 °C**, sehingga hasil ukur pada suhu lain harus dikoreksi (banyak alat melakukannya otomatis) atau diukur pada 25 °C. Membandingkan angka pada 30 °C langsung dengan batas pada 25 °C adalah salah.
3. **Kebersihan dan kalibrasi sel.** Sel dibilas dengan sampel sebelum membaca. Konduktometer dikalibrasi dengan larutan KCl standar; misalnya KCl 0,0100 M memiliki DHL sekitar 1413 µS/cm pada 25 °C.

Konduktometri juga dapat dipakai untuk **titrasi**. Pada titrasi HCl dengan NaOH, ion H^+ yang sangat konduktif digantikan oleh Na^+ yang kurang konduktif, sehingga DHL **turun**. Setelah titik ekuivalen, tambahan NaOH menambah ion Na^+ dan OH^- yang berlebih, sehingga DHL **naik** (Gambar 6.5, kanan). Titik ekuivalen adalah titik pertemuan dua garis lurus: garis turun dan garis naik. Titrasi ini tidak memerlukan indikator.

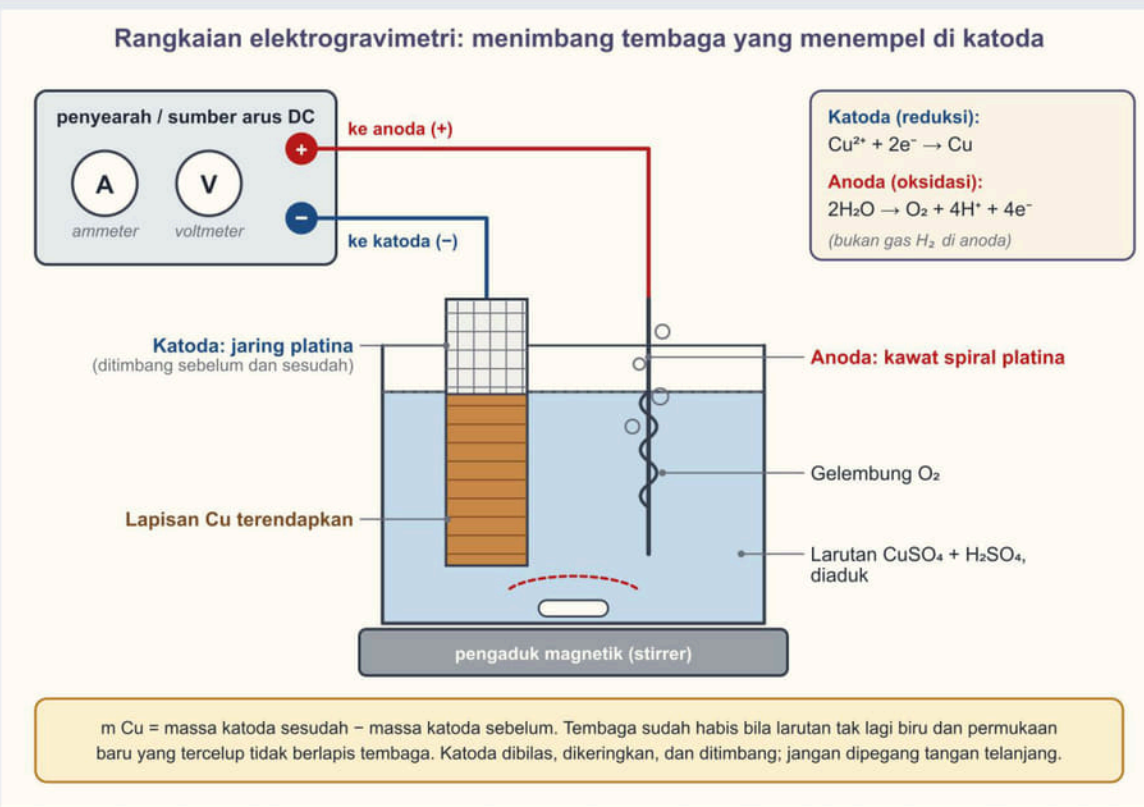
5. Elektrogravimetri

Elektrogravimetri adalah gravimetri yang memakai listrik: logam dalam larutan **dielektrolisis** hingga mengendap di katoda, lalu katoda **ditimbang**. Kenaikan massa katoda adalah massa logam yang mengendap. Teknik ini cocok untuk logam seperti tembaga, misalnya pada larutan sisa pelapisan atau paduan.

Rangkaiannya (Gambar 6.6): gelas kimia berisi larutan sampel, **katoda** berupa jaring platina, **anoda** berupa kawat spiral platina, sumber arus searah, ammeter, dan pengaduk magnetik. Platina dipilih karena tidak ikut bereaksi dan tahan asam.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.6 Rangkaian elektrogravimetri untuk menentukan tembaga. Katoda ke kutub negatif, anoda ke kutub positif. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Reaksi di dua elektroda:

- **Katoda (reduksi, kutub −):** $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$. Tembaga menempel di jaring platina.
- **Anoda (oksidasi, kutub +):** $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$. Yang berubah di anoda adalah **air**; gas yang keluar adalah **oksigen**, bukan hidrogen.

Langkah kerja umum (menurut SOP, urutan dan angka dapat berbeda):

1. **Timbang katoda bersih dan kering** (massa awal), catat sampai ketelitian neraca analitik. Pegang dengan penjepit, bukan tangan telanjang, supaya lemak tidak menempel.
2. Siapkan larutan sampel yang volumenya diketahui, tambahkan asam sulfat (sering ditambah sedikit asam nitrat menurut metode), dan masukkan elektroda. Katoda harus tercelup seluruhnya, **disambungkan ke kutub negatif**; anoda ke kutub positif.
3. Nyalakan pengaduk dan arus. Arus yang terlalu besar membuat gas hidrogen ikut terbentuk di katoda, dan endapan menjadi kasar, berongga, serta mudah lepas. Arus dan tegangan dipilih menurut metode.
4. **Periksa selesai atau belum**: warna biru larutan memudar hingga hampir tak berwarna, dan permukaan baru yang tercelup tidak terlapisi tembaga.
5. **Angkat katoda** sambil dibilas air suling (menurut SOP: elektroda dibilas selagi masih berada dalam rangkaian berarus atau segera setelah diangkat, karena endapan yang dibiarkan di larutan asam tanpa arus dapat larut kembali; matikan arus sesudahnya). Bilas dengan etanol atau aseton, keringkan sebentar, dan dinginkan di desikator.
6. **Timbang katoda** (massa akhir). Ulangi sampai bobot tetap bila diminta.
7. Hitung: **massa Cu = massa katoda akhir − massa katoda awal**. Jadi yang dipakai adalah selisih, bukan massa katoda akhir saja.

Hukum Faraday (sederhana). Michael Faraday menunjukkan bahwa massa zat yang mengendap sebanding dengan jumlah listrik yang mengalir. Jumlah listrik (muatan) dihitung dari arus dan waktu: Q = I × t, dengan I dalam ampere dan t dalam detik, sehingga Q dalam coulomb (C). Satu mol elektron membawa muatan **F = 96.500 C** (bilangan Faraday, dibulatkan). Untuk logam yang melepas atau menerima n elektron per atom:

massa teoretis m = (Ar × I × t) ÷ (n × F)

Untuk tembaga, Ar = 63,5 dan n = 2. Rumus ini dipakai untuk **memperkirakan lamanya elektrolisis** atau memeriksa apakah massa yang diperoleh wajar. Massa sebenarnya sedikit lebih kecil daripada massa teoretis bila sebagian arus dipakai untuk reaksi lain (misalnya pembentukan gelembung hidrogen). Karena itu pada elektrogravimetri **massa tembaga diperoleh dari penimbangan**, bukan dari rumus Faraday.

Mengubah massa tembaga menjadi kadar: bagi massa Cu dengan volume sampel, atau ubah ke mol lalu ke konsentrasi molar (mol Cu = massa ÷ 63,5).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: kalibrasi pH meter dua titik

Pada 2026, Hana di laboratorium sebuah SMK menampung air hujan untuk mengukur pH-nya; perkiraan pH-nya 5–6. Buffer yang tersedia adalah pH 4,01; 7,00; dan 10,01. Pada kalibrasi elektroda memberi −3 mV dalam buffer 7,00 dan +172 mV dalam buffer 4,01. Dalam sampel, elektroda memberi +95 mV. Tentukan buffer yang dipakai, kemiringan elektroda, dan pH sampel. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Pilih buffer yang mengapit.** pH sampel 5–6 berada di antara 4,01 dan 7,00, jadi dipakai dua buffer itu. Buffer 10,01 tidak dipakai karena pH sampel jauh di bawahnya.
2. **Hitung kemiringan.** Selisih potensial = 172 − (−3) = 175 mV untuk selisih pH 7,00 − 4,01 = 2,99. Kemiringan = 175 ÷ 2,99 = 58,5 mV per satuan pH. Dibandingkan nilai teoretis 59,2: 58,5 ÷ 59,2 ≈ 0,99, atau 99 %, jadi elektroda sehat.
3. **Hitung pH sampel.** Dari buffer 7,00 (−3 mV), selisih potensial sampel = 95 − (−3) = 98 mV. Selisih pH = 98 ÷ 58,5 = 1,67. Karena potensial lebih positif berarti lebih asam, pH sampel = 7,00 − 1,67 = 5,33.
4. **Laporkan:** pH = 5,33.

Jawaban: buffer 4,01 dan 7,00; kemiringan 58,5 mV per pH (99 %); pH sampel 5,33. Cek akal sehat: 5,33 berada di antara 4,01 dan 7,00 dan lebih dekat ke 4,01, cocok dengan potensial +95 mV yang lebih dekat ke +172 daripada ke −3. Bila dipakai buffer 7,00 dan 10,01, sampel pH ±5 berada di luar kalibrasi dan hasilnya tidak terjamin.

Contoh 2: kadar tembaga dari massa katoda

Pada 2027, Dina memeriksa 25,0 mL larutan sisa pelapisan tembaga di bengkel sebuah SMK dengan elektrogravimetri. Massa katoda platina sebelum elektrolisis 18,4262 g; sesudah, dibilas, dikeringkan, dan ditimbang, 18,7450 g. Elektrolisis memakai arus 0,500 A. Hitung massa tembaga, konsentrasi Cu^{2+} dalam sampel, dan lama elektrolisis teoretis. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Massa Cu.** 18,7450 − 18,4262 = 0,3188 g.
2. **Konsentrasi.** Mol Cu = 0,3188 ÷ 63,5 = 0,005020 mol. Dalam 25,0 mL (0,0250 L): 0,005020 ÷ 0,0250 = 0,2008 mol/L ≈ 0,201 M. Dalam gram per liter: 0,3188 ÷ 0,0250 = 12,75 g/L.
3. **Lama teoretis.** Dari m = Ar·I·t ÷ (n·F), t = m·n·F ÷ (Ar·I) = (0,3188 × 2 × 96.500) ÷ (63,5 × 0,500) = 61.528 ÷ 31,75 ≈ 1.938 detik, kira-kira 32,3 menit.

Jawaban: massa Cu 0,3188 g; $[Cu^{2+}]$ ≈ 0,201 M (12,75 g/L); lama teoretis ≈ 32 menit pada 0,500 A. Cek akal sehat: massa katoda bertambah, sesuai tembaga yang mengendap. Bila yang dipakai massa akhir saja (18,7450 g), hasilnya jauh melampaui massa wajar. Waktu sebenarnya bisa sedikit lebih lama karena sebagian arus tidak dipakai untuk mengendapkan tembaga. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 3: titik ekuivalen dari data pH terhadap volume

Pada 2026, Raka menitrasi 25,0 mL larutan asam klorida limbah praktikum dengan NaOH 0,1000 M memakai pH meter. Data dicatat pada Tabel 2. Tentukan volume ekuivalen dan konsentrasi HCl. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

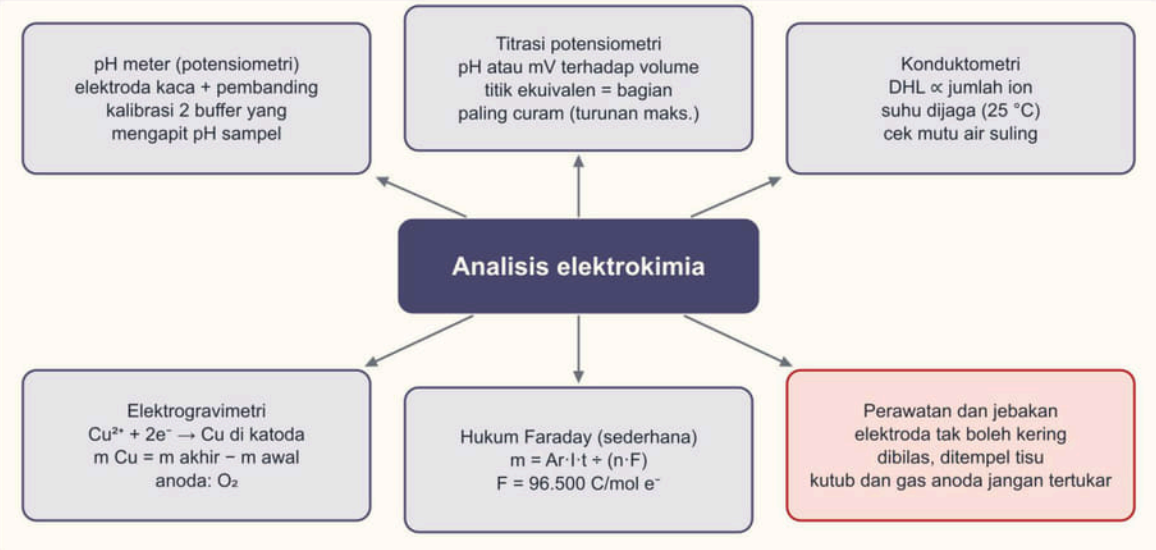
V NaOH (mL)	0	10,0	15,0	17,0	18,0	18,4	18,6	19,0	20,0	22,0
pH	1,13	1,61	2,06	2,45	2,93	3,64	10,36	11,06	11,52	11,87

1. **Hitung ΔpH ÷ ΔV tiap selang.** 0–10: 0,05; 10–15: 0,09; 15–17: 0,20; 17–18: 0,48; 18–18,4: 1,78; **18,4–18,6: (10,36 − 3,64) ÷ 0,2 = 33,6**; 18,6–19: 1,75; 19–20: 0,46; 20–22: 0,18 (pH per mL).
2. **Cari nilai terbesar.** Puncaknya 33,6 pada selang 18,4–18,6 mL.
3. **Volume ekuivalen** = titik tengah selang = (18,4 + 18,6) ÷ 2 = 18,50 mL.
4. **Hitung konsentrasi.** Mol NaOH = 0,1000 × 18,50 = 1,850 mmol. HCl bereaksi 1 : 1 dengan NaOH, jadi mol HCl = 1,850 mmol. M HCl = 1,850 ÷ 25,0 = 0,0740 M.

Jawaban: volume ekuivalen 18,50 mL; konsentrasi HCl 0,0740 M. Cek akal sehat: lonjakan pH dari 3,64 ke 10,36 terjadi tepat di selang itu (Gambar 6.4); sebelum dan sesudahnya pH berubah pelan. Untuk asam kuat dengan basa kuat, pH di titik ekuivalen sekitar 7, dan nilai itu memang dilewati kurva di selang yang sama.

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.7 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 6.7 Peta konsep analisis elektrokimia. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Yang harus kamu ingat:

- **Katoda = reduksi, anoda = oksidasi** di semua sel. Sel volta: anoda (−), katoda (+). Sel elektrolisis: anoda (+), katoda (−).
- **pH meter:** elektroda kaca + elektroda pembanding; kalibrasi dengan dua buffer yang **mengapit** pH sampel; bilas dan tempelkan tisu tiap pindah larutan; sampel tidak diencerkan; elektroda tidak boleh kering.
- **Titrasi potensiometri:** titik ekuivalen = bagian kurva paling curam = puncak $\Delta pH \div \Delta V$.
- **Konduktometri:** DHL sebanding dengan jumlah ion; suhu memengaruhi (sekitar 2 % per °C); bandingkan dengan batas SOP, bukan dengan kesan "kecil".
- **Elektrogravimetri:** $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ di katoda, O_2 di anoda; massa Cu = massa katoda akhir − awal.
- **Faraday:** $m = Ar \cdot I \cdot t \div (n \cdot F)$, F = 96.500 C/mol elektron.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal elektrokimia:

1. **Kenali tekniknya**: pH meter, titrasi potensiometri, konduktometri, atau elektrogravimetri.
2. **Cek apakah prosedurnya memenuhi aturan** teknik itu (buffer mengapit, bilas, suhu, polaritas).
3. **Hitung dengan satuan**, lalu uji kewajaran hasil terhadap data (pH di antara dua buffer, massa katoda bertambah).

Jebakan yang sering dipasang:

- **Kalibrasi memakai buffer yang tidak mengapit pH sampel**, atau memakai satu buffer saja.
- **Sampel diencerkan** supaya masuk rentang kalibrasi, padahal pengenceran mengubah pH.
- **Buffer bekas dikembalikan ke botol stok**, atau elektroda disimpan di air suling.
- **Kutub tertukar**: pada elektrolisis katoda disambung ke kutub negatif, bukan positif.
- **Gas di anoda disebut hidrogen**, padahal pada larutan tembaga sulfat gas di anoda adalah oksigen.
- **Massa katoda akhir dipakai sebagai massa tembaga**, padahal yang dipakai selisih akhir dikurangi awal.
- **DHL pada suhu berbeda dibandingkan langsung dengan batas SOP 25 °C.**
- **Angka DHL "kecil" dianggap lolos** walaupun melebihi batas SOP.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa mengukur air rawa yang pH-nya sekitar 4,5 setelah mengkalibrasi pH meter dengan buffer 7,00 dan 10,01, lalu berkata "kalibrasinya sudah dua titik, jadi hasil 4,8 pasti benar". Yang tepat: pH sampel berada di bawah kedua buffer, jadi garis kalibrasi harus diperpanjang di luar titik-titiknya (ekstrapolasi) dan hasilnya tidak terjamin. Kalibrasi harus diulang dengan buffer 4,01 dan 7,00.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pemilihan buffer yang mengapit pH sampel, pembilasan elektroda, dan larangan mengencerkan sampel. Pakai bagian 2 (pH meter).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium lingkungan sebuah usaha laundry (2026) mengukur pH air limbah yang biasanya sekitar 9–10. Pagi ini Andi mengkalibrasi pH meter dengan buffer pH 4,01 dan 7,00, lalu langsung mencelupkan elektroda ke sampel. Di laboratorium tersedia buffer pH 4,01, 7,00, dan 10,01. Supervisor meminta Andi memperbaiki prosedurnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perbaikan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kalibrasi dengan buffer 4,01 dan 7,00 belum mewakili rentang pH sampel.
☐ B. Elektroda dibilas air suling lalu dikeringkan dengan menempelkan tisu lembut setiap pindah larutan.
☐ C. Sampel diencerkan dengan air suling sampai pH-nya masuk rentang 4–7 agar sesuai kalibrasi.
☐ D. Buffer pH 10,01 yang sudah dipakai dituang kembali ke botol stoknya agar tidak terbuang.
☐ E. Kalibrasi diulang memakai buffer 7,00 dan 10,01 sebelum sampel diukur.

Pembahasan **Kunci: A, B, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pengukuran potensiometri pH: kalibrasi minimal dua buffer yang mengapit pH sampel, elektroda dibilas di antara larutan, sampel diukur tanpa diubah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Kalibrasi sebaiknya mengapit pH sampel; di luar rentang kalibrasi, kesalahan pembacaan dapat membesar.
• **Pernyataan 2** ✓ Pembilasan mencegah larutan terbawa ke wadah berikutnya; tisu ditempelkan, tidak digosok.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pengenceran mengubah pH sampel sehingga hasilnya bukan lagi pH air limbah.
• **Pernyataan 4** ✗ Buffer bekas dapat tercemar dan mengubah pH stok; buffer bekas dibuang.
• **Pernyataan 5** ✓ Buffer 7,00 dan 10,01 mengapit pH sampel 9–10.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu teknik yang dipakai, lalu uji tiap pernyataan terhadap aturan teknik itu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Sebelum membuat larutan standar, analis di laboratorium sebuah pabrik obat tradisional (2026) mengukur daya hantar listrik air suling dengan konduktometer. SOP: air suling untuk larutan standar paling tinggi 5,0 µS/cm pada 25 °C. Hasil pengukuran pada 25 °C adalah 18,5 µS/cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Daya hantar listrik yang tinggi menunjukkan air suling itu masih mengandung banyak ion terlarut.	○	○
Bila air diukur pada 30 °C, hasilnya dapat langsung dibandingkan dengan batas SOP tanpa koreksi suhu.	○	○
Air suling ini masih boleh dipakai karena 18,5 µS/cm sangat kecil dibandingkan daya hantar larutan standar yang akan dibuat.	○	○

Kunci singkat: 1. 1B 2S 3S

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pH sampel 9,5 tidak boleh diukur dengan pH meter yang hanya dikalibrasi pada buffer pH 4,01 dan 7,00?
- Pada elektrolisis larutan $CuSO_4$ dengan elektroda platina, apa yang terjadi di katoda dan di anoda, dan bagaimana massa tembaga dihitung?
- **Yang harus kuingat:** katoda = reduksi, anoda = oksidasi; kalibrasi pH meter dengan buffer yang mengapit pH sampel; sampel tidak diencerkan; bilas elektroda tiap pindah larutan; DHL dibandingkan dengan batas SOP pada 25 °C; massa Cu = massa katoda akhir − awal; O_2 di anoda.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-6.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri

SMKKA-6.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 6, analisis kimia instrumen) meminta kamu **menjelaskan prinsip, menerapkan prosedur, dan menganalisis data** spektrofotometri. Levelnya penerapan sampai penalaran: kamu menghitung konsentrasi dari absorbans, memilih langkah yang benar bila data di luar rentang, dan menilai apakah prosedur pengukuran sudah tepat.

Pola soal yang muncul: (1) **menghitung kadar sampel** dari absorbans satu larutan standar atau dari deret standar, termasuk **faktor pengenceran** yang harus dikalikan di akhir; (2) **memilih panjang gelombang** dari tabel absorbans larutan dan blanko; (3) **menilai data di luar rentang**: absorbans sampel lebih besar daripada standar tertinggi, sehingga sampel harus diencerkan, bukan dibaca dari garis yang diperpanjang. Satu soal biasanya menggabungkan hitungan dengan alasan prosedur, jadi hitungan yang benar saja belum cukup.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan hubungan warna larutan, warna cahaya yang diserap, dan panjang gelombang maksimum;
- memakai Hukum Lambert–Beer, $A = \varepsilon \times b \times c$, dan hubungan $A = -\log T$;
- menyusun deret standar, membuat kurva kalibrasi, dan menghitung konsentrasi sampel termasuk faktor pengenceran;
- menyebutkan cara memakai blanko dan kuvet yang benar, serta menilai pembacaan di luar rentang linear.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

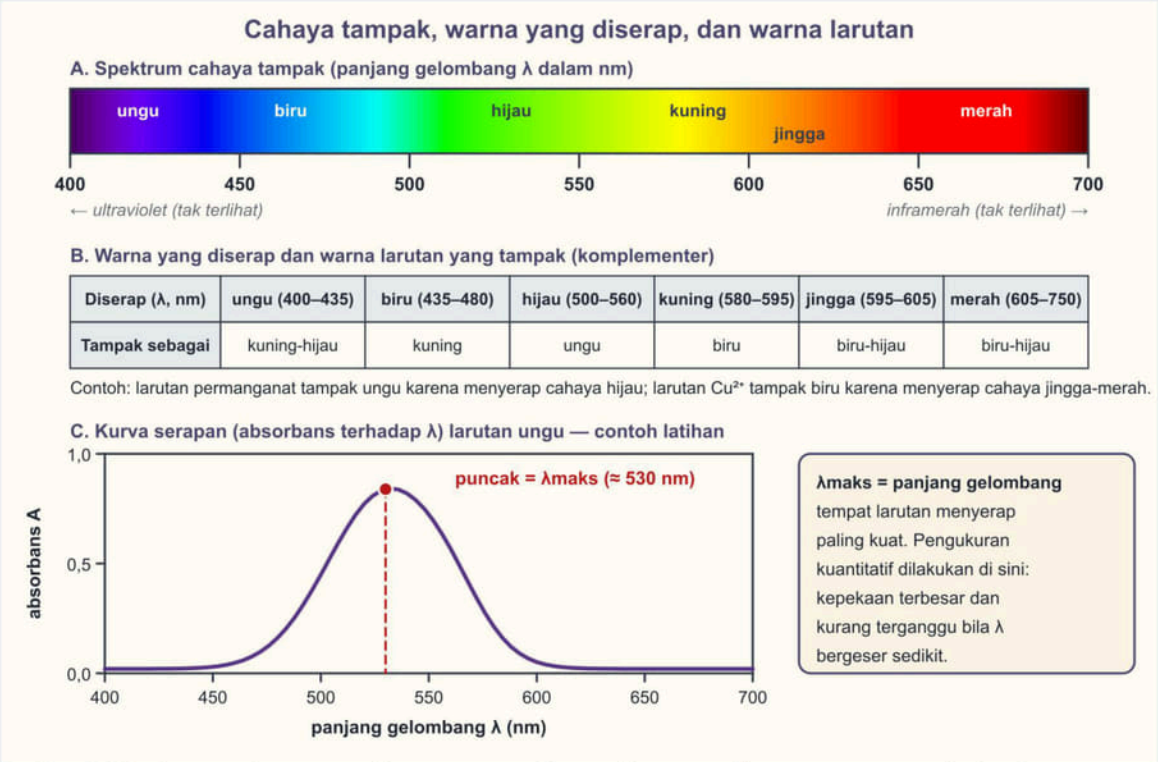
Di laboratorium air, makanan, dan obat, banyak zat dikenali dari **warnanya**. Makin pekat warna larutan teh, makin banyak zat berwarna di dalamnya. Mata kita hanya bisa menilai "lebih pekat" atau "lebih encer", tetapi laboratorium harus menjawab dengan **angka**. **Spektrofotometri** adalah cara mengukur seberapa banyak cahaya diserap oleh larutan, lalu mengubahnya menjadi konsentrasi. Larutan yang tidak berwarna pun dapat diperiksa dengan menambahkan **pereaksi warna** yang membentuk senyawa berwarna dengan zat yang dicari.

1. Cahaya, warna, dan serapan

Cahaya tampak adalah gelombang elektromagnetik dengan **panjang gelombang** (λ, dibaca "lambda") sekitar **400 sampai 700 nanometer (nm)**. Satu nanometer adalah sepermiliar meter. Warna cahaya ditentukan panjang gelombangnya: ungu paling pendek, merah paling

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

panjang (Gambar 6.8, bagian A). Di luar rentang itu ada ultraviolet (di bawah 400 nm) dan inframerah (di atas 700 nm) yang tidak terlihat mata.



Gambar 6.8 Spektrum cahaya tampak, warna yang diserap dan warna larutan yang tampak, dan kurva serapan larutan ungu (angka latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa larutan tampak berwarna? Cahaya putih memuat semua warna. Bila sebuah larutan **menyerap** sebagian warna, warna yang **tidak diserap** diteruskan ke mata kita. Warna yang kita lihat adalah **warna komplementer** dari warna yang diserap (Gambar 6.8, bagian B). Larutan permanganat tampak **ungu** karena menyerap cahaya **hijau**. Larutan tembaga(II) yang dilarutkan dalam amonia tampak **biru** karena menyerap cahaya jingga sampai merah. Larutan yang tampak kuning menyerap cahaya biru. Jadi untuk mengukur larutan berwarna ungu, kita memakai cahaya hijau, bukan ungu.

Bila absorbans larutan diukur pada banyak panjang gelombang dan digambar, kita memperoleh **spektrum serapan** (Gambar 6.8, bagian C). Puncak kurva adalah **panjang gelombang maksimum (λmaks)**, yaitu panjang gelombang tempat larutan menyerap paling kuat. Pengukuran kuantitatif dilakukan pada λmaks karena dua alasan: **kepekaan paling besar** (perubahan konsentrasi kecil memberi perubahan absorbans yang jelas), dan hasil **kurang terganggu** bila panjang gelombang alat bergeser sedikit, sebab di puncak kurva hampir mendatar.

Bila pereaksi atau pelarut ikut menyerap cahaya, yang menentukan adalah **selisih** absorbans larutan terhadap blanko, bukan absorbans larutan saja. Panjang gelombang terbaik adalah tempat selisih itu terbesar. Absorbans larutan yang tertinggi belum tentu pilihan terbaik bila sebagian besar absorbansnya berasal dari pereaksi.

2. Transmitans, absorbans, dan Hukum Lambert–Beer

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Misalkan intensitas cahaya yang masuk ke larutan I_0 dan yang keluar I. **Transmitans** (T) adalah bagian cahaya yang diteruskan: $T = I \div I_0$, sering dinyatakan dalam persen. **Absorbans** (A) adalah ukuran cahaya yang diserap, didefinisikan sebagai $A = -\log T = \log (I_0 \div I)$. Absorbans tidak punya satuan. Beberapa nilai perlu kamu ingat:

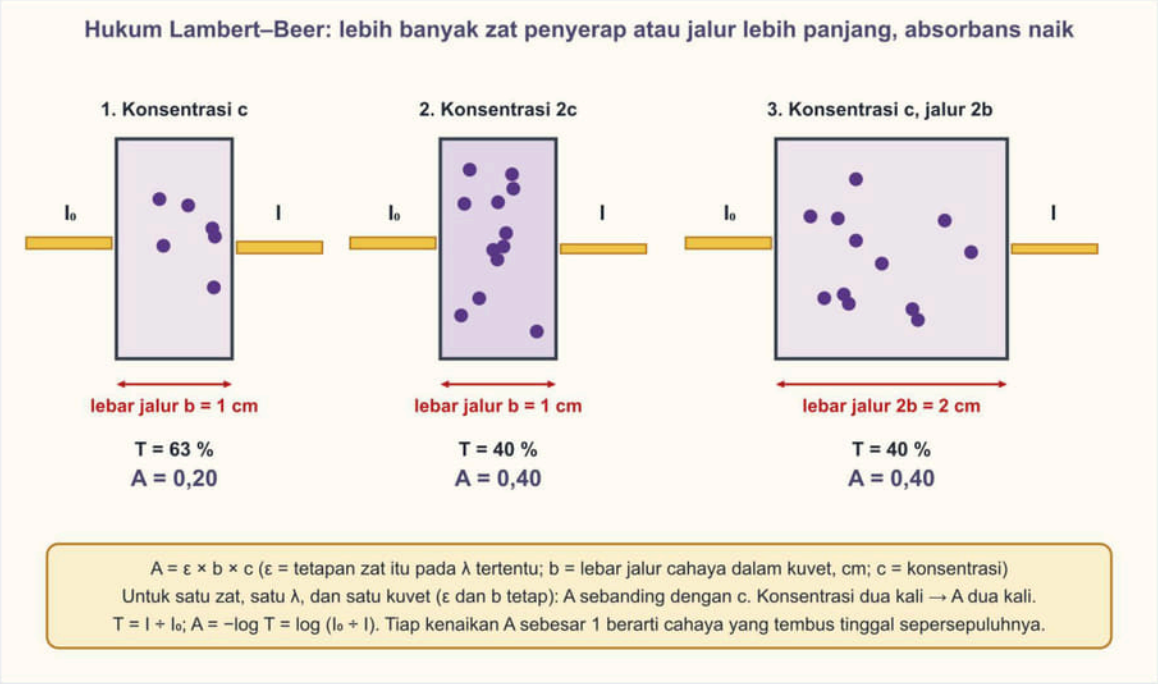
Transmitans T	Absorbans A
100 % (semua cahaya lewat)	0
50 %	0,301
25 %	0,602
10 %	1,000
1 %	2,000

Perhatikan, kenaikan A sebesar 1 berarti cahaya yang tembus menjadi sepersepuluhnya. Pada A = 1 hanya 10 % cahaya yang sampai ke detektor; pada A = 2 hanya 1 %.

Hukum Lambert–Beer menyatakan hubungan absorbans dengan keadaan larutan:

$A = \varepsilon \times b \times c$

Di sini c adalah konsentrasi zat yang menyerap, b adalah lebar jalur cahaya dalam larutan (lebar kuvet, biasanya 1 cm), dan ε (epsilon) adalah tetapan yang khas untuk zat dan panjang gelombangnya. Artinya mudah dibayangkan (Gambar 6.9): makin banyak partikel penyerap di jalur cahaya, makin banyak cahaya diserap. Partikel bertambah bila konsentrasi dinaikkan, atau bila jalur cahaya diperpanjang dengan konsentrasi tetap.



Gambar 6.9 Konsentrasi dua kali atau jalur dua kali memberi absorbans dua kali. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Dalam pekerjaan sehari-hari ε dan b tetap (satu zat, satu λ, satu kuvet), sehingga **A sebanding**

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dengan c: konsentrasi dua kali menghasilkan absorbans dua kali. Karena sifat inilah absorbans dapat diubah menjadi konsentrasi. Hubungan ini berlaku baik bila larutan **encer**, cahayanya mendekati satu warna (monokromatik), zat tidak berubah selama pengukuran, dan pembacaan tidak terlalu besar (lihat bagian 6).

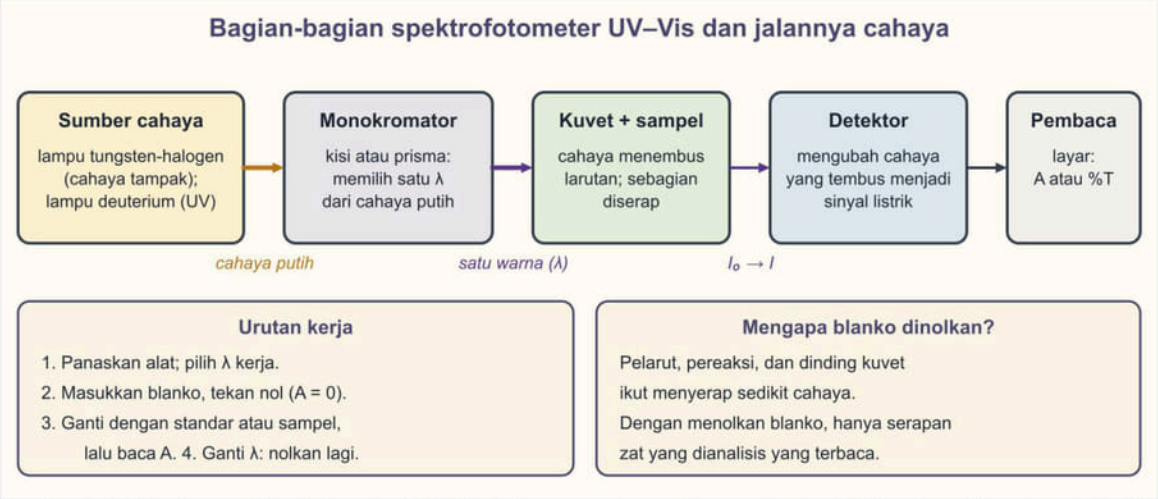
Satu cara cepat memakai kesebandingan: bila **satu larutan standar** memberi absorbans A_std pada konsentrasi C_std dan sampel memberi A_sampel dalam kondisi yang sama, maka

C_sampel = (A_sampel ÷ A_std) × C_std

Rumus ini sah hanya bila kedua pembacaan berada dalam daerah linear dan keduanya sudah dikurangi blanko. Kesalahan klasik adalah **membalik perbandingan** (A_std ÷ A_sampel), padahal larutan yang lebih pekat harus memberi absorbans yang lebih besar.

3. Bagian alat dan blanko

Spektrofotometer terdiri dari beberapa bagian (Gambar 6.10). **Sumber cahaya** memancarkan cahaya putih: lampu tungsten-halogen untuk cahaya tampak, lampu deuterium untuk ultraviolet. **Monokromator** (kisi atau prisma) menyaring cahaya putih menjadi satu panjang gelombang yang dipilih. Cahaya itu menembus larutan dalam **kuvet**. **Detektor** mengubah cahaya yang sampai menjadi sinyal listrik, dan **pembaca** menampilkan absorbans atau transmitans. Alat dipanaskan beberapa menit sebelum dipakai agar lampu dan elektroniknya stabil (menurut manual).



Gambar 6.10 Bagian spektrofotometer UV–Vis, jalannya cahaya, dan urutan kerja. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

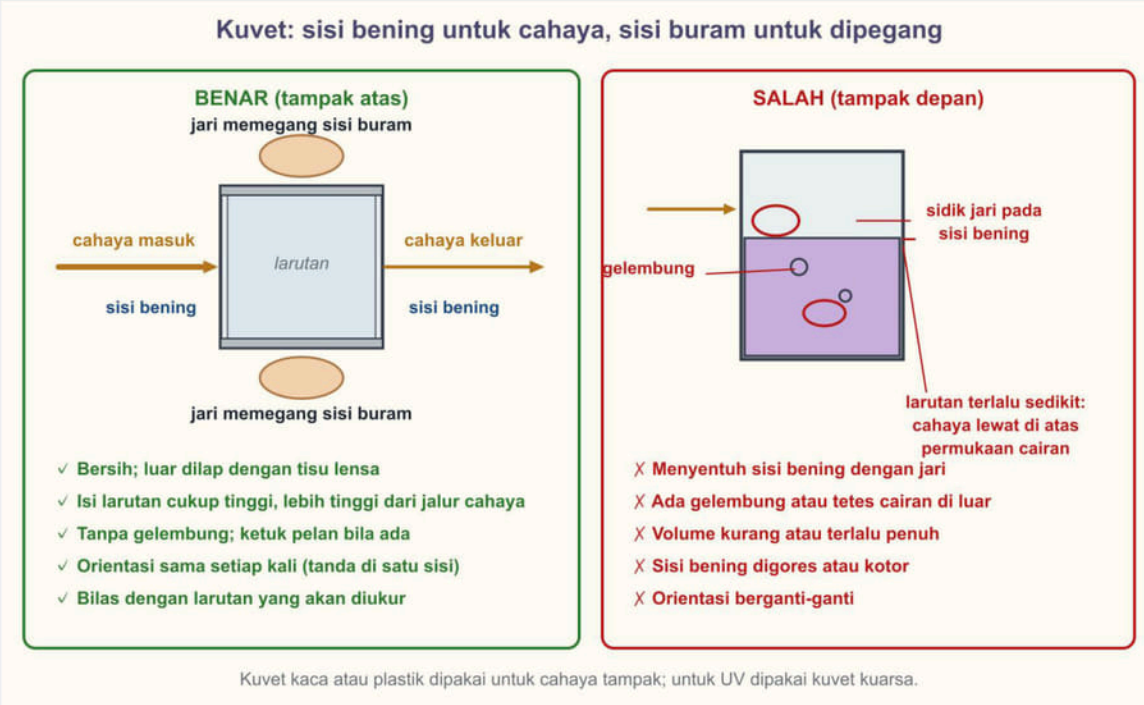
Blanko (*blank*) adalah larutan yang berisi **semua pereaksi dan pelarut yang sama seperti sampel, tetapi tanpa zat yang dianalisis**, dan diperlakukan sama seperti sampel. Blanko dipakai untuk **menolkan alat**: setelah memilih panjang gelombang, blanko dimasukkan dan alat diatur sampai terbaca A = 0. Dengan begitu, serapan pelarut, pereaksi, dan dinding kuvet tidak ikut terhitung; yang terbaca hanya serapan zat yang dicari. Blanko harus **dinolkan kembali setiap kali panjang gelombang diganti**, karena serapan pelarut dan pereaksi berbeda pada tiap panjang gelombang. Blanko yang dilewatkan (alat tidak dinolkan) membuat semua hasil bergeser dengan jumlah yang sama, sehingga kadar sampel yang dihitung menjadi salah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Kuvet

Kuvet adalah wadah larutan di jalur cahaya, berbentuk tabung kecil persegi. Untuk cahaya tampak dipakai kuvet kaca atau plastik; untuk ultraviolet dipakai kuvet kuarsa, sebab kaca menyerap UV. Dua sisinya **bening** (jalur cahaya), dua sisi lainnya **buram atau bergaris** (untuk dipegang). Cara memegang dan memakai kuvet menentukan mutu hasil (Gambar 6.11):

- **Pegang hanya sisi buram.** Sidik jari, lemak, dan tetesan di sisi bening menyerap atau menghamburkan cahaya dan menaikkan absorbans.
- **Lap bagian luar** dengan tisu lensa sebelum dimasukkan ke alat. Kuvet tidak boleh basah atau berembun di sisi bening.
- **Bilas dengan larutan yang akan diukur** (bukan air suling) agar sisa larutan lain tidak mengencerkan atau mencemari.
- **Isi cukup tinggi**, lebih tinggi daripada jalur cahaya. Larutan yang terlalu sedikit membuat cahaya lewat di atas permukaan larutan.
- **Tanpa gelembung udara.** Gelembung membelokkan cahaya dan membuat pembacaan tidak stabil. Ketuk pelan atau miringkan bila ada.
- **Orientasi sama** setiap kali dimasukkan (misalnya tanda di sisi buram menghadap depan), sebab dua sisi bening tidak persis sama.
- Kuvet **jangan digores** dan dibersihkan sesuai petunjuk; sisi bening yang rusak mengubah hasil.



Gambar 6.11 Cara memegang dan menaruh kuvet yang benar (kiri) dan kesalahan umum (kanan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Deret standar dan kurva kalibrasi

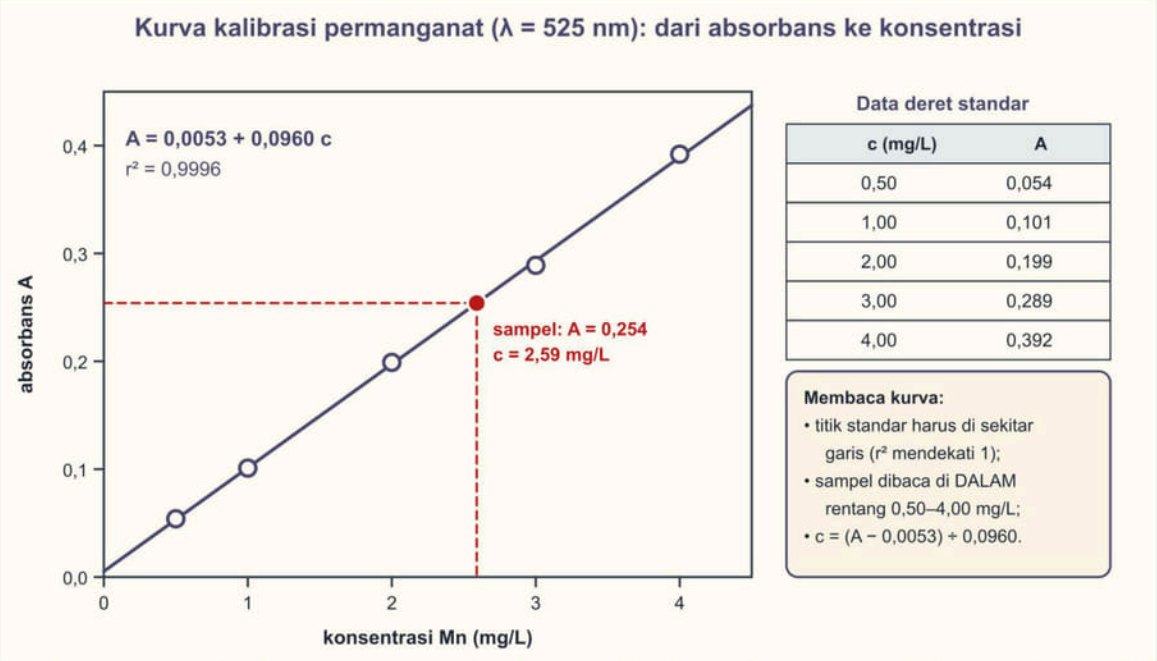
Satu larutan standar saja belum cukup untuk memastikan bahwa A benar-benar sebanding dengan c pada pekerjaan itu. Karena itu laboratorium membuat **deret standar**: beberapa larutan dengan konsentrasi yang diketahui, naik berurutan, dari **larutan induk** (stok) yang dibuat teliti. Deret dibuat dengan pengenceran ($M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$) memakai pipet dan labu ukur, lalu **setiap larutan diberi pereaksi yang sama dan didiamkan selama waktu yang sama** hingga warnanya berkembang (menurut metode).

Langkah menyusun kurva kalibrasi (Gambar 6.12):

1. Buat larutan induk, lalu deret standar (biasanya 5 konsentrasi) dan sebuah **blanko**.
2. Pilih λmaks, nolkan alat dengan blanko.
3. Ukur absorbans tiap standar, **dari yang paling encer ke yang paling pekat**, dan sampel dengan perlakuan yang sama.
4. Gambarkan **absorbans (sumbu y) terhadap konsentrasi (sumbu x)**, lalu tarik garis lurus terbaik. Biasanya garis dihitung dengan **regresi linear** sehingga diperoleh persamaan y = a + b·x, dengan b kemiringan dan a perpotongan sumbu y.
5. Periksa **koefisien determinasi r^2**. Nilai yang mendekati 1 (batas minimum menurut SOP, misalnya 0,995) berarti titik-titik mengikuti garis dengan baik. Bila ada titik yang menyimpang jauh, deret dibuat ulang.
6. Hitung konsentrasi sampel dari absorbansnya: **x = (y − a) ÷ b**. Bila sampel sudah diencerkan, **kalikan dengan faktor pengenceran**.

Rumus regresi sederhana untuk n titik (x, y), yang boleh dikerjakan dengan kalkulator ilmiah:

$b = (n\cdot\Sigma xy - \Sigma x\cdot\Sigma y) \div (n\cdot\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)$ dan $a = (\Sigma y - b\cdot\Sigma x) \div n$



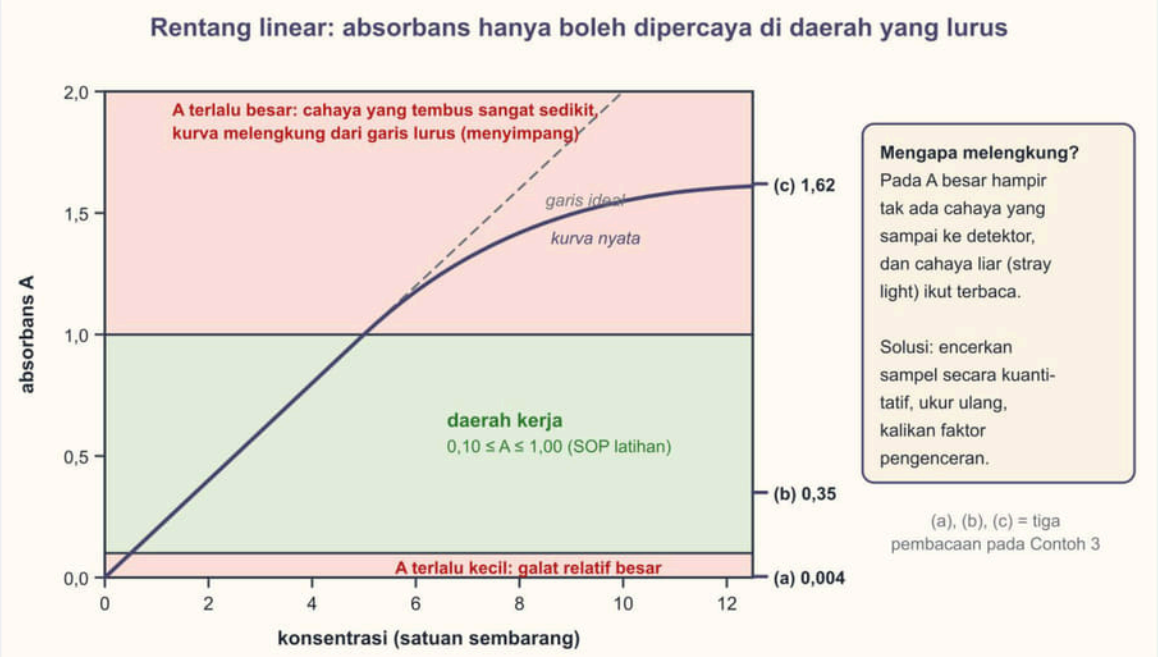
Gambar 6.12 Kurva kalibrasi permanganat dari lima standar dan pembacaan sampel (data Contoh 1; angka latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Ada satu aturan penting: **sampel hanya boleh dibaca di dalam rentang konsentrasi standar** (di antara standar terendah dan tertinggi). Pembacaan di dalam rentang disebut **interpolasi** dan dapat dipercaya. Memperpanjang garis ke atas (**ekstrapolasi**) mengandalkan anggapan bahwa garis tetap lurus, dan anggapan itu tidak terbukti. Bila absorbans sampel lebih besar daripada standar tertinggi, sampel **diencerkan secara kuantitatif** dengan labu ukur sampai absorbansnya masuk rentang, diukur ulang pada panjang gelombang yang sama, dan hasilnya dikalikan faktor pengenceran. Faktor pengenceran = volume akhir ÷ volume sampel yang dipipet (misalnya 50,0 mL ÷ 10,0 mL = 5).

6. Rentang linear dan sumber galat

Hukum Lambert–Beer tidak berlaku untuk semua absorbans. Pada **absorbans besar** hampir tidak ada cahaya yang sampai ke detektor, dan cahaya liar (*stray light*) yang ikut masuk menyebabkan kurva **melengkung** dari garis lurus (Gambar 6.13). Pada **absorbans sangat kecil** perubahan sinyal mendekati derau alat, sehingga galat relatif besar. Laboratorium karena itu menetapkan **rentang kerja**: dalam latihan buku ini, pembacaan dipercaya bila **0,10 ≤ A ≤ 1,00** (menurut SOP latihan; manual alat dan SOP sebenarnya dapat berbeda) dan masih berada di dalam rentang kurva kalibrasi. Sampel yang terlalu pekat diencerkan; sampel yang terlalu encer dipekatkan atau diukur dengan kuvet lebih lebar sesuai metode.



Gambar 6.13 Kurva nyata menyimpang dari garis ideal pada absorbans besar; pembacaan hanya dipercaya di daerah kerja. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sumber galat yang paling sering dan akibatnya:

Kesalahan	Akibat
blanko tidak dinolkan, atau tidak dinolkan ulang saat ganti λ	semua absorbans bergeser; kadar salah
sisi bening kuvet disentuh, kotor, atau basah	absorbans terbaca terlalu besar atau tidak stabil
ada gelembung dalam kuvet	pembacaan acak, biasanya terlalu besar
panjang gelombang bukan λmaks, atau berbeda dari saat membuat kurva	kepekaan turun; kurva tak berlaku
waktu pengembangan warna tidak sama antara standar dan sampel	perbandingan tidak sah
sampel keruh atau mengandung zat berwarna lain	hamburan atau serapan tambahan; perlu disaring atau memakai blanko sampel (menurut metode)
faktor pengenceran lupa dikalikan	kadar terlalu kecil
pembacaan A > 1 dipercaya, atau kurva diperpanjang	kadar tidak dapat diandalkan

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: kurva kalibrasi dari lima titik

Pada 2026, Sinta menentukan mangan dalam air sumur sebuah asrama setelah mangan diubah menjadi permanganat berwarna ungu (λ = 525 nm, kuvet 1,00 cm). Larutan induk mangan 20,0 mg/L dipipet 1,25; 2,50; 5,00; 7,50; dan 10,00 mL ke labu ukur 50,0 mL lalu ditepatkan; absorbansnya (setelah dikurangi blanko) berturut-turut 0,054; 0,101; 0,199; 0,289; dan 0,392. Sampel yang diperlakukan sama memberi A = 0,254. Tentukan konsentrasi deret standar, persamaan kurva, dan konsentrasi mangan sampel. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Konsentrasi deret.** c = 20,0 × V ÷ 50,0: 1,25 mL → 0,50 mg/L; 2,50 → 1,00; 5,00 → 2,00; 7,50 → 3,00; 10,00 → 4,00 mg/L.
2. **Jumlah-jumlah untuk regresi (n = 5).** $\Sigma x = 10{,}50$; $\Sigma y = 1{,}035$; $\Sigma xy = 2{,}9610$; $\Sigma x^2 = 30{,}25$.
3. **Kemiringan.** $b = (5 \times 2{,}9610 - 10{,}50 \times 1{,}035) \div (5 \times 30{,}25 - 10{,}50^2) = (14{,}805 - 10{,}8675) \div (151{,}25 - 110{,}25) = 3{,}9375 \div 41 = 0{,}0960$ per mg/L.
4. **Perpotongan.** $a = (1{,}035 - 0{,}0960 \times 10{,}50) \div 5 = 0{,}0053$. Persamaan: $A = 0{,}0053 + 0{,}0960 \cdot c$, dengan $r^2 = 0{,}9996$.
5. **Konsentrasi sampel.** $c = (0{,}254 - 0{,}0053) \div 0{,}0960 = 2{,}59$ mg/L.
6. **Periksa rentang.** 2,59 mg/L berada di antara 0,50 dan 4,00 mg/L, dan A = 0,254 berada dalam 0,10 sampai 1,00, jadi hasil sah.

Jawaban: $A = 0{,}0053 + 0{,}0960 \cdot c$; mangan sampel 2,59 mg/L. Cek akal sehat: A = 0,254 berada di antara 0,199 (2,00 mg/L) dan 0,289 (3,00 mg/L), lebih dekat ke 0,289, sehingga konsentrasi wajar sedikit di atas 2,5 mg/L. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Contoh 2: sampel diencerkan sebelum diukur

Pada 2027, Teguh menentukan kromium(VI) dalam air limbah sebuah bengkel pelapisan memakai pereaksi warna yang menghasilkan larutan ungu kemerahan (λ = 540 nm). Kurva kalibrasi dari standar 0,20–2,00 mg/L: A = 0,0120 + 0,2371·c; absorbans standar tertinggi (2,00 mg/L) 0,486. Sampel diukur langsung memberi A = 0,81, terlalu besar. Teguh memipet 10,00 mL sampel ke labu ukur 50,00 mL dan menepatkannya; larutan encer itu memberi A = 0,172 setelah dikurangi blanko. Tentukan kadar kromium(VI) sampel asli. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Nilai pembacaan pertama.** A = 0,81 lebih besar daripada A standar tertinggi (0,486) sehingga berada di luar rentang kurva; tidak boleh dihitung dengan memperpanjang garis.
2. **Konsentrasi larutan encer.** c = (0,172 − 0,0120) ÷ 0,2371 = 0,675 mg/L. Nilai ini berada di antara 0,20 dan 2,00 mg/L, jadi sah.
3. **Faktor pengenceran.** 50,00 ÷ 10,00 = 5.
4. **Kadar sampel asli.** 0,675 × 5 = 3,37 mg/L.

Jawaban: kromium(VI) dalam sampel asli ≈ 3,37 mg/L. Cek akal sehat: hasil lebih besar daripada standar tertinggi (2,00 mg/L), sesuai dengan A awal yang terlalu besar. Bila faktor pengenceran lupa dikalikan, hasilnya 0,675 mg/L, kurang dari seperlima kadar sebenarnya. Pengenceran juga harus dikerjakan dengan labu ukur dan pipet volumetrik agar faktor 5 teliti. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Contoh 3: menilai pembacaan di luar rentang

Pada 2027, Winda memakai kurva Contoh 2 (standar 0,20–2,00 mg/L; A standar 0,059 sampai 0,486; blanko sudah dikurangi). Tiga sampel limbah diukur berturut-turut memberi A = (a) 0,004; (b) 0,35; (c) 1,62. Rentang kerja SOP latihan: 0,10 ≤ A ≤ 1,00 dan di dalam rentang kurva. Tentukan pembacaan mana yang boleh dihitung dan apa tindak lanjut bagi yang lain. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **(a) A = 0,004.** Lebih kecil daripada 0,10 dan lebih kecil daripada standar terendah (0,059); hampir sama dengan blanko. Transmitans = 10^(−0,004) ≈ 99 %, jadi hampir tak ada cahaya yang diserap. **Tidak dilaporkan sebagai angka kadar**; sampel diperiksa dengan volume lebih besar atau dipekatkan, atau kuvet lebih lebar sesuai metode.
2. **(b) A = 0,35.** Di dalam 0,10 sampai 1,00 dan di antara 0,059 dan 0,486, jadi sah. c = (0,35 − 0,0120) ÷ 0,2371 = 1,43 mg/L.
3. **(c) A = 1,62.** Lebih besar daripada 1,00 dan daripada 0,486; transmitans = 10^(−1,62) ≈ 2,4 %, hanya sekitar 2 % cahaya yang sampai ke detektor. **Tidak dipercaya.** Sampel diencerkan, misalnya 5 kali (dugaan kasar dari garis: sekitar 6,8 mg/L, sehingga setelah pengenceran 5 kali sekitar 1,4 mg/L dan A ≈ 0,33, masuk rentang), diukur ulang, dan hasilnya dikalikan 5. Angka 6,8 hanya dipakai untuk memilih faktor pengenceran, tidak dilaporkan.

Jawaban: hanya (b) yang dapat dihitung, yaitu 1,43 mg/L; (a) dipekatkan atau diukur dengan kondisi lain; (c) diencerkan lalu diukur ulang. Cek akal sehat: tiga pembacaan diletakkan di

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar 6.13: (a) di daerah A terlalu kecil, (b) di daerah kerja, (c) di daerah kurva yang melengkung. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.14 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 6.14 Peta konsep spektrofotometri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Warna larutan = warna komplementer** dari cahaya yang diserap; ukur pada **λmaks** (atau di tempat selisih larutan dan blanko terbesar).
- **A = −log T**; **A = ε·b·c**, jadi A sebanding dengan c bila ε dan b tetap dan larutan encer.
- **Blanko** (pereaksi tanpa analit) **dinolkan** di tiap λ yang dipakai.
- **Kuvet:** pegang sisi buram, lap, bebas gelembung, isi cukup tinggi, orientasi sama.
- **Deret standar → regresi y = a + bx → c = (y − a) ÷ b**; sampel dibaca di dalam rentang; **kalikan faktor pengenceran**.
- **A di luar rentang kerja** (SOP latihan: 0,10–1,00) tidak dipercaya: encerkan secara kuantitatif dan ukur ulang di λ yang sama.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal spektrofotometri:

1. **Catat yang diketahui**: standar (konsentrasi dan absorbans), sampel, blanko, pengenceran, panjang gelombang.
2. **Kurangi blanko** bila data belum dikoreksi; periksa apakah A sampel berada di dalam rentang standar.
3. **Hitung** konsentrasi larutan yang diukur, lalu **kalikan faktor pengenceran**.
4. **Cek akal sehat:** sampel yang lebih pekat harus memberi A lebih besar; hasil harus memakai satuan yang diminta.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Perbandingan absorbans dibalik** (A_std ÷ A_sampel).
- **Faktor pengenceran dibagi**, bukan dikalikan; atau tidak dipakai sama sekali.
- **Sampel di luar rentang dibaca dengan memperpanjang garis** (ekstrapolasi), atau diukur pada λ lain.
- **Pengenceran 10 kali dipilih berlebihan** sehingga A jatuh di bawah standar terendah; pengenceran harus membuat A masuk di tengah rentang.
- **Absorbans larutan terbesar dipilih sebagai λ kerja**, padahal sebagian besar berasal dari blanko pereaksi; yang dipakai adalah selisih.
- **Blanko tidak dinolkan** atau serapan sisi bening yang kotor diabaikan.
- **Pereaksi ditambah lebih banyak** untuk "memperbaiki" absorbans yang terlalu besar, padahal masalahnya konsentrasi di luar rentang, bukan reaksi yang kurang sempurna.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa memperoleh A sampel 0,90 sedangkan standar tertinggi (4,00 mg/L) memberi A 0,40. Ia menulis "garis kalibrasi lurus, jadi kadarnya (0,90 ÷ 0,40) × 4,00 = 9,0 mg/L". Yang tepat: sampel di luar rentang standar, jadi hasil 9,0 mg/L adalah ekstrapolasi yang tidak terbukti; sampel diencerkan secara kuantitatif sampai A masuk rentang 0,10–0,40, diukur ulang, dan hasilnya dikalikan faktor pengenceran.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji perhitungan dengan satu standar dan faktor pengenceran. Pakai bagian 2 (Hukum Lambert–Beer) dan bagian 5 (pengenceran).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Analis di laboratorium air minum sebuah kawasan industri (2026) menetapkan kadar besi dalam air sumur dengan spektrofotometer. Larutan standar besi 2,00 mg/L memberi absorbans 0,250. Karena air sumur tampak keruh kekuningan, 10,0 mL sampel diencerkan dalam labu ukur 50,0 mL, lalu direaksikan dengan pereaksi warna yang sama. Absorbans larutan encer itu 0,175. Semua absorbans sudah dikurangi absorbans blanko.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar besi dalam air sumur asli adalah ....

A. 0,28 mg/L
B. 1,40 mg/L
C. 2,86 mg/L
D. 7,00 mg/L
E. 14,3 mg/L

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Hukum Lambert–Beer pada rentang kerja: A sebanding dengan C, sehingga C sampel = (A sampel ÷ A standar) × C standar. Kadar sampel asli = kadar larutan encer × faktor pengenceran.

Langkah:
1. C larutan encer = 0,175 ÷ 0,250 × 2,00 = 1,40 mg/L.
2. Faktor pengenceran = 50,0 ÷ 10,0 = 5.
3. C sampel asli = 1,40 × 5 = 7,00 mg/L.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Faktor pengenceran dipakai untuk membagi, bukan mengalikan.
• **B.** ✗ Jebakan: itu kadar larutan yang sudah diencerkan; faktor pengenceran 5 belum diperhitungkan.
• **C.** ✗ Perbandingan absorbans terbalik (0,250 ÷ 0,175 × 2,00).
• **D.** ✓ 1,40 mg/L × 5 = 7,00 mg/L.
• **E.** ✗ Jebakan: perbandingan terbalik lalu dikalikan faktor pengenceran.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu yang diketahui, cek apakah sampel di dalam rentang, lalu hitung dan kalikan faktor pengenceran.

1. Analis di laboratorium sebuah usaha tambak udang (2027) menetapkan kadar nitrit air tambak dengan spektrofotometer. Data deret standar (alat dinolkan dengan blanko pereaksi):

Konsentrasi (mg/L)	1,0	2,0	3,0	4,0
Absorbans	0,105	0,212	0,318	0,421

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sampel memberi absorbans 0,640. Pemilik tambak membutuhkan angka kadar, bukan sekadar "di atas 4 mg/L".

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Mengencerkan sampel dua kali dengan labu ukur, mengukurnya ulang, lalu mengalikan hasilnya dengan 2
B. Memperpanjang garis deret standar ke atas, lalu membaca kadar sampel sekitar 6,1 mg/L dari garis itu
C. Mengencerkan sampel sepuluh kali dengan labu ukur, mengukurnya ulang, lalu mengalikan hasilnya dengan 10
D. Mengukur ulang sampel tanpa pengenceran pada panjang gelombang lain yang absorbansnya lebih kecil
E. Menambahkan pereaksi warna lebih banyak ke sampel agar reaksinya sempurna, lalu mengukurnya ulang

2. Analis di laboratorium sebuah pabrik minuman ringan (2027) akan menetapkan kadar pewarna dengan spektrofotometer. Ia mengukur larutan pewarna yang sudah direaksikan dan blanko pereaksi (pereaksi tanpa pewarna) pada beberapa panjang gelombang.

Panjang gelombang (nm)	480	500	520	540	560
Absorbans larutan pewarna	0,28	0,35	0,41	0,38	0,22
Absorbans blanko pereaksi	0,02	0,05	0,18	0,03	0,01

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Panjang gelombang yang paling tepat dipilih adalah ....

A. 480 nm
B. 500 nm
C. 520 nm
D. 540 nm
E. 560 nm

Kunci singkat: 1. A 2. D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa sampel yang absorbansnya lebih besar daripada standar tertinggi tidak dihitung dengan memperpanjang garis kalibrasi, dan apa yang harus dilakukan?
- Mengapa blanko harus dinolkan dan mengapa panjang gelombang yang dipilih adalah tempat serapan zat terbesar, bukan sembarang tempat?
- **Yang harus kuingat:** $A = -\log T$ dan $A = \varepsilon \cdot b \cdot c$; blanko dinolkan; pegang kuvet di sisi buram; $x = (y - a) \div b$ dari kurva kalibrasi; sampel hanya dibaca di dalam rentang; pengenceran dikalikan di akhir.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-6.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi

SMKKA-6.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 6, analisis kimia instrumen) meminta kamu **menjelaskan prinsip kromatografi**: apa itu fasa diam, fasa gerak, dan bagaimana **kepolaran** menentukan urutan pemisahan. Levelnya pemahaman sampai penalaran: kamu menjelaskan mengapa sebuah komponen tertahan, memprediksi urutan bercak, dan memilih langkah yang tepat bila pemisahannya buruk.

Pola soal yang muncul: (1) **memprediksi urutan** komponen pada fasa diam polar (silika gel) dari struktur atau sifat kepolarannya; (2) **memilih atau mengubah eluen**: bercak hampir tidak bergerak, atau semua bercak naik ke depan; (3) **menilai pernyataan prosedur**: garis awal harus di atas permukaan eluen, elusi dihentikan sebelum ujung pelat, bejana dijenuhkan. Soal bentuk pilihan ganda kompleks sering dipakai karena tiap pernyataan dapat diuji sendiri.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan prinsip pemisahan pada kromatografi dengan istilah fasa diam, fasa gerak, dan distribusi komponen;
- membedakan kepolaran senyawa dan eluen, serta fasa diam polar dan nonpolar;
- memprediksi urutan elusi dan harga Rf relatif pada silika gel;
- memilih eluen dan menjelaskan prosedur kromatografi kertas, lapis tipis, dan kolom dengan benar.

Educational Institutions

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Sampel nyata hampir selalu **campuran**: tinta spidol berisi beberapa pewarna, daun hijau berisi klorofil dan karotenoid, ekstrak jamu berisi banyak senyawa. Bila campuran diukur langsung, kita tidak tahu zat mana yang menyumbang hasil. **Kromatografi** adalah cara **memisahkan** komponen campuran dahulu, baru dikenali atau diukur satu per satu. Namanya berasal dari kata Yunani untuk "warna" dan "menulis", karena cara ini pertama kali dipakai memisahkan pigmen tumbuhan menjadi pita-pita berwarna.

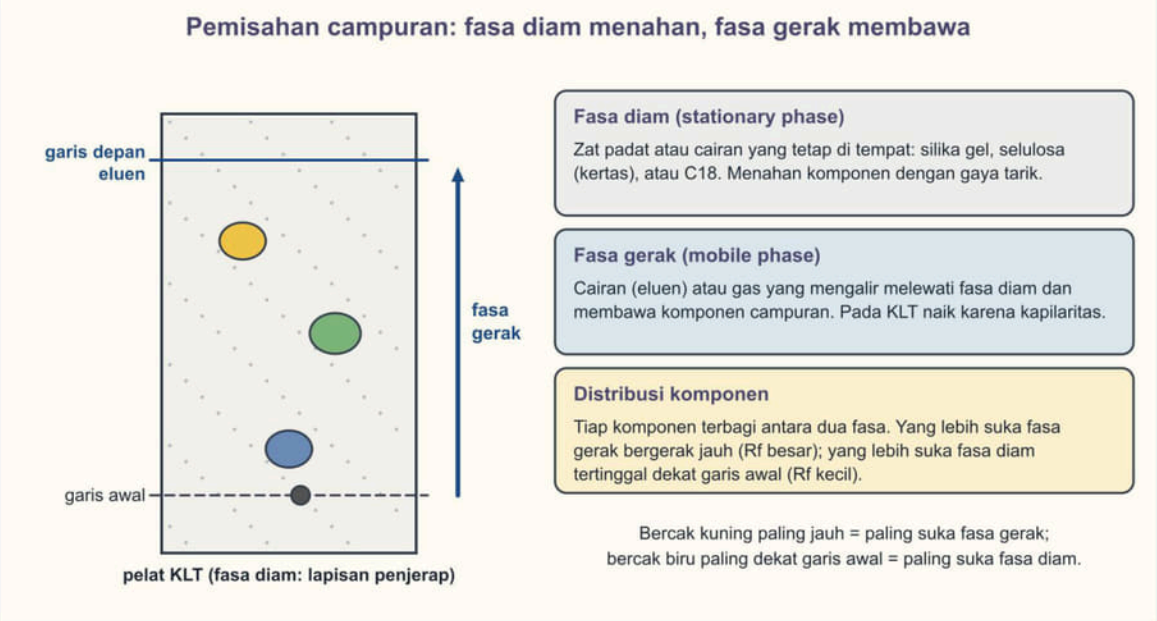
1. Prinsip: dua fasa dan distribusi komponen

Setiap kromatografi memakai **dua fasa** (Gambar 6.15):

- **fasa diam** (*stationary phase*): zat padat atau lapisan cairan yang **tetap di tempat**, misalnya silika gel di pelat atau serat selulosa pada kertas;
- **fasa gerak** (*mobile phase*): cairan atau gas yang **mengalir** melewati fasa diam dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

membawa campuran. Pada kromatografi cair, fasa gerak disebut **eluen** (pelarut pengembang).



Gambar 6.15 Pelat KLT sebagai fasa diam; eluen naik sebagai fasa gerak dan membawa tiap komponen sejauh yang diizinkan tarikan fasa diam. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Campuran diletakkan di satu titik awal. Ketika fasa gerak mengalir, tiap komponen **terbagi** (terdistribusi) antara dua fasa: sebagian waktu ia ikut fasa gerak, sebagian waktu ia menempel pada fasa diam. Komponen yang **lebih suka fasa gerak** bergerak cepat dan jauh. Komponen yang **lebih suka fasa diam** bergerak lambat dan tertinggal dekat titik awal. Perbedaan kecepatan itu memisahkan campuran. Seluruh kromatografi, dari kertas sampai alat canggih, bertumpu pada gagasan ini.

2. Jenis kromatografi yang kamu temui

Jenis	Fasa diam	Fasa gerak	Dipakai untuk
Kertas	selulosa (serat kertas)	pelarut yang naik karena kapilaritas	pewarna, pigmen, asam amino sederhana
Lapis tipis (KLT)	lapisan tipis silika gel di pelat	eluen yang naik karena kapilaritas	cek cepat kemurnian, identifikasi pewarna dan obat
Kolom	silika gel dalam tabung	eluen yang mengalir karena gaya berat	memisahkan campuran dalam jumlah lebih banyak
Gas (GC)	cairan atau padatan di kolom sempit	gas pembawa	senyawa yang mudah menguap
Cair kinerja tinggi (HPLC)	partikel sangat halus di kolom	cairan dipompa bertekanan tinggi	analisis kuantitatif obat, vitamin, pewarna

Kromatografi kertas, KLT, dan kolom dikerjakan di laboratorium SMK. **GC** (*gas chromatography*) memakai gas seperti nitrogen atau helium untuk membawa uap sampel melewati kolom di

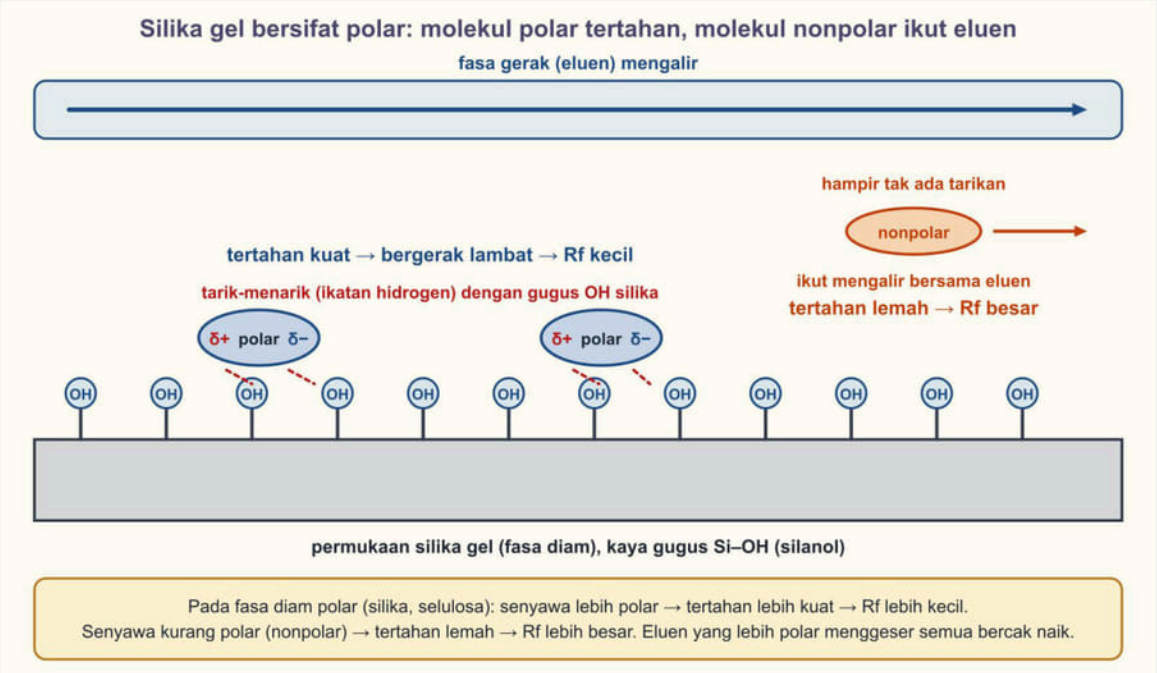
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dalam oven. **HPLC** (*high performance liquid chromatography*) memompa cairan bertekanan tinggi lewat kolom berisi partikel sangat halus; hasilnya berupa **kromatogram**, yaitu grafik puncak yang tiap puncaknya mewakili satu komponen, dan **waktu retensi** (waktu dari penyuntikan sampai puncak muncul) dipakai untuk mengenali komponen. Untuk TKA kamu cukup mengenali nama, fasa gerak, dan kegunaannya; soal yang dibahas terutama KLT dan kolom.

3. Kepolaran: kunci urutan pemisahan

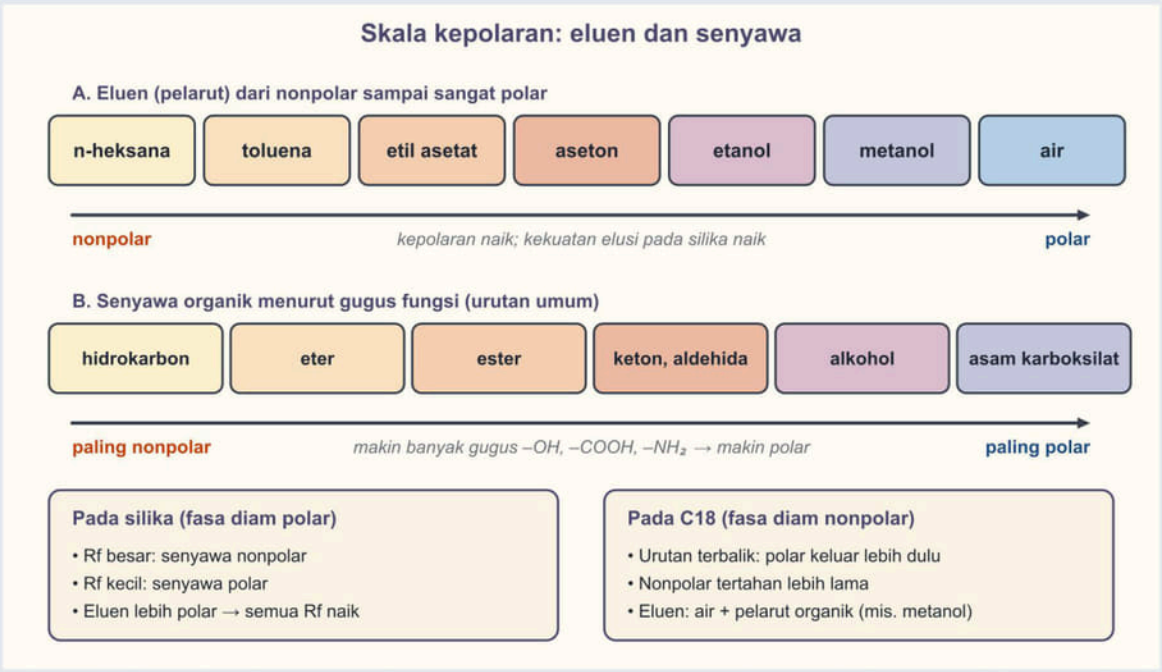
Kepolaran menyatakan ketidakmerataan muatan dalam molekul. Molekul **polar** punya ujung yang sedikit positif dan ujung yang sedikit negatif karena ikatan dengan atom yang menarik elektron, misalnya O–H, N–H, dan C=O. Molekul polar saling tarik-menarik kuat, dan dengan zat polar lain, bahkan membentuk ikatan hidrogen. Molekul **nonpolar** (misalnya hidrokarbon) hampir tidak punya ujung bermuatan dan hanya saling tarik lemah. Aturan umumnya: **sejenis melarutkan sejenis**. Zat polar larut dalam pelarut polar; zat nonpolar larut dalam pelarut nonpolar.

Kepolaran senyawa organik naik seiring jumlah dan jenis gugus fungsi polar (Gambar 6.17). Urutan umum dari paling nonpolar (tanda panah menunjuk ke arah makin polar): **hidrokarbon → eter → ester → keton dan aldehida → alkohol → asam karboksilat**. Makin banyak gugus –OH atau –COOH, makin polar. Eluen juga memiliki urutan kepolaran: **n-heksana → toluena → etil asetat → aseton → etanol → metanol → air**. Pelarut yang lebih polar punya **kekuatan elusi** yang lebih besar pada fasa diam polar, artinya lebih kuat membawa komponen polar.



Gambar 6.16 Model permukaan silika gel: molekul polar tertahan oleh gugus OH, molekul nonpolar mengalir bersama eluen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.17 Urutan kepolaran eluen dan senyawa menurut gugus fungsi, serta ringkasan perilakunya pada silika dan C18. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Fasa diam polar dan nonpolar

Silika gel adalah fasa diam yang paling sering dipakai pada KLT dan kolom. Permukaannya penuh gugus **silanol** (Si–OH) yang polar (Gambar 6.16). **Selulosa** pada kertas juga polar (banyak gugus –OH, dan air yang terikat pada serat ikut berperan). Pada fasa diam polar berlaku:

- senyawa **polar** tertarik kuat ke gugus OH permukaan → **tertahan kuat**, bergerak lambat, **Rf kecil**;
- senyawa **nonpolar** hampir tidak tertarik → **tertahan lemah**, mudah dibawa eluen, **Rf besar**.

Jadi urutan pada silika dari yang tertinggi: nonpolar, lalu sedang, lalu polar. Kebalikannya terjadi pada **fasa diam nonpolar**, misalnya **C18** (silika yang permukaannya diberi rantai hidrokarbon 18 atom karbon). Pada C18 yang dipakai bersama eluen polar (misalnya campuran air dan metanol), senyawa **polar keluar lebih dulu**, sebab lebih suka eluen, dan senyawa **nonpolar tertahan lebih lama**. Teknik ini disebut **fase terbalik** (*reversed phase*) dan umum pada HPLC. Karena itu setiap soal kromatografi harus dimulai dengan menanyakan: **fasa diamnya polar atau nonpolar?**

5. Memilih dan mengubah eluen

Eluen dipilih sampai komponen bergerak ke posisi yang memungkinkan pemisahan, biasanya Rf antara sekitar 0,2 dan 0,8 (menurut SOP latihan). Ada dua keadaan ekstrem yang gagal:

- **Eluen terlalu nonpolar** untuk komponen polar: komponen tertahan kuat dan hampir tidak bergerak (Rf mendekati 0) sehingga bercak menumpuk di garis awal.
- **Eluen terlalu polar**: semua komponen terbawa ke garis depan (Rf mendekati 1) sehingga tidak terpisah.

Eluen sering berupa **campuran** dua pelarut agar kepolarannya dapat disetel. Contoh: n-heksana dengan etil asetat. Menambah etil asetat (yang lebih polar) menaikkan kepolaran campuran, sehingga **semua Rf naik**. Menambah n-heksana menurunkan kepolaran, sehingga semua Rf turun. Menambah **lebih banyak n-heksana** tidak akan mengeluarkan komponen yang tertahan kuat; yang menolong adalah eluen yang **lebih polar**. Pada kolom, komponen nonpolar dikeluarkan lebih dulu dengan eluen nonpolar, lalu eluen dinaikkan kepolarannya bertahap untuk mengeluarkan komponen polar.

6. Prosedur KLT

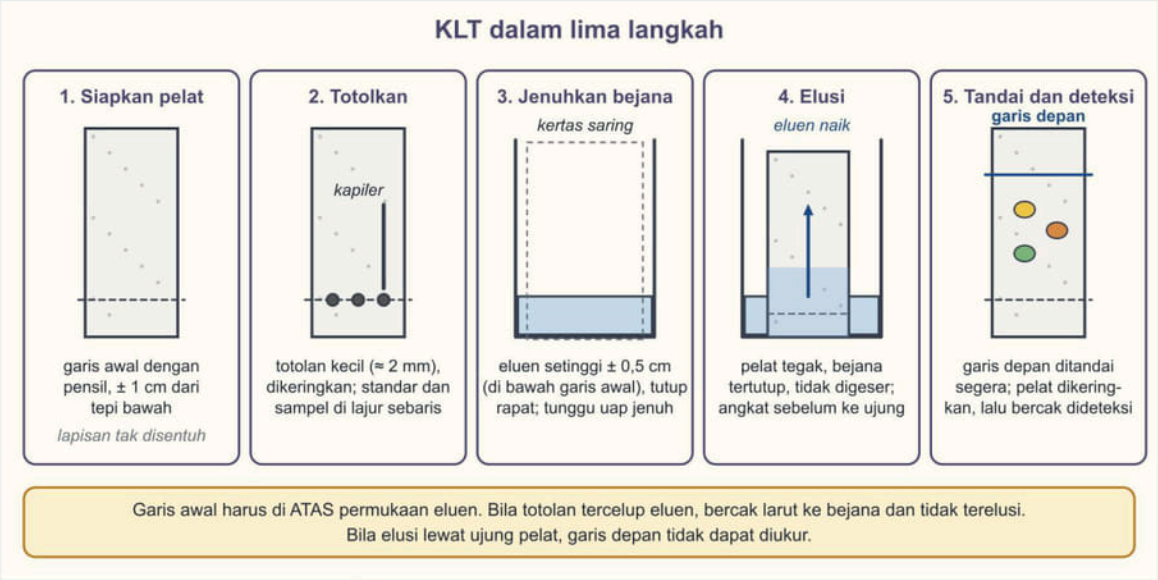
Kromatografi lapis tipis (KLT) memakai pelat berlapis silika gel tipis. Lima langkah pokoknya (Gambar 6.18):

1. **Siapkan pelat.** Buat garis awal dengan **pensil** (bukan pulpen, karena tinta ikut naik) sekitar 1 cm dari tepi bawah; lapisan tidak boleh tergores atau disentuh jari.
2. **Totolkan.** Dengan pipa kapiler, totolkan sampel dan larutan standar sebaris di garis awal. Totolan **kecil** (sekitar 2 mm) dan **dikeringkan**; totolan yang besar atau terlalu pekat melebar dan berekor.
3. **Jenuhkan bejana.** Tuang eluen setinggi sekitar 0,5 cm (di bawah garis awal), pasang kertas saring yang terbasahi di dinding, tutup rapat, dan tunggu beberapa menit sampai ruang bejana jenuh uap eluen. Bejana yang tidak jenuh membuat eluen menguap dari pelat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sehingga garis depan miring dan Rf tidak ulang.

4. **Elusi.** Masukkan pelat tegak tanpa menyentuh dinding; tutup; jangan digoyang atau digeser. **Garis awal harus di atas permukaan eluen.** Bila tercelup, bercak larut ke dalam eluen di bejana dan tidak terelusi naik. Angkat pelat sebelum eluen mencapai ujung atas.
5. **Tandai dan deteksi.** Segera tandai **garis depan** dengan pensil, keringkan pelat, lalu tampakkan bercak (lihat sub bab 6.4).



Gambar 6.18 Persiapan dan elusi KLT: pelat, totolan, bejana jenuh, elusi, penandaan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

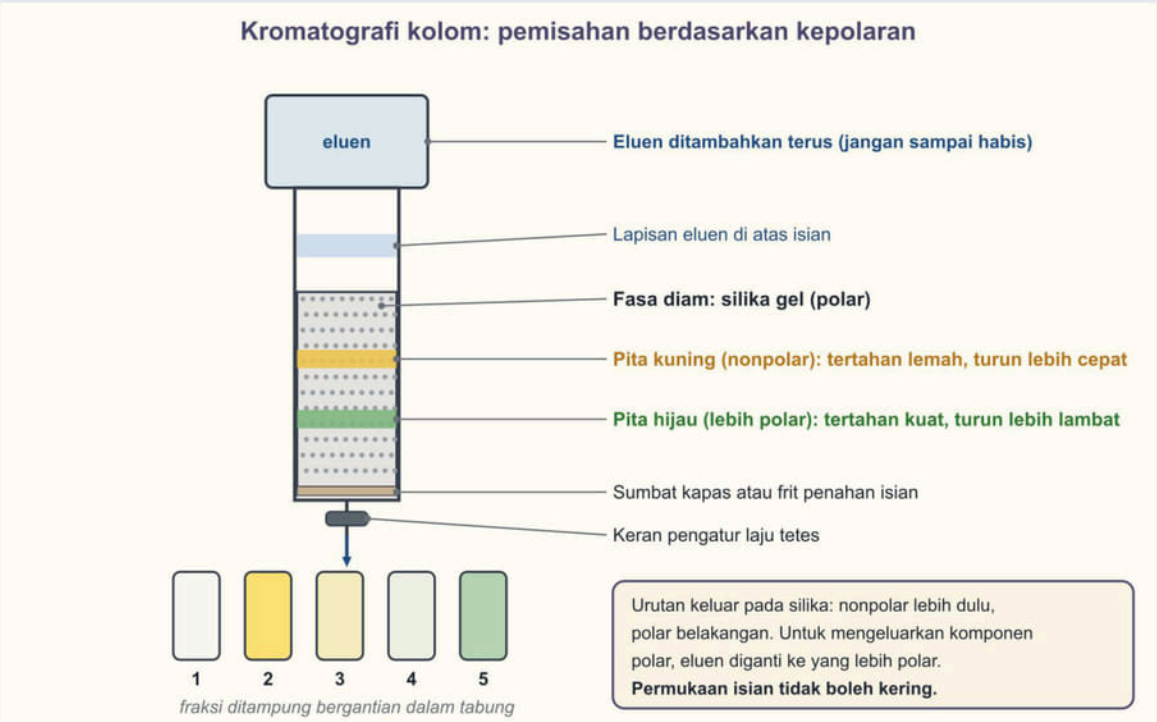
Pelarut seperti n-heksana mudah menyala dan uapnya berbahaya sehingga elusi dilakukan di tempat berventilasi baik atau lemari asam, jauh dari api, dengan sarung tangan dan kacamata pelindung. Eluen bekas ditampung sebagai limbah pelarut sesuai SOP, tidak dibuang ke wastafel.

Kromatografi kertas memakai prosedur yang sama dengan kertas khusus sebagai pengganti pelat; garis awal ditandai dengan pensil dan kertas digantung agar ujung bawahnya tercelup eluen, tanpa garis awal ikut tercelup.

7. Kromatografi kolom

Kromatografi kolom memakai tabung kaca berkeran yang diisi silika gel (Gambar 6.19). Isian dibuat sebagai bubur silika dengan eluen supaya padat merata, tanpa gelembung dan tanpa retakan. Sampel diletakkan sebagai pita tipis di puncak isian, lalu eluen dialirkan terus-menerus dengan gaya berat. Tiap komponen turun dengan kecepatan berbeda: pita **nonpolar** turun lebih cepat dan keluar lebih dulu; pita **polar** tertahan dan keluar kemudian. Cairan yang keluar ditampung dalam **fraksi** (tabung berurutan), dan isi tiap fraksi sering diperiksa dengan KLT. **Permukaan isian tidak boleh kering**, sebab udara membuat retak yang merusak pemisahan; eluen harus selalu ditambahkan di atas isian.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.19 Kolom silika gel: pita nonpolar turun lebih cepat dan keluar lebih dulu. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: memprediksi urutan bercak dari kepolaran

Pada 2026, Laras memisahkan tiga senyawa murni dalam campuran praktikum di laboratorium sebuah SMK: **naftalena** (hidrokarbon aromatik), **etil benzoat** (ester), dan **asam benzoat** (asam karboksilat). Fasa diam: pelat silika gel; eluen: n-heksana : etil asetat 8 : 2. Prediksikan urutan harga Rf dari terbesar ke terkecil dan jelaskan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Fasa diam polar** (silika gel): senyawa yang lebih polar tertahan lebih kuat dan Rf-nya lebih kecil.
2. **Urutkan kepolaran** (Gambar 6.17): hidrokarbon → ester → asam karboksilat. Naftalena tidak punya gugus polar; etil benzoat punya gugus ester; asam benzoat punya gugus –COOH yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan –OH silika.
3. **Urutan Rf besar → kecil:** naftalena > etil benzoat > asam benzoat.

Jawaban: naftalena paling jauh (Rf terbesar), diikuti etil benzoat, dan asam benzoat paling dekat garis awal. Cek akal sehat: bercak yang terbesar Rf-nya harus paling nonpolar pada silika. Bila eluen diganti etil asetat murni (lebih polar), ketiga Rf akan naik dan bercak mendekat satu sama lain, sehingga pemisahan memburuk. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Contoh 2: memilih eluen untuk memisahkan dua komponen

Pada 2027, Bayu memisahkan dua komponen U dan V dari ekstrak sampel di laboratorium mutu sebuah pabrik jamu memakai pelat silika gel. Ia mencoba lima eluen dan mencatat Rf. Kriteria

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

SOP latihan: kedua Rf antara 0,20 dan 0,80, dan selisih Rf sebesar mungkin. Eluen mana yang dipilih? *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Eluen	Rf U	Rf V	Selisih Rf
1. n-heksana murni	0,04	0,07	0,03
2. n-heksana : etil asetat 8 : 2	0,18	0,36	0,18
3. n-heksana : etil asetat 6 : 4	0,35	0,62	0,27
4. etil asetat murni	0,86	0,93	0,07
5. metanol	0,97	0,98	0,01

1. **Eluen 1:** kedua bercak hampir tak bergerak (Rf di bawah 0,20); eluen terlalu nonpolar. Tidak dipilih.
2. **Eluen 4 dan 5:** kedua Rf lebih besar daripada 0,80, selisih kecil; eluen terlalu polar. Tidak dipilih.
3. **Eluen 2:** selisih 0,18 dan Rf U = 0,18 masih di bawah 0,20; hampir memenuhi tetapi belum.
4. **Eluen 3:** Rf 0,35 dan 0,62 di dalam 0,20–0,80 dengan selisih terbesar, 0,27.

Jawaban: eluen 3, n-heksana : etil asetat 6 : 4. Cek akal sehat: kenaikan kepolaran dari heksana murni ke 8:2 ke 6:4 menaikkan kedua Rf, sesuai aturan bahwa eluen lebih polar membawa semua bercak lebih jauh. Eluen terbaik berada di antara dua ekstrem: terlalu nonpolar dan terlalu polar. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Contoh 3: menyimpulkan dari dua eluen berbeda

Pada 2027, Dewi mengelusi campuran dua komponen X dan Y pada dua pelat silika gel yang sama dengan dua eluen. Pelat A: n-heksana : etil asetat 9 : 1, garis depan 8,0 cm dari garis awal; bercak X berjarak 0,8 cm dan bercak Y 1,6 cm dari garis awal. Pelat B: n-heksana : etil asetat 1 : 1, garis depan 7,5 cm dari garis awal; bercak X 4,2 cm dan bercak Y 5,7 cm. Hitung Rf, tentukan eluen yang lebih polar, komponen yang lebih nonpolar, dan eluen yang memisahkan lebih baik. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Rf pelat A.** X = 0,8 ÷ 8,0 = 0,10; Y = 1,6 ÷ 8,0 = 0,20.
2. **Rf pelat B.** X = 4,2 ÷ 7,5 = 0,56; Y = 5,7 ÷ 7,5 = 0,76.
3. **Eluen yang lebih polar:** pelat B memuat lebih banyak etil asetat dan kedua Rf naik, jadi eluen B lebih polar.
4. **Komponen lebih nonpolar:** pada kedua eluen Y berada di atas X, sehingga Y lebih nonpolar (tertahan lebih lemah oleh silika) dan X lebih polar.
5. **Pemisahan:** selisih Rf pelat A = 0,10 dan kedua bercak dekat garis awal (Rf ≤ 0,20); selisih pelat B = 0,20 dan kedua Rf berada di dalam 0,20–0,80. Eluen B memisahkan lebih baik.

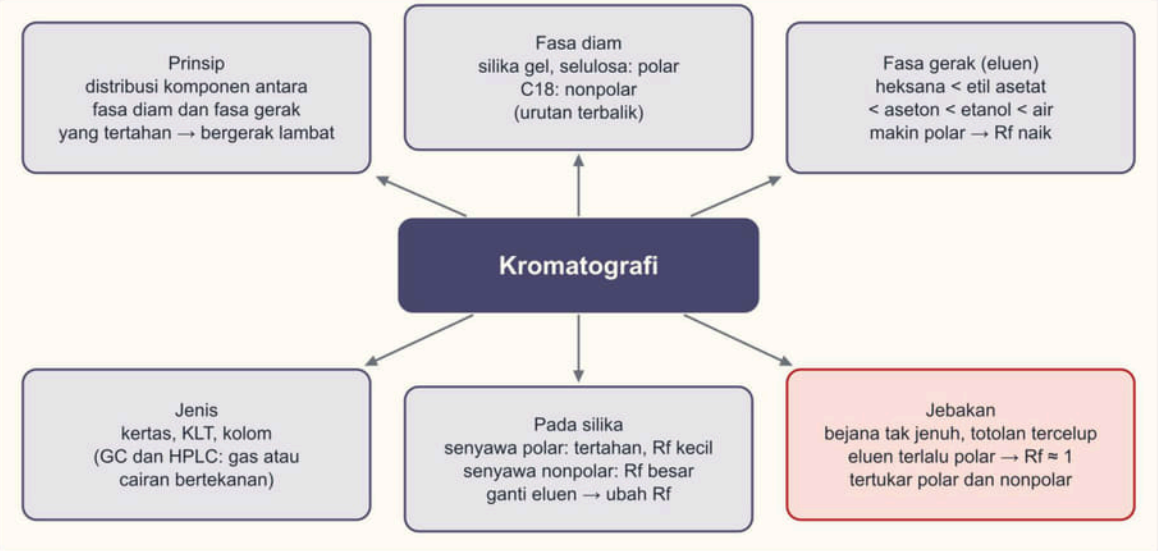
Jawaban: Rf A = 0,10 dan 0,20; Rf B = 0,56 dan 0,76; eluen B lebih polar; Y lebih nonpolar; eluen B lebih baik. Cek akal sehat: urutan X di bawah, Y di atas tidak berubah ketika kepolaran eluen berubah; yang berubah hanyalah seberapa jauh keduanya naik. Bila dipakai etil asetat murni,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kedua Rf akan mendekati 1 dan pemisahan memburuk kembali. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.20 merangkum isi sub bab ini.



Gambar 6.20 Peta konsep kromatografi: fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Kromatografi** memisahkan campuran karena tiap komponen terbagi berbeda antara **fasa diam** (tertahan) dan **fasa gerak** (membawa).
- **Silika gel dan selulosa polar:** senyawa **polar tertahan kuat, Rf kecil**; senyawa **nonpolar Rf besar**. **C18 nonpolar:** urutan terbalik.
- **Kepolaran eluen:** n-heksana → toluena → etil asetat → aseton → etanol → metanol → air. **Eluen lebih polar → semua Rf naik.**
- **Eluen terlalu nonpolar:** bercak menumpuk di garis awal; **terlalu polar:** semua bercak ke garis depan.
- **KLT:** garis awal pensil dan **di atas permukaan eluen**; bejana jenuh; totolan kecil; garis depan segera ditandai; elusi dihentikan sebelum ujung.
- **Kolom:** nonpolar keluar lebih dulu; polar dikeluarkan dengan eluen yang lebih polar; isian tidak boleh kering. **GC:** fasa gerak gas; **HPLC:** cairan bertekanan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal kromatografi:

1. **Tentukan fasa diam:** polar (silika, selulosa) atau nonpolar (C18).
2. **Urutkan kepolaran** komponen dan eluen dari gugus fungsinya.
3. **Terapkan aturan:** pada fasa diam polar, polar tertahan dan Rf kecil; eluen lebih polar menaikkan Rf.
4. **Uji tiap pernyataan prosedur** terhadap aturan KLT atau kolom.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Senyawa polar disangka bergerak lebih jauh** pada silika; yang benar justru tertahan lebih kuat.
- **Rf kecil disimpulkan sebagai "lebih nonpolar"** pada fasa diam polar.
- **Eluen ditambah dengan pelarut nonpolar yang sama** (menambah n-heksana) untuk menggerakkan komponen polar yang tertahan; yang benar adalah eluen lebih polar.
- **Eluen terlalu polar dianggap memperbaiki pemisahan** padahal semua bercak naik berdekatan.
- **Totolan tercelup eluen** karena garis awal di bawah permukaan; bercak larut dan tidak terelusi.
- **Pelat dibiarkan lewat ujung** sehingga garis depan tidak dapat ditentukan dan bercak melebar.
- **Fasa diam dikira selalu polar**; pada C18 urutannya terbalik.
- **Warna atau ukuran molekul disangka menentukan urutan**, padahal yang menentukan kepolaran dan tarikan dengan fasa diam.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa melihat dua bercak pada pelat silika, bercak bawah dengan Rf 0,15 dan bercak atas dengan Rf 0,70, lalu menulis "bercak bawah lebih nonpolar karena Rf-nya kecil". Yang tepat: pada fasa diam polar, Rf kecil berarti tertahan kuat, jadi bercak bawah lebih polar; bercak atas yang lebih nonpolar.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji pengaruh kepolaran eluen terhadap Rf dan beberapa pernyataan prosedur KLT. Pakai bagian 3 (kepolaran), bagian 5 (eluen), dan bagian 6 (prosedur KLT).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Di laboratorium mutu sebuah pabrik jamu (2027), Rizal memisahkan dua komponen ekstrak (P dan Q) dengan kromatografi lapis tipis pelat silika gel dan eluen n-heksana murni. Setelah elusi, kedua bercak hampir tidak bergerak: Rf P = 0,05 dan Rf Q = 0,08, sehingga sulit dibedakan. Rizal ingin kedua bercak bergerak lebih jauh dan terpisah jelas. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menambah eluen di bejana sampai di atas garis awal akan membuat bercak lebih cepat naik.
☐ B. Kedua komponen tertahan kuat oleh silika gel karena relatif polar dibandingkan eluen n-heksana.
☐ C. Karena Rf P lebih kecil daripada Rf Q, komponen P lebih nonpolar daripada Q.
☐ D. Mengganti eluen dengan campuran n-heksana–etil asetat yang lebih polar akan menaikkan Rf kedua bercak.
☐ E. Membiarkan pelat lebih lama di bejana setelah eluen mencapai ujung atas akan memperjelas pemisahan.

Pembahasan **Kunci: B, D**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: KLT: fasa diam silika gel (polar), fasa gerak eluen. Senyawa polar tertahan → Rf kecil. Menaikkan kepolaran eluen menaikkan Rf. Garis awal harus di atas permukaan eluen.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Bila permukaan eluen di atas garis awal, bercak larut ke dalam eluen di bejana dan tidak terelusi naik.
• **Pernyataan 2** ✓ Silika gel polar; n-heksana nonpolar sehingga tidak mampu membawa senyawa yang cukup polar.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pada fasa diam polar, senyawa yang lebih polar tertahan lebih kuat sehingga Rf-nya lebih kecil; P justru lebih polar.
• **Pernyataan 4** ✓ Eluen yang lebih polar bersaing dengan silika gel sehingga senyawa terbawa lebih jauh.
• **Pernyataan 5** ✗ Setelah eluen mencapai ujung, garis depan tidak dapat diukur dan bercak dapat melebar; elusi dihentikan sebelum ujung pelat.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tentukan dulu fasa diam, urutkan kepolaran, lalu uji tiap pernyataan.

1. Siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian pangan (2026) memisahkan ekstrak daun bayam dengan kolom berisi silika gel dan eluen n-heksana. Ekstrak mengandung karotenoid (kuning-jingga; hidrokarbon tanpa gugus polar) dan klorofil (hijau; memiliki gugus ester dan ion magnesium).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang paling tepat tentang pemisahan ini adalah ....

A. Klorofil keluar lebih dulu; karotenoid dikeluarkan kemudian dengan menambah aseton ke eluen
B. Klorofil keluar lebih dulu karena warnanya lebih pekat dan molekulnya lebih besar dari karotenoid
C. Karotenoid keluar lebih dulu; klorofil dikeluarkan kemudian dengan menambah aseton ke eluen
D. Karotenoid keluar lebih dulu; klorofil dikeluarkan kemudian dengan menambah n-heksana lagi
E. Keduanya keluar bersamaan karena sama-sama dapat larut dalam pelarut n-heksana

Kunci singkat: 1. C

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pada pelat silika gel senyawa yang lebih polar memiliki Rf lebih kecil, dan apa yang terjadi bila eluen diganti dengan yang lebih polar?
- Mengapa garis awal pada KLT harus berada di atas permukaan eluen di bejana?
- **Yang harus kuingat:** fasa diam menahan, fasa gerak membawa; silika polar → polar tertahan (Rf kecil), nonpolar Rf besar; eluen lebih polar menaikkan Rf; C18 membalik urutan; KLT: garis awal di atas eluen, bejana jenuh, elusi berhenti sebelum ujung; kolom: nonpolar keluar dulu.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-6.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi

SMKKA-6.4

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 6, analisis kimia instrumen) meminta kamu **menghitung harga Rf** dan **mengevaluasi data hasil kromatografi**: apakah bercak sampel sesuai dengan standar, apakah sampel murni, dan apakah prosedurnya benar. Levelnya penerapan sampai penalaran. Kamu tidak hanya membagi dua jarak, tetapi juga menyimpulkan, dan menilai seberapa kuat kesimpulan itu.

Pola soal yang muncul: (1) **menghitung Rf dari gambar pelat dengan penggaris**: garis awal tidak selalu pada angka nol, jadi semua jarak harus dikurangkan dengan benar; (2) **mencocokkan bercak sampel dengan standar** dari tabel Rf pada sistem yang sama; (3) **menimbang keputusan analis** bila Rf sampel hanya berselisih sangat kecil dengan dua standar, misalnya memilih langkah penguat seperti eluen kedua atau ko-totol. Soal pilihan ganda biasa dan hitungan sering dipakai di sini, sehingga ketelitian membaca gambar menentukan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung Rf dari jarak yang diukur dari garis awal ke pusat bercak dan ke garis depan;
- mencocokkan bercak sampel dengan standar dan menyatakan kesimpulan secara tepat;
- menilai kemurnian dari jumlah dan bentuk bercak, termasuk keterbatasan satu eluen;
- menjelaskan cara menampakkan bercak dan kondisi yang harus sama agar Rf dapat dibandingkan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Pada sub bab 6.3 kamu mempelajari mengapa komponen bergerak dengan kecepatan berbeda pada fasa diam. Di sini kita menerjemahkan hasil pemisahan itu menjadi **angka**, lalu memakainya untuk mengenali zat dan menilai mutu sampel.

1. Rf: dari jarak menjadi angka

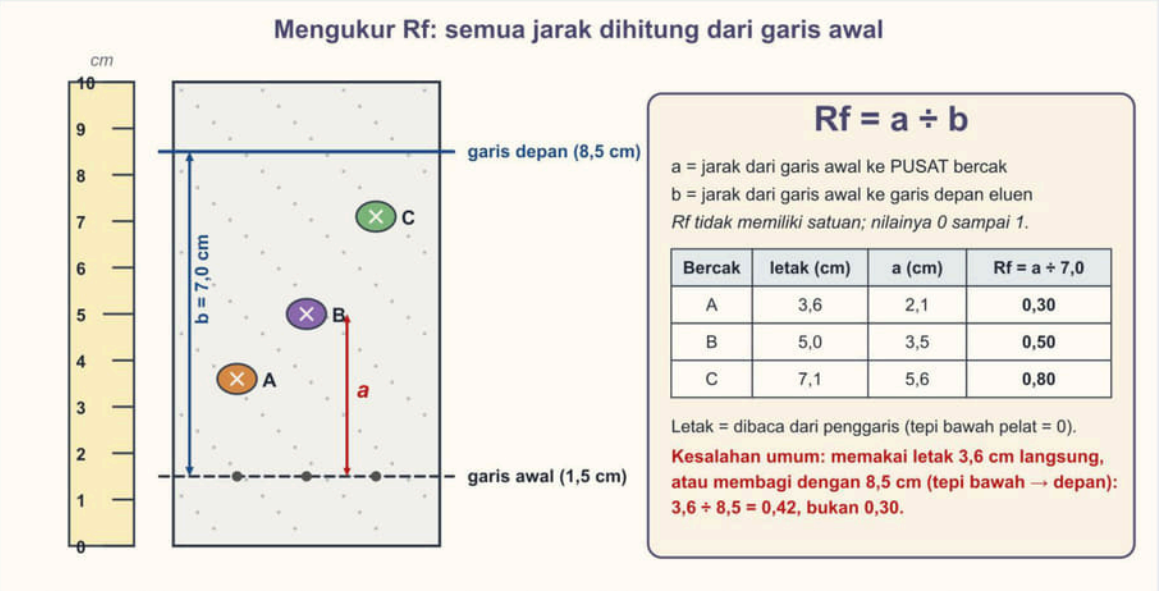
Rf (*retardation factor*, faktor retardasi) adalah perbandingan jarak yang ditempuh komponen dengan jarak yang ditempuh eluen, keduanya diukur **dari garis awal**:

Rf = a ÷ b

dengan **a** = jarak dari garis awal ke **pusat bercak**, dan **b** = jarak dari garis awal ke **garis depan eluen** (Gambar 6.21). Karena komponen tidak mungkin bergerak lebih jauh daripada eluen yang membawanya, nilai Rf selalu **antara 0 dan 1**. Rf = 0 berarti komponen tidak bergerak dari garis awal; Rf mendekati 1 berarti komponen ikut eluen sampai hampir ke depan. Rf **tidak memiliki satuan** karena kedua jarak sama-sama dalam sentimeter. Hasil

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

biasanya ditulis dua angka desimal.



Gambar 6.21 Pelat KLT dengan penggaris: garis awal 1,5 cm, garis depan 8,5 cm, tiga bercak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Cara mengukur yang benar:

1. **Tentukan garis awal dan garis depan** dari tanda pensil. Bila memakai penggaris, baca angka di kedua garis (pada Gambar 6.21: 1,5 cm dan 8,5 cm).
2. **Hitung b** = letak garis depan − letak garis awal = 8,5 − 1,5 = 7,0 cm.
3. **Baca letak pusat bercak** pada penggaris, lalu **hitung a** = letak bercak − letak garis awal. Untuk bercak yang memanjang atau berbentuk lonjong, ambil **titik pusat** bagian yang paling pekat.
4. **Hitung Rf = a ÷ b.** Cek bahwa nilainya antara 0 dan 1 dan urutannya sama dengan urutan bercak di pelat.

Kesalahan yang paling sering terjadi adalah **mengukur dari tepi bawah pelat** padahal garis awal berada 1 sampai 2 cm di atasnya. Bila bercak A pada Gambar 6.21 dibagi langsung dengan 8,5 cm, hasilnya 3,6 ÷ 8,5 = 0,42, padahal Rf yang benar 0,30. Garis awal bukan nol, kecuali penggarisnya dipasang dengan nol pada garis awal.

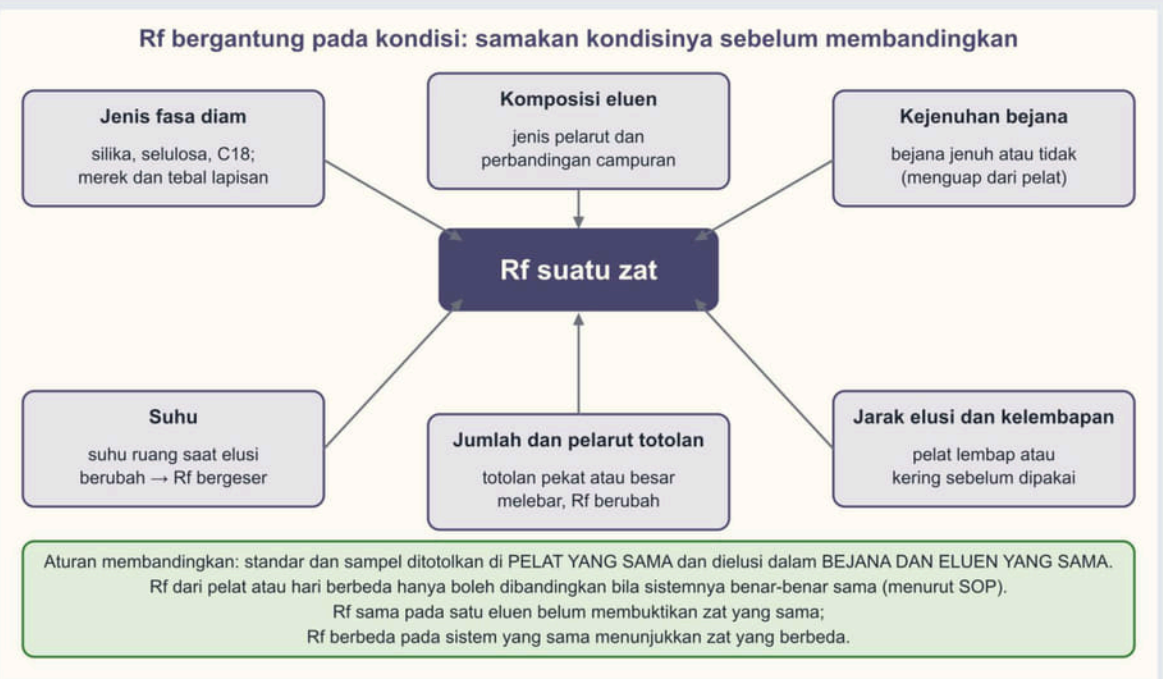
2. Rf bergantung pada kondisi percobaan

Harga Rf bukan sifat mutlak zat seperti massa jenis. Rf adalah hasil interaksi zat itu dengan **fasa diam dan eluen tertentu pada kondisi tertentu** (Gambar 6.22): jenis fasa diam (silika, selulosa, C18) dan tebal lapisan, komposisi eluen, kejenuhan bejana, suhu, jumlah dan pelarut totolan, serta jarak elusi dan kelembapan pelat. Mengubah salah satu saja dapat menggeser Rf. Akibatnya:

- Rf pada **eluen berbeda** tidak dapat dibandingkan;
- Rf pada **pelat berbeda atau hari berbeda** hanya boleh dibandingkan bila semua kondisi dibuat sama menurut SOP;
- pembanding yang paling adil adalah **standar di pelat yang sama** dengan sampel, dielusi bersama dalam satu bejana.

Next Level Study
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.22 Faktor yang memengaruhi Rf dan aturan membandingkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

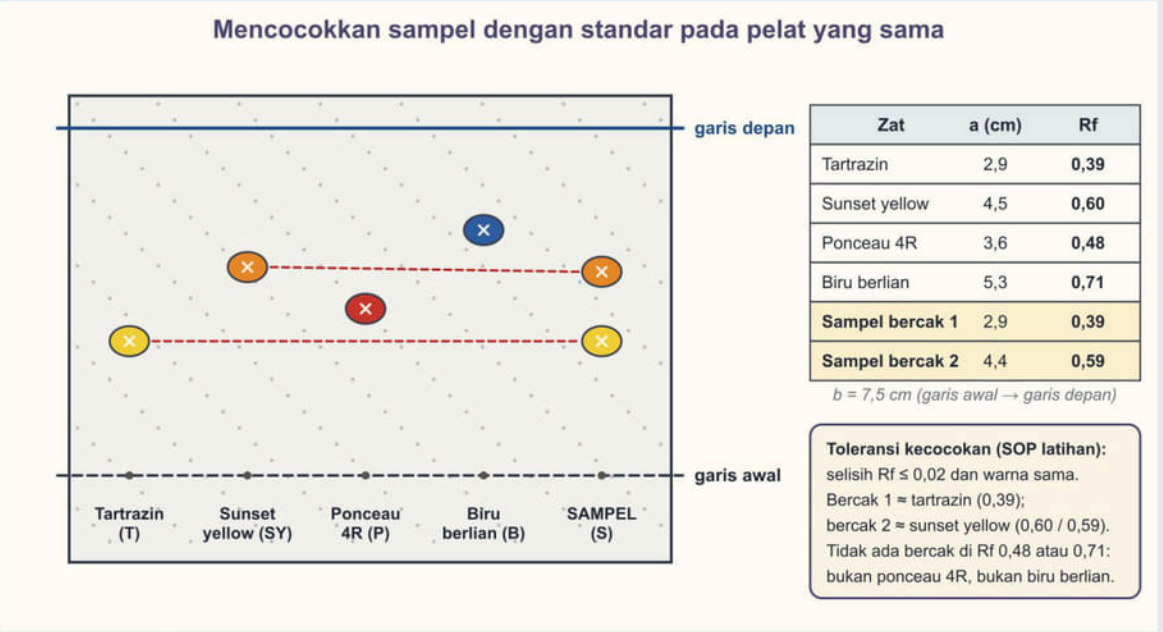
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Mencocokkan sampel dengan standar

Larutan standar (*reference standard*) adalah zat murni yang identitasnya diketahui. Untuk mengenali zat dalam sampel, standar dan sampel **ditotolkan sebaris pada pelat yang sama** dan dielusi bersama (Gambar 6.23). Sebuah bercak sampel dinyatakan **sesuai** dengan suatu standar bila:

- **Rf-nya sama** dalam batas toleransi (dalam latihan buku ini selisih ≤ 0,02, menurut SOP latihan);
- **warna atau sifat deteksinya sama** (misalnya warna pewarna atau pendar di bawah UV);
- bentuk dan ukuran bercaknya wajar.

Ada dua sisi logika yang harus kamu bedakan. **Rf yang berbeda pada sistem yang sama** menunjukkan zat yang **berbeda**: itu bukti kuat. **Rf yang sama** hanya menunjukkan bahwa zat itu **mungkin** sama, karena zat lain dapat kebetulan memiliki Rf yang sama pada satu eluen. Karena itu laporan ditulis hati-hati: bercak sampel "**sesuai dengan** tartrazin pada sistem ini", bukan "**pasti** tartrazin".



Gambar 6.23 Empat standar pewarna dan satu sampel pada pelat yang sama; garis putus menghubungkan bercak yang sesuai (angka latihan fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bila Rf sampel berselisih sangat kecil dengan lebih dari satu standar (misalnya 0,41 terhadap standar 0,40 dan 0,42), data belum bisa membedakan keduanya. Langkah penguat yang benar adalah:

1. **Elusi dengan eluen lain** dan standar yang sama. Dua zat yang berbeda pada satu eluen sering terpisah jelas pada eluen lain.
2. **Ko-totol** (*co-spotting*): totolkan sampel dan satu standar **di titik yang sama** pada satu lajur. Bila hanya terlihat **satu bercak tunggal**, zat itu mungkin sama. Bila bercak **membesar, memanjang, atau terpecah dua**, zat itu berbeda.
3. Gabungkan dengan pendeteksian lain (misalnya warna di bawah UV) atau metode lain seperti HPLC.

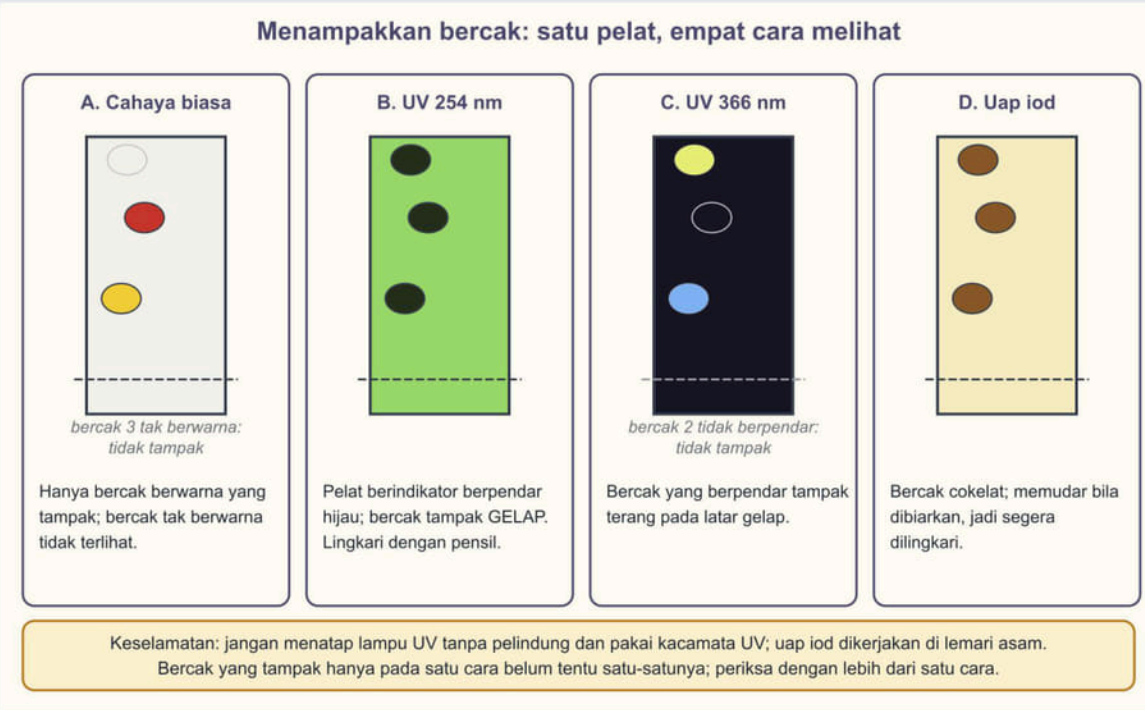
Mengulang elusi tiga kali pada **sistem yang sama** hanya memperkecil kesalahan acak; ia tidak dapat membedakan dua zat yang Rf-nya memang berdekatan. Memperpanjang pelat dengan eluen yang sama juga tidak membuktikan identitas.

4. Menampakkan bercak

Banyak senyawa tidak berwarna sehingga bercaknya tidak tampak setelah elusi. Cara menampakkan bercak (Gambar 6.24):

- **Cahaya biasa**: hanya untuk senyawa berwarna, seperti pewarna makanan.
- **Lampu UV 254 nm**: banyak pelat memiliki indikator yang **berpendar hijau**. Senyawa yang menyerap UV menutupi pendar itu, sehingga bercaknya tampak **gelap** pada latar hijau.
- **Lampu UV 366 nm**: senyawa yang **berpendar** tampak terang pada latar gelap.
- **Uap iod**: pelat dimasukkan ke bejana berisi kristal iod; banyak senyawa organik tampak sebagai bercak **cokelat**. Warna ini **memudar**, jadi bercak segera dilingkari dengan pensil.
- **Pereaksi semprot**: pereaksi yang bereaksi dengan gugus tertentu dan memberi warna (misalnya ninhidrin untuk asam amino), lalu pelat dipanaskan sesuai SOP.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.24 Satu pelat yang sama tampak berbeda pada empat cara deteksi (angka dan warna latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

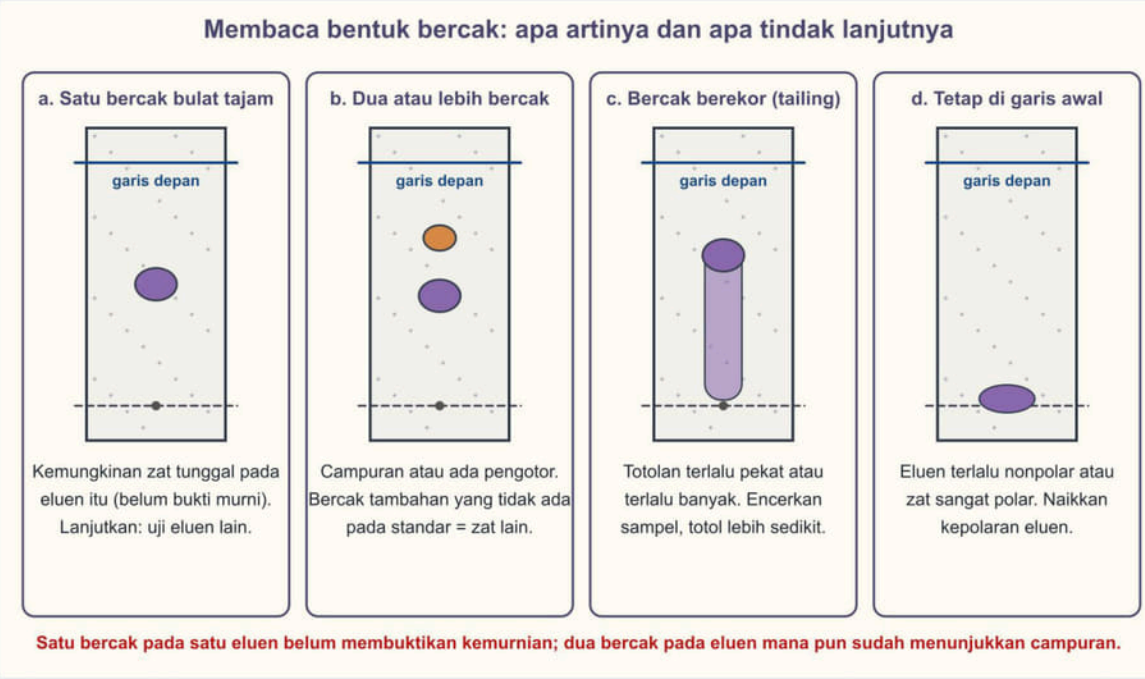
Setelah bercak tampak, **batas bercak dilingkari dengan pensil**, lalu jarak diukur. Keselamatan: jangan menatap lampu UV tanpa pelindung dan pakai kacamata UV; iod dan pereaksi semprot dikerjakan di lemari asam dengan sarung tangan.

5. Membaca bentuk bercak dan menilai kemurnian

Bentuk dan jumlah bercak adalah data (Gambar 6.25):

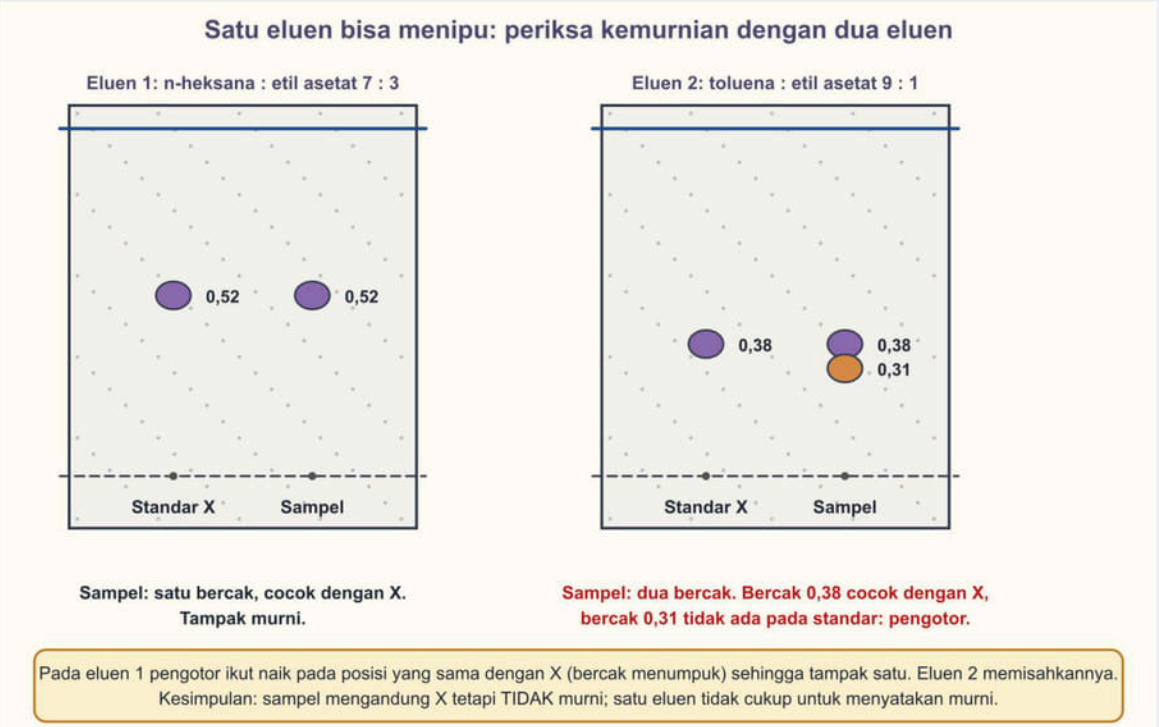
- **Satu bercak bulat dan tajam**: mungkin zat tunggal pada eluen itu.
- **Dua bercak atau lebih**: jelas campuran atau ada pengotor. Bercak tambahan yang tidak ada pada standar adalah zat lain.
- **Bercak berekor** (*tailing*): totolan terlalu pekat atau terlalu banyak. Sampel diencerkan dan ditotolkan lebih sedikit; bercak memanjang bukan komponen kedua.
- **Bercak tidak bergerak** dari garis awal: eluen terlalu nonpolar untuk zat itu, atau zat sangat polar, atau tidak larut. Kepolaran eluen dinaikkan (sub bab 6.3).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.25 Empat bentuk bercak yang sering ditemui dan tindak lanjutnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Satu bercak pada satu eluen belum membuktikan kemurnian, sebab pengotor dapat memiliki Rf yang sama pada eluen itu dan menumpuk menjadi satu bercak. Karena itu kemurnian diuji dengan **lebih dari satu eluen** (Gambar 6.26). Bila di salah satu eluen muncul bercak kedua, sampel tidak murni. Sebaliknya, **dua bercak pada eluen mana pun** sudah cukup untuk menyatakan sampel campuran.



Gambar 6.26 Satu eluen memperlihatkan satu bercak; eluen lain memisahkan pengotor (angka latihan fiktif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

KLT juga dipakai **semikuantitatif**: ukuran dan kepekatan bercak sampel dibandingkan dengan bercak standar berkonsentrasi diketahui. Untuk angka teliti dipakai alat lain seperti HPLC atau pemindai pelat (densitometer).

6. Mengevaluasi data hasil kromatografi

Sebelum menarik kesimpulan, periksa data dengan daftar pertanyaan ini:

1. **Garis depan** ditandai segera dan **jarak diukur dari garis awal**, bukan dari tepi pelat?
2. **Rf berada di antara 0 dan 1**? Nilai di atas 1 pasti salah ukur atau salah hitung.
3. **Standar dan sampel** di pelat yang sama, dielusi dalam bejana dan eluen yang sama?
4. **Bercak bundar** dan terpisah, bukan berekor atau bertumpuk?
5. **Kesimpulan** ditulis sesuai kekuatan bukti: "sesuai dengan" atau "tidak ditemukan", dengan penjelasan batasannya, dan bukti tambahan yang masih diperlukan.

Catat pula eluen, kejenuhan, jarak elusi, suhu, cara deteksi, dan foto pelat, supaya hasil dapat ditelusuri dan diulang.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menghitung Rf tiga bercak dari penggaris

Pada 2026, Fira di laboratorium sebuah SMK memeriksa ekstrak pewarna dengan KLT. Penggaris yang sejajar pelat menunjukkan garis awal di 1,5 cm dan garis depan di 8,5 cm (Gambar 6.21). Pusat bercak A, B, dan C terbaca di 3,6 cm; 5,0 cm; dan 7,1 cm pada penggaris. Hitung Rf ketiga bercak. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Hitung b.** 8,5 − 1,5 = 7,0 cm.
2. **Hitung a tiap bercak** dari garis awal: A = 3,6 − 1,5 = 2,1 cm; B = 5,0 − 1,5 = 3,5 cm; C = 7,1 − 1,5 = 5,6 cm.
3. **Hitung Rf.** A = 2,1 ÷ 7,0 = 0,30; B = 3,5 ÷ 7,0 = 0,50; C = 5,6 ÷ 7,0 = 0,80.

Jawaban: Rf A = 0,30; B = 0,50; C = 0,80. Cek akal sehat: ketiga nilai antara 0 dan 1 dan urutannya (A paling rendah, C paling tinggi) sama dengan urutan bercak di pelat. Bila letak 3,6 cm dibagi 8,5 cm (jarak dari tepi bawah), hasilnya 0,42, melenceng dari 0,30 karena garis awal tidak berada di nol. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Contoh 2: mengidentifikasi pewarna dalam sampel

Pada 2027, Maya memeriksa pewarna dalam sirup jeruk di laboratorium mutu sebuah pabrik minuman. Pada satu pelat yang sama ditotolkan empat standar pewarna dan sampel; garis depan berjarak 7,5 cm dari garis awal. Jarak pusat bercak dari garis awal: tartrazin (kuning) 2,9 cm; sunset yellow (jingga) 4,5 cm; ponceau 4R (merah) 3,6 cm; biru berlian 5,3 cm. Sampel memberi dua bercak: kuning di 2,9 cm dan jingga di 4,4 cm. Kriteria kecocokan SOP latihan: selisih Rf ≤ 0,02 dan warna sama. Tentukan pewarna dalam sampel. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. **Hitung Rf standar** (b = 7,5 cm): tartrazin 2,9 ÷ 7,5 = 0,39; sunset yellow 4,5 ÷ 7,5 = 0,60; ponceau 4R 3,6 ÷ 7,5 = 0,48; biru berlian 5,3 ÷ 7,5 = 0,71.
2. **Hitung Rf bercak sampel.** Kuning: 2,9 ÷ 7,5 = 0,39. Jingga: 4,4 ÷ 7,5 = 0,59.
3. **Cocokkan.** Bercak kuning: Rf 0,39 sama dengan tartrazin (selisih 0), warna kuning sama. Bercak jingga: Rf 0,59 berselisih 0,01 dengan sunset yellow (0,60), warna jingga sama. Tidak ada bercak di sekitar 0,48 (ponceau 4R) maupun 0,71 (biru berlian).
4. **Simpulkan** dengan hati-hati.

Jawaban: sampel mengandung pewarna yang sesuai dengan tartrazin dan sunset yellow; ponceau 4R dan biru berlian tidak ditemukan. Cek akal sehat: dua bercak sampel berada sejajar dengan dua standar yang cocok pada pelat yang sama (Gambar 6.23), dan warna keduanya sama. Untuk menyatakan pasti, diperlukan bukti tambahan (eluen lain atau ko-totol), karena Rf yang sama belum membuktikan zat yang sama. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

Contoh 3: menilai kemurnian dari bercak

Pada 2027, Rudi menguji kemurnian satu sampel zat X (hasil pemurnian praktikum) dengan dua eluen pada pelat silika gel. Garis depan di 7,5 cm dari garis awal. Eluen 1 (n-heksana : etil asetat 7 : 3): standar X Rf 0,52; sampel satu bercak Rf 0,52. Eluen 2 (toluena : etil asetat 9 : 1): standar X Rf 0,38; sampel dua bercak, Rf 0,38 dan 0,31. Nilai kemurnian sampel. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

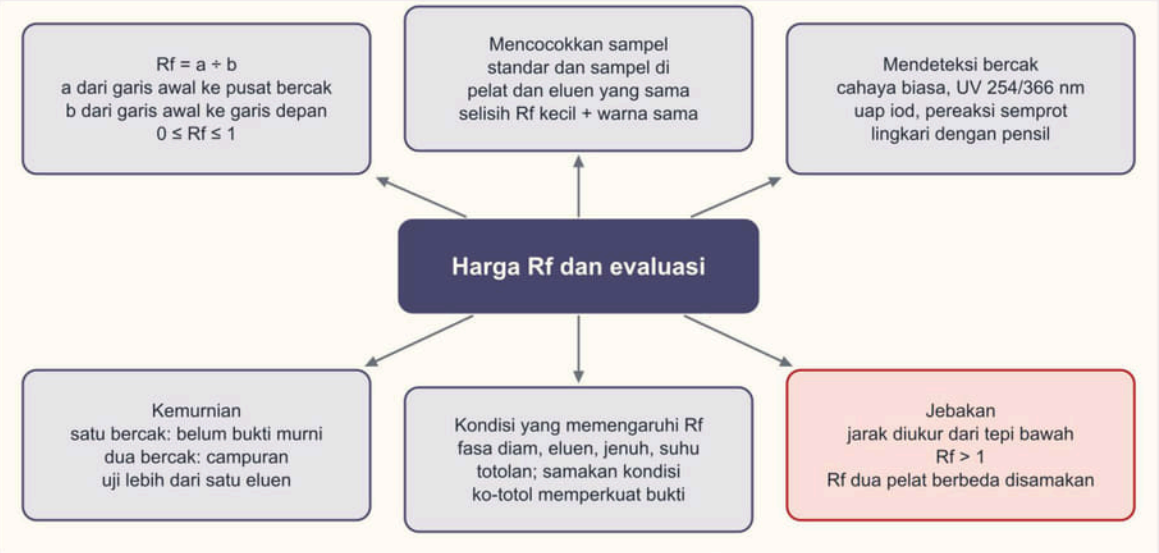
1. **Eluen 1:** satu bercak dengan Rf sama dengan X. Ini hanya menunjukkan "mungkin murni", sebab pengotor bisa kebetulan ikut pada posisi yang sama.
2. **Eluen 2:** bercak 0,38 cocok dengan X; bercak 0,31 **tidak ada pada standar**, jadi merupakan zat lain.
3. **Kesimpulan:** dua bercak pada satu eluen saja sudah cukup untuk menyatakan sampel mengandung lebih dari satu zat.

Jawaban: sampel **mengandung X tetapi tidak murni**; satu eluen tidak cukup untuk menyatakan murni. Cek akal sehat: hasil eluen 1 tidak bertentangan dengan eluen 2, sebab pengotor tersembunyi di bawah bercak X pada eluen 1 dan baru terpisah pada eluen 2 (Gambar 6.26). Langkah lanjut: pemurnian ulang atau identifikasi bercak kedua. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

❖ PETA KONSEP

Gambar 6.27 merangkum isi sub bab ini.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 6.27 Peta konsep harga Rf dan evaluasi data kromatografi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Rf = a ÷ b**, a dari **garis awal ke pusat bercak**, b dari **garis awal ke garis depan**; 0 ≤ Rf ≤ 1; tanpa satuan.
- Bila ada penggaris, **kurangkan letak garis awal** dari letak bercak dan letak garis depan.
- **Rf bergantung pada kondisi**: bandingkan standar dan sampel **di pelat dan eluen yang sama**.
- Rf berbeda pada sistem yang sama = zat berbeda; **Rf sama = mungkin sama** (perlu eluen lain atau ko-totol).
- **Satu bercak pada satu eluen belum membuktikan murni**; dua bercak pada eluen mana pun = campuran.
- Bercak berekor = totolan terlalu pekat; bercak tidak bergerak = eluen terlalu nonpolar. Deteksi: cahaya biasa, UV 254 dan 366 nm, uap iod, pereaksi semprot.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal Rf dan evaluasi:

1. **Baca gambar atau tabel dengan teliti**: letak garis awal, garis depan, pusat bercak, satuan.
2. **Kurangkan** semua letak dengan letak garis awal, lalu bagi untuk Rf; pastikan hasilnya antara 0 dan 1.
3. **Cocokkan** dengan standar pada sistem yang sama dan nilai kekuatan bukti.
4. **Pilih keputusan** yang menambah bukti (eluen lain, ko-totol), bukan yang hanya mengulang.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Jarak diukur dari tepi bawah pelat**, bukan dari garis awal; hasilnya meleset (bercak dan garis depan sama-sama keliru).
- **Rf lebih dari 1** diterima tanpa curiga.
- **Rf dua pelat dengan eluen berbeda** dianggap identik.
- **Kecocokan Rf dianggap bukti identitas** (misalnya memilih standar sesuai resep walaupun selisih dengan standar lain sama kecilnya).
- **Rf sampel di antara dua standar** dibaca sebagai campuran keduanya, padahal sampel hanya memberi satu bercak.
- **Mengulang pada sistem yang sama** dianggap mampu membedakan dua zat yang Rf-nya berdekatan.
- **Satu bercak dianggap bukti murni.**
- **Bercak berekor dianggap komponen kedua.**

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa memperoleh satu bercak sampel dengan Rf 0,52 dan standar X pada Rf 0,52, lalu menulis "sampel murni X karena hanya ada satu bercak". Yang tepat: itu hanya satu eluen; pengotor dapat tersembunyi pada Rf yang sama. Kemurnian baru dapat dipertimbangkan bila bercak tetap tunggal pada beberapa eluen yang berbeda.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji langkah penguat bila Rf sampel berselisih sangat kecil dengan dua standar. Pakai bagian 3 (mencocokkan sampel dengan standar).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium mutu sebuah pabrik permen (2026) memeriksa pewarna kuning dalam sampel dengan KLT. Pada satu pelat yang sama, sampel memberi SATU bercak dengan Rf 0,41, sedangkan standar pewarna X memberi Rf 0,40 dan standar pewarna Y memberi Rf 0,42. Hasil ini akan dipakai untuk memutuskan apakah pewarna dalam permen sesuai dengan yang tercantum di resep.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan analis yang paling tepat adalah ....

A. Melaporkan pewarna X karena resep menyebut X dan selisih Rf-nya hanya 0,01
B. Melaporkan bahwa sampel berisi pewarna X dan Y karena Rf-nya di antara keduanya
C. Mengulang KLT tiga kali dengan pelat dan eluen yang sama, lalu memakai rata-rata Rf
D. Mengulang KLT dengan pelat yang lebih panjang dan eluen yang sama agar Rf berubah
E. Mengulang KLT dengan eluen lain dan ko-totol sampel bersama setiap standar

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: Rf dipengaruhi banyak hal sehingga selisih 0,01–0,02 belum membuktikan identitas. Identitas diperkuat dengan sistem eluen lain dan ko-totol (sampel + standar di satu titik): bila satu bercak tetap tunggal, keduanya kemungkinan sama.

Langkah:
1. Rf 0,41 berjarak sama (0,01) dari X dan Y → tidak dapat diputuskan.
2. Eluen lain dapat memisahkan X dan Y lebih jauh.
3. Ko-totol: sampel + X dan sampel + Y; yang tetap memberi satu bercak menunjukkan zat yang sama.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kesimpulan dipengaruhi isi resep; selisih Rf dengan Y juga hanya 0,01 sehingga data belum membedakan X dan Y.
• **B.** ✗ Jebakan: Rf di antara dua standar tidak berarti campuran keduanya; sampel hanya memberi satu bercak.
• **C.** ✗ Jebakan: pengulangan pada sistem yang sama memperkecil kesalahan acak, tetapi X dan Y tetap berselisih Rf 0,02 sehingga tidak terbedakan.
• **D.** ✗ Jebakan: pada eluen yang sama, Rf tidak berubah karena pelat lebih panjang; jarak keduanya memang sedikit melebar, tetapi tidak membuktikan identitas.
• **E.** ✓ Eluen lain dan ko-totol memberi bukti tambahan yang dapat membedakan X dan Y.

Jawaban: E.

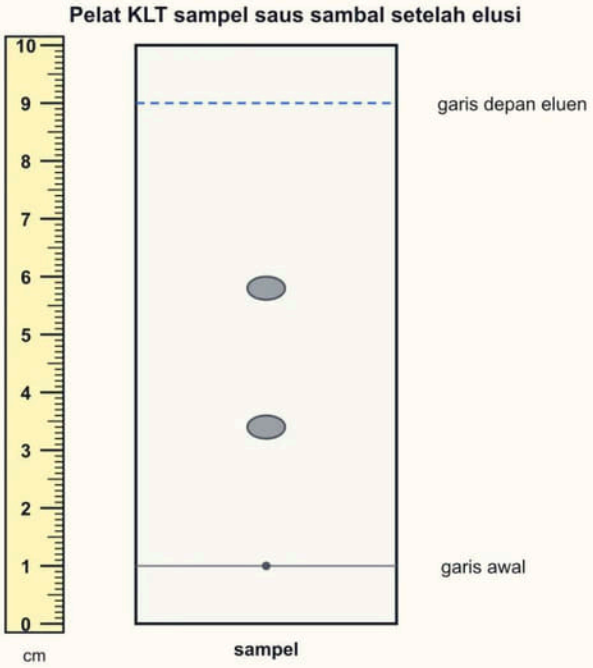
✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tulis dulu letak garis awal, garis depan, dan bercak; kurangkan dengan garis awal; hitung Rf; lalu cocokkan dengan standar.

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik saus sambal (2027) memeriksa pewarna dalam sampel dengan KLT. Gambar memperlihatkan pelat sampel setelah elusi beserta penggaris. Data Rf

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

pewarna standar yang diukur sebelumnya pada sistem KLT yang sama: P = 0,27; Q = 0,30; R = 0,53; T = 0,60; U = 0,38.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pewarna yang terdapat dalam sampel adalah ....



A. Q dan T
B. P dan R
C. U dan T
D. Q dan R
E. P dan T

2. Laboratorium mutu sebuah pabrik selai (2026) memeriksa pewarna merah dalam sampel dengan KLT. Garis depan eluen berjarak 6,0 cm dari garis awal. Sampel memberi dua bercak yang berjarak 1,8 cm dan 4,5 cm dari garis awal. Rf pewarna standar pada sistem yang sama: M1 = 0,30; M2 = 0,50; M3 = 0,75; M4 = 0,60.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pewarna yang terdapat dalam sampel adalah ....

A. M1 dan M3
B. M1 dan M2
C. M2 dan M4
D. M3 dan M4
E. M1, M3, dan M4

Kunci singkat: 1. A 2. A

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa jarak bercak harus diukur dari garis awal dan bukan dari tepi bawah pelat, dan mengapa Rf tidak pernah lebih dari 1?
- Mengapa satu bercak pada satu eluen belum membuktikan bahwa sampel murni, dan langkah apa yang menambah bukti?
- **Yang harus kuingat:** Rf = a ÷ b dari garis awal ke pusat bercak dan ke garis depan; standar dan sampel di pelat dan eluen yang sama; Rf sama = mungkin sama; satu eluen belum bukti murni; ko-totol dan eluen lain memperkuat bukti.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 6.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-6.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 6

SMKKA-KB6

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 6 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB6

1. Pada 2026, Dewi, analis di laboratorium sebuah usaha air minum isi ulang, mengkalibrasi pH meter dengan dua buffer. Elektroda memberi +4 mV dalam buffer pH 7,00 dan +165 mV dalam buffer pH 4,01. Nilai teoretis kemiringan elektroda adalah 59,2 mV per satuan pH, dan SOP laboratorium hanya menerima kemiringan 95 % sampai 105 % dari nilai teoretis itu. Dewi harus memutuskan apakah elektroda boleh dipakai.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Keputusan yang tepat adalah ....

A. Layak dipakai, karena kemiringan 91,0 % masih mendekati 100 % sehingga pH sampel boleh dibaca
B. Belum layak, karena kemiringan 91,0 % kurang dari 95 %; elektroda dibersihkan lalu dikalibrasi ulang
C. Belum layak, karena kemiringan 53,8 % kurang dari 95 %; elektroda dibersihkan lalu dikalibrasi ulang
D. Layak dipakai, karena selisih 161 mV antara kedua buffer jauh melampaui 59,2 mV sehingga lebih peka
E. Belum layak, karena kemiringan 109,9 % melebihi 105 %; buffer diganti lalu kalibrasi diulang

2. Pada 2026, Putra, siswa PKL di laboratorium sebuah SMK, menentukan tembaga dalam larutan sisa pelapisan dengan elektrogravimetri. Katoda platina yang bersih dan kering ditimbang 19,8240 g. Setelah elektrolisis, katoda dibilas, dikeringkan, dan didinginkan, lalu ditimbang lagi 20,1415 g.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa tembaga yang mengendap pada katoda adalah ....

A. 19,8240 g
B. 20,1415 g
C. 39,9655 g
D. 0,1588 g
E. 0,3175 g

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Pada 2026, Lina menentukan tembaga dalam 25,0 mL sisa larutan pelapis dengan elektrogravimetri. Arus tetap 0,500 A dialirkan selama 20,0 menit, dan massa katoda platina bertambah 0,1880 g. Ia juga menghitung massa teoretis dengan rumus Faraday, m = (Ar × I × t) ÷ (n × F), memakai Ar Cu = 63,5, n = 2, dan F = 96.500 C per mol elektron. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Massa tembaga yang dilaporkan adalah 0,1880 g dari penimbangan katoda, walaupun lebih kecil daripada massa teoretis menurut rumus Faraday.	○	○
Massa teoretis menurut rumus Faraday untuk arus dan waktu tersebut adalah sekitar 0,395 g.	○	○
Konsentrasi Cu^{2+} dalam sampel sekitar 0,118 M.	○	○

4. Pada 2026, Yoga, siswa PKL di laboratorium sebuah usaha pelapisan logam, akan menentukan tembaga dalam 25,00 mL larutan sisa pelapisan dengan elektrogravimetri memakai katoda jaring platina dan anoda spiral platina. Supervisor memintanya menuliskan rencana kerja, lalu memeriksa tiap butirnya. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Butir rencana yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Memegang katoda dengan tangan telanjang agar tidak jatuh, lalu langsung menimbangnya sebagai massa awal

☐ B. Menimbang katoda bersih dan kering sebelum dan sesudah elektrolisis, lalu memakai selisih massanya sebagai massa tembaga

☐ C. Menyambungkan jaring katoda ke kutub negatif sumber arus dan spiral anoda ke kutub positif, lalu menyalakan pengaduk

☐ D. Menganggap gelembung hidrogen di anoda sebagai bukti tembaga sudah mengendap dan elektrolisis berjalan benar

☐ E. Menyatakan elektrolisis selesai bila warna biru larutan memudar dan permukaan baru yang tercelup tidak terlapisi tembaga

5. Pada 2027, Nadia, analis di laboratorium pengolahan air sebuah kawasan industri, memeriksa kadar HCl dalam air bilasan sebuah tangki. Air bilasan (HCl encer, tanpa asam atau basa lain) keruh sehingga indikator sulit dipakai. Ia memipet 20,0 mL sampel dan menitrasinya dengan NaOH 0,0100 M memakai konduktometer. Daya hantar listrik (DHL) sudah dikoreksi terhadap pengenceran.

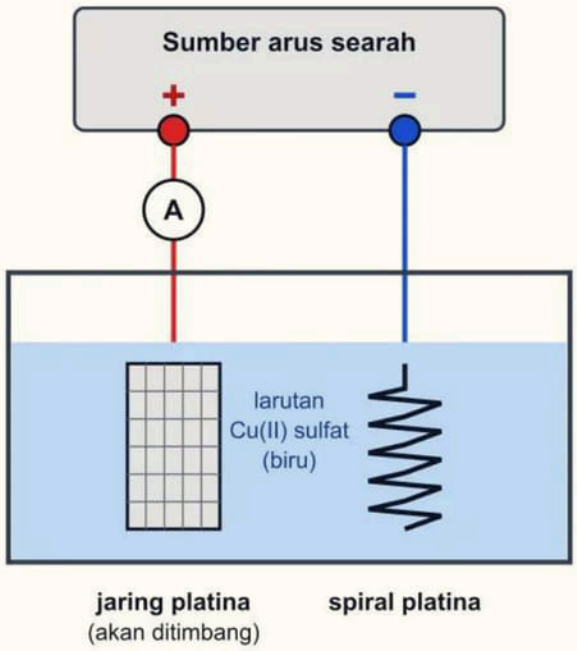
V NaOH (mL)	0,0	4,0	8,0	10,0	14,0	16,0	18,0	20,0
DHL (µS/cm)	2560	1960	1360	1060	1010	1260	1510	1760

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi HCl dalam air bilasan adalah ....

A. 0,00600 M
B. 0,00700 M
C. 0,00500 M
D. 0,00800 M
E. 0,0100 M

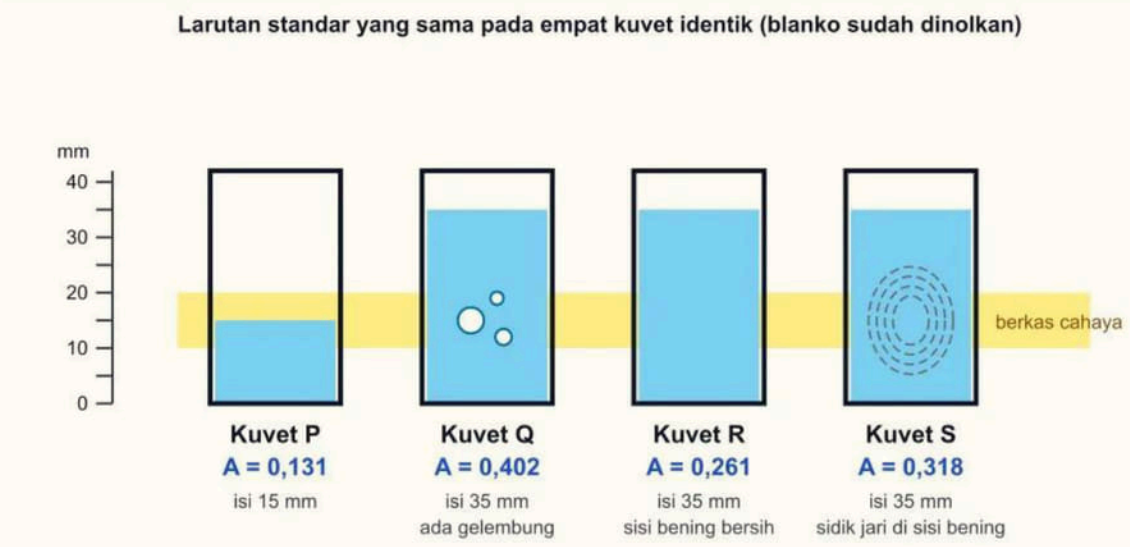
6. Pada 2027, Wawan, siswa PKL di laboratorium sebuah usaha pelapisan logam, menyiapkan elektrogravimetri untuk menentukan tembaga dalam 25,0 mL larutan sisa pelapisan yang berwarna biru. Jaring platina yang akan ditimbang dimaksudkan sebagai katoda. Ia memasang kedua elektroda dan menyambungkannya ke sumber arus searah seperti pada gambar, tetapi arus belum dinyalakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Bila arus dinyalakan tanpa mengubah sambungan, hasil yang paling mungkin adalah ....



A. Tembaga mengendap pada jaring platina sehingga massanya bertambah sesuai jumlah Cu^{2+} dalam larutan
B. Tembaga mengendap pada jaring dan spiral sekaligus sehingga massa jaring hanya bertambah sebagian
C. Gas hidrogen terbentuk pada jaring platina sehingga massanya tetap dan larutan menjadi lebih asam
D. Tembaga mengendap pada spiral platina, sedangkan pada jaring platina terbentuk gas oksigen
E. Tidak ada reaksi di kedua elektroda karena arus tidak mengalir bila sambungan kutubnya terbalik

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Pada 2026, Bobby, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minuman teh, menuangkan larutan standar yang sama ke empat kuvet identik (P, Q, R, S) untuk menguji pengaruh cara pengisian dan kebersihan kuvet. Alat dinolkan dengan blanko, lalu tiap kuvet diukur satu kali pada panjang gelombang yang sama. Gambar memperlihatkan keadaan tiap kuvet, tinggi berkas cahaya, dan absorbansnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pembacaan yang paling dapat dipercaya adalah ....



A. Kuvet P, karena larutannya paling sedikit menyerap cahaya sehingga galat pembacaannya paling kecil
B. Kuvet Q, karena gelembung udara menyebarkan cahaya merata sehingga pembacaannya paling peka
C. Kuvet R, karena larutan memenuhi seluruh jalur cahaya dan sisi beningnya bersih tanpa gelembung
D. Kuvet S, karena lapisan sidik jari menyamakan serapan semua kuvet sehingga lebih seragam
E. Rata-rata keempat pembacaan, karena perbedaannya hanya galat acak yang saling menghilangkan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Pada 2027, Sari, analis di laboratorium sebuah balai budidaya ikan, menentukan amonia dalam air kolam dengan spektrofotometer. Kurva kalibrasi (standar 0,50–4,00 mg/L; setelah dikurangi blanko) adalah A = 0,0150 + 0,1180·c, dengan c dalam mg/L. Air kolam terlalu pekat, sehingga 5,00 mL sampel diencerkan dalam labu ukur 25,0 mL. Larutan encer diberi pereaksi dan memberi absorbans 0,455, sedangkan blanko pereaksi memberi absorbans 0,042 pada alat yang dinolkan dengan air suling.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar amonia dalam air kolam asli adalah ....

A. 16,9 mg/L
B. 18,6 mg/L
C. 3,37 mg/L
D. 17,5 mg/L
E. 0,67 mg/L

9. Pada 2027, Hendra, analis di laboratorium air sebuah perusahaan daerah, menentukan mangan (sebagai permanganat ungu) pada 525 nm dengan kurva kalibrasi yang dibuat pada 525 nm. Setelah sepuluh sampel, pimpinan menduga pereaksi ikut menyerap pada 525 nm dan meminta pengukuran ulang pada 545 nm memakai deret standar yang sama.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menolkan ulang alat dengan blanko pereaksi setiap kali panjang gelombang diganti, termasuk ke 545 nm
☐ B. Menyusun kurva kalibrasi baru pada 545 nm dari deret standar yang sama, bukan memakai kurva 525 nm
☐ C. Memakai kurva 525 nm untuk sampel yang diukur pada 545 nm karena kadar tidak bergantung pada panjang gelombang
☐ D. Memakai blanko yang berisi semua pereaksi tanpa mangan, bukan air suling, untuk menolkan alat pada 545 nm
☐ E. Melewatkan penolan ulang karena penolan pada 525 nm sudah berlaku untuk semua panjang gelombang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Pada 2026, Tari, siswa kelas XII di laboratorium sebuah SMK, mengukur larutan berwarna yang sama pada panjang gelombang yang sama. Dengan kuvet berjalur cahaya 1,00 cm absorbansnya 0,180. Ia kemudian memakai kuvet berjalur 2,50 cm untuk larutan yang sama. Larutan itu mengikuti Hukum Lambert–Beer dan alat sudah dinolkan dengan blanko. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Absorbans yang terbaca dengan kuvet 2,50 cm adalah ....

A. 0,072
B. 0,180
C. 0,270
D. 0,450
E. 0,630

11. Pada 2027, Bima, analis di laboratorium utilitas sebuah pabrik, menentukan silika terlarut dalam air umpan boiler dengan spektrofotometer. Kurva kalibrasi dari standar 0,50–5,00 mg/L adalah $A = 0{,}0100 + 0{,}1180 \cdot c$. Rentang kerja SOP latihan: $0{,}10 \le A \le 1{,}00$ dan berada di dalam rentang kurva. Semua absorbans sudah dikurangi blanko.

Larutan	Absorbans
Standar 0,50 mg/L	0,069
Standar 5,00 mg/L	0,600
Sampel S1	0,384
Sampel S2	0,045
Sampel S3	0,874

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Absorbans S3 (0,874) masih di bawah 1,00 sehingga kadarnya boleh dihitung langsung dari persamaan kurva.	○	○
Kadar silika sampel S1 sekitar 3,17 mg/L dan boleh dilaporkan.	○	○
Absorbans S2 (0,045) di bawah standar terendah sehingga tidak dilaporkan sebagai angka kadar; sinyal dinaikkan sesuai metode lalu diukur ulang.	○	○

12. Pada 2027, Gilang, analis di laboratorium sebuah pengelola kolam renang, menentukan klorin bebas dengan pereaksi warna dan spektrofotometer. Kurva kalibrasi (standar 0,50–4,00 mg/L; $A = 0{,}0080 + 0{,}1000 \cdot c$) dipakai bila absorbans larutan yang diukur 0,10–0,40. Sampel air kolam hasil dosis berlebih memberi A = 1,320, terlalu besar. Gilang akan mengencerkan sampel dengan pipet volumetrik dan labu ukur, lalu mengukur ulang pada panjang gelombang yang sama.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pengenceran yang paling tepat adalah ....

A. Memipet 25,00 mL sampel ke labu ukur 50,0 mL, lalu menepatkannya dengan air suling
B. Memipet 10,00 mL sampel ke labu ukur 50,0 mL, lalu menepatkannya dengan air suling
C. Memipet 5,00 mL sampel ke labu ukur 100,0 mL, lalu menepatkannya dengan air suling
D. Memipet 2,00 mL sampel ke labu ukur 50,0 mL, lalu menepatkannya dengan air suling
E. Memipet 1,00 mL sampel ke labu ukur 100,0 mL, lalu menepatkannya dengan air suling

13. Pada 2026, Rani, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman, menentukan besi dengan spektrofotometer yang menampilkan transmitans (T). Alat dinolkan dengan blanko. Standar besi 2,00 mg/L memberi T = 40,0 %. Sampel dipipet 10,0 mL ke labu ukur 50,0 mL, ditepatkan, lalu diberi pereaksi yang sama; larutan encer itu memberi T = 16,0 %. Kedua larutan berada dalam rentang kerja dan mengikuti Hukum Lambert–Beer.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar besi dalam sampel asli adalah ....

A. 4,00 mg/L
B. 5,00 mg/L
C. 14,0 mg/L
D. 25,0 mg/L
E. 20,0 mg/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

14. Pada 2026, Sinta, siswa PKL di laboratorium sebuah usaha minyak atsiri, memisahkan tiga komponen minyak cengkih dengan KLT pelat silika gel dan eluen n-heksana : etil asetat 9 : 1. Komponennya: kariofilena (hidrokarbon tanpa gugus polar), eugenil asetat (ester), dan eugenol (fenol dengan gugus –OH). Sinta meminta temannya memprediksi hasil elusi sebelum pelat dikerjakan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Prediksi yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada silika gel, urutan Rf dari terbesar ke terkecil adalah kariofilena, eugenil asetat, lalu eugenol
☐ B. Bila eluen diganti n-heksana murni, ketiga bercak naik lebih jauh dan terpisah lebih baik
☐ C. Bila etil asetat ditambahkan ke eluen, Rf ketiga komponen naik karena kepolaran eluen bertambah
☐ D. Eugenol tertahan paling kuat karena gugus –OH fenolnya berikatan hidrogen dengan gugus silanol silika
☐ E. Kariofilena tertahan paling kuat karena molekulnya paling besar sehingga paling sulit dibawa eluen

15. Pada 2027, Maya, analis di laboratorium sebuah usaha minuman herbal, memeriksa pewarna alami bunga telang dengan KLT pelat silika gel. Sebelum mulai, supervisor meminta Maya menuliskan langkah kerja dan memeriksa tiap langkahnya terhadap prosedur KLT yang benar. Pelat sudah diberi garis awal dengan pensil dan eluen di bejana dituang setinggi 0,5 cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

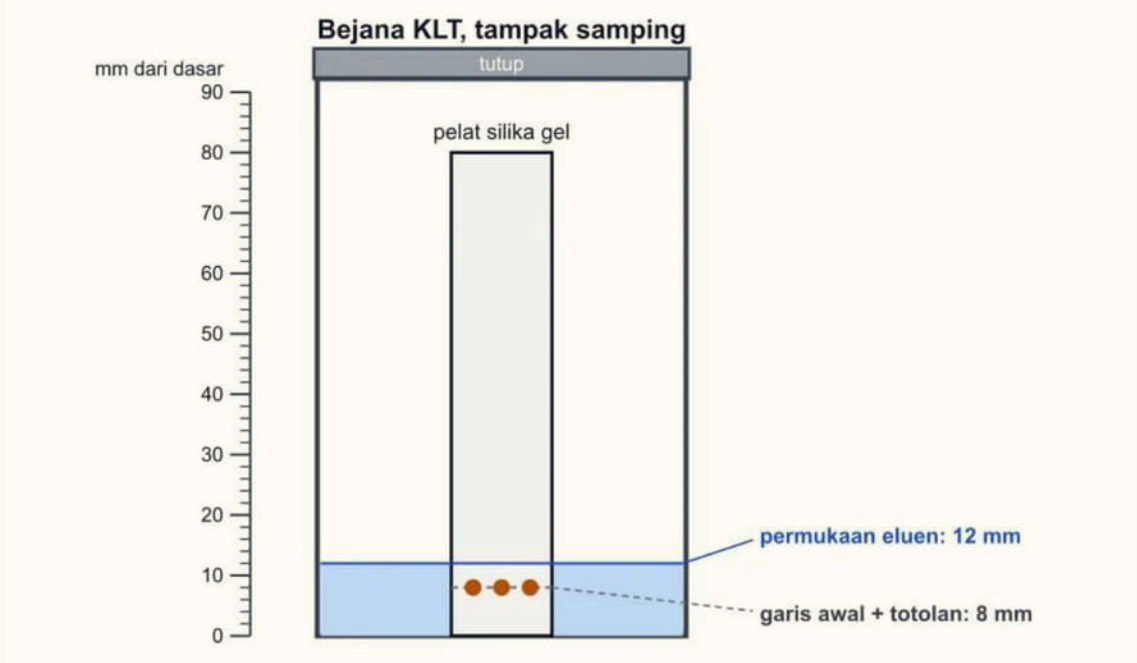
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Totolan dibuat kecil, sekitar 2 mm, dan dikeringkan sebelum pelat dimasukkan ke bejana
☐ B. Totolan dibuat sebesar mungkin supaya bercak tampak jelas, lalu pelat langsung dimasukkan
☐ C. Tutup bejana dibuka beberapa kali selama elusi untuk memeriksa posisi bercak
☐ D. Elusi dibiarkan sampai eluen melewati ujung atas pelat agar jarak tempuh bercak maksimal
☐ E. Garis depan eluen segera ditandai dengan pensil setelah pelat diangkat, sebelum eluen menguap

16. Pada 2027, Eko, siswa PKL di laboratorium sebuah usaha jamu, mengerjakan KLT silika gel dengan eluen n-heksana : etil asetat 8 : 2. Totolan ekstrak sudah diberikan pada garis awal. Gambar memperlihatkan pelat di dalam bejana dari samping beserta tinggi eluen dan letak garis awal yang diukur dari dasar bejana. Setelah 20 menit, bagian pelat di atas garis awal tampak basah tetapi tidak ada bercak, dan eluen di bejana berwarna kekuningan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesalahan dan akibatnya yang paling tepat adalah ....



A. Eluen sudah setinggi yang seharusnya karena pelat tercelup beberapa milimeter, sehingga eluen naik cepat dan Rf makin besar
B. Eluen kurang polar bagi ekstrak, sehingga semua komponen tertahan pada garis awal dan Rf-nya menjadi nol
C. Garis awal berada di bawah permukaan eluen, sehingga bercak larut ke eluen di bejana dan tidak terelusi naik
D. Garis awal terlalu dekat dasar bejana, sehingga bercak menguap sebelum eluen sempat membasahi lapisan silika
E. Bejana belum jenuh uap eluen, sehingga garis depan miring tetapi bercak tetap terelusi dengan benar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Pada 2027, Rama, siswa PKL di laboratorium sebuah usaha pewarna alami, memisahkan ekstrak daun dengan kromatografi kolom silika gel dan eluen n-heksana : etil asetat 9 : 1. Eluat ditampung dalam tabung bernomor, lalu tiap fraksi dikembangkan pada pelat silika gel dengan eluen yang sama. Fraksi 1–2 tidak memberi bercak; fraksi 3–5 satu bercak (Rf 0,70); fraksi 6 dua bercak (Rf 0,70 dan 0,45); fraksi 7–9 satu bercak (Rf 0,45). Semua bercak berwarna kuning.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kesimpulan atau tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Menambah n-heksana setelah fraksi 5 akan mendorong komponen yang tertahan keluar karena volume eluen makin banyak

☐ B. Fraksi 6 berisi campuran dua komponen sehingga tidak boleh digabung dengan fraksi lain

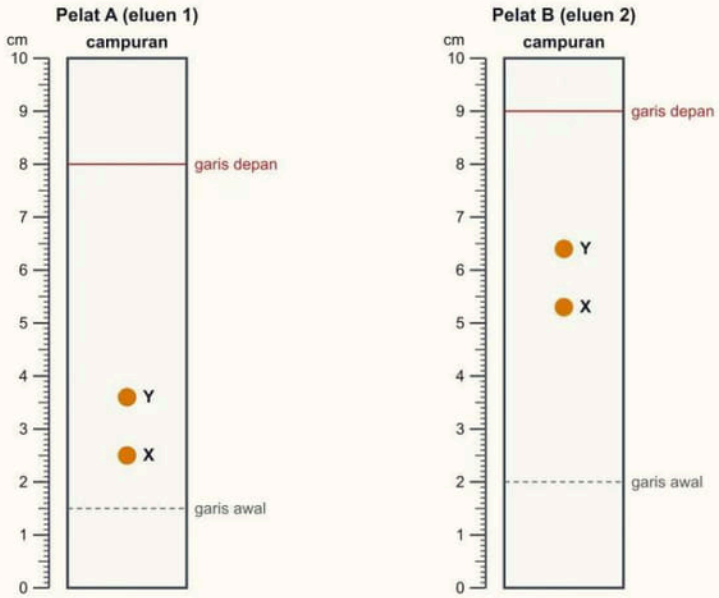
☐ C. Fraksi 3–5 dan fraksi 7–9 boleh digabung karena semua bercaknya sama-sama berwarna kuning

☐ D. Komponen berRf 0,70 lebih nonpolar daripada komponen berRf 0,45 sehingga keluar dari kolom lebih dulu

☐ E. Isian kolom boleh dibiarkan kering sebentar saat eluen habis tanpa memengaruhi pemisahan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

18. Pada 2027, Ayu, analis di laboratorium sebuah balai pengujian pangan, mencoba dua eluen untuk memisahkan komponen X dan Y dari satu ekstrak pada pelat silika gel yang sama jenisnya. Gambar memperlihatkan hasil kedua pelat dengan penggaris. Kriteria SOP latihan untuk memakai suatu eluen: Rf kedua komponen berada di antara 0,20 dan 0,80, dan selisih Rf keduanya sedikitnya 0,15.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Eluen yang memenuhi kriteria dan alasannya adalah ....



Penggaris sejajar pelat; angka 0 tepat di tepi bawah pelat. Bercak diukur di pusatnya.

A. Eluen 1 saja, karena selisih Rf kedua bercaknya (0,17) lebih besar daripada selisih pada eluen 2
B. Kedua eluen, karena selisih Rf pada keduanya (0,17 dan 0,16) melebihi batas 0,15
C. Tidak satu pun, karena selisih Rf hanya 0,14 pada eluen 1 dan 0,12 pada eluen 2
D. Eluen 2 saja, karena Rf X 0,59 dan Rf Y 0,71 berada di antara 0,20 dan 0,80
E. Eluen 2 saja, karena Rf X 0,47 dan Rf Y 0,63 berada di antara 0,20 dan 0,80 dengan selisih 0,16

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Pada 2026, Citra, siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian, diminta menjelaskan prinsip kromatografi kepada siswa baru. Ia menuliskan beberapa pernyataan di papan tulis, lalu rekannya memeriksa kebenarannya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada pelat KLT silika gel, senyawa dengan banyak gugus –OH tertahan lebih kuat daripada hidrokarbon sehingga Rf-nya lebih kecil.	○	○
Pada HPLC dan KLT, komponen campuran terpisah karena perbedaan kecenderungannya berada di fasa diam dan di fasa gerak.	○	○
Pada kromatografi gas, komponen dibawa melewati kolom oleh cairan bertekanan tinggi sehingga cocok untuk senyawa yang tidak menguap.	○	○

20. Pada 2027, Wira, analis di laboratorium mutu sebuah pabrik kosmetik, memeriksa pengawet metilparaben, propilparaben, dan butilparaben. Ketiganya sama-sama ester dengan gugus –OH fenol yang sama, tetapi gugus alkilnya berturut-turut mengandung 1, 3, dan 4 atom karbon. Campuran diinjeksikan ke HPLC berkolom C18 (fasa diam nonpolar) dengan fasa gerak campuran metanol–air (polar), lalu ditotolkan juga pada pelat silika gel.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang urutan waktu retensi pada HPLC (dari yang keluar paling awal) dan Rf pada pelat silika adalah ....

A. metil – propil – butil; pada silika gel butilparaben memiliki Rf terbesar
B. butil – propil – metil; pada silika gel butilparaben memiliki Rf terbesar
C. metil – propil – butil; pada silika gel metilparaben memiliki Rf terbesar
D. butil – propil – metil; pada silika gel metilparaben memiliki Rf terbesar
E. ketiganya keluar bersamaan dan Rf-nya sama, karena gugus –OH fenolnya sama

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Pada 2027, Rafli, analis di laboratorium sebuah pabrik minuman energi, memeriksa kafein dengan KLT pada pelat silika gel berindikator fluoresen (F254). Setelah elusi dan pengeringan, bercak tidak tampak dengan cahaya biasa. Tersedia lampu UV 254 nm, bejana berisi kristal iod, dan pensil. Kafein menyerap sinar UV 254 nm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat tentang penampakan dan pencatatan bercak adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Di bawah UV 254 nm bercak kafein tampak terang pada latar gelap karena kafein berpendar

☐ B. Di bawah UV 254 nm bercak kafein tampak gelap pada latar hijau berpendar karena kafein menyerap UV

☐ C. Bercak yang ditampakkan dengan uap iod berwarna cokelat dan memudar, sehingga segera dilingkari dengan pensil

☐ D. Senyawa yang tidak menyerap UV masih dapat ditampakkan dengan uap iod atau pereaksi semprot yang sesuai

☐ E. Lampu UV boleh ditatap langsung tanpa pelindung asalkan hanya sebentar karena cahayanya tidak terlihat

22. Pada 2027, Gita, analis di laboratorium sebuah balai pengujian pangan, mencari zat pengawet dalam sampel saus dengan KLT silika gel. Sampel dan empat standar ditotolkan sebaris pada satu pelat untuk tiap eluen dan dielusi bersama (pelat 1 dengan eluen A, pelat 2 dengan eluen B). Kriteria SOP latihan: bercak sampel sesuai dengan standar bila selisih Rf paling besar 0,02.

Zat	Rf eluen A	Rf eluen B
Standar 1	0,45	0,52
Standar 2	0,43	0,32
Standar 3	0,28	0,31
Standar 4	0,60	0,30
Sampel	0,44	0,31

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Standar 1, karena Rf-nya pada eluen A berselisih hanya 0,01 dari Rf sampel, jadi zat itu sama dengan standar 1

B. Standar 3, karena Rf-nya pada eluen B sama persis dengan Rf sampel, jadi zat itu sama dengan standar 3

C. Standar 4, karena Rf-nya pada eluen B berselisih 0,01 dari Rf sampel, jadi zat itu sama dengan standar 4

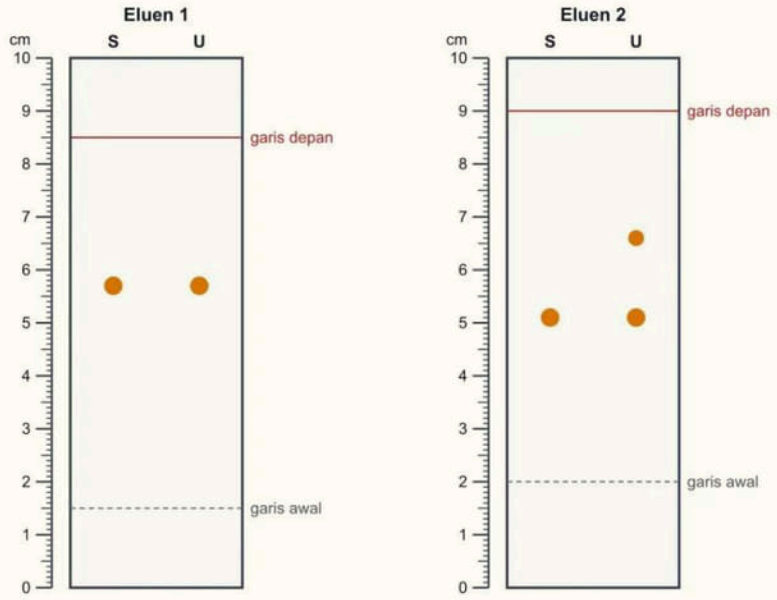
D. Sampel sesuai dengan standar 2 karena Rf-nya cocok pada kedua eluen, tetapi belum pasti sama

E. Tidak ada yang sesuai, karena Rf sampel pada eluen A berbeda dari Rf sampel pada eluen B

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Pada 2027, Rudi, analis di laboratorium sebuah usaha obat tradisional, menguji kemurnian sampel zat X hasil pemurnian dengan KLT pelat silika gel pada dua eluen. Standar zat X (S) dan sampel (U) ditotolkan berdampingan pada tiap pelat. Gambar memperlihatkan kedua pelat dengan penggaris; semua bercak berwarna sama dan berbentuk bulat.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....



S = standar zat X; U = sampel zat X hasil pemurnian. Penggaris dengan angka 0 di tepi bawah pelat.

A. Sampel murni, karena satu bercak sampel pada eluen 1 sudah sama dengan bercak standar X

B. Sampel tidak murni; bercak tambahan (Rf 0,66) pada eluen 2 lebih nonpolar daripada X pada silika gel

C. Sampel tidak murni; bercak tambahan (Rf 0,66) pada eluen 2 lebih polar daripada X karena Rf-nya lebih besar

D. Sampel tidak murni; bercak tambahan (Rf 0,73) pada eluen 2 lebih nonpolar daripada X pada silika gel

E. Sampel murni; bercak tambahan pada eluen 2 hanyalah ekor bercak X akibat totolan terlalu pekat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Pada 2026, Dika, siswa kelas XII di laboratorium sebuah SMK, memeriksa satu pewarna makanan dengan KLT pada pelat sepanjang 10,0 cm. Jarak dari garis awal ke garis depan eluen 7,5 cm, dan jarak dari garis awal ke pusat bercak 6,0 cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Harga Rf bercak tersebut adalah ....

A. 0,20
B. 0,60
C. 0,80
D. 1,25
E. 1,50

25. Pada 2026, Wati, analis di laboratorium sebuah balai pengujian pangan, memeriksa rhodamin B dalam ekstrak kerupuk merah dengan KLT silika gel. Semua jarak diukur dari garis awal ke pusat bercak. Pelat 1 (eluen 1, garis depan 8,0 cm): standar rhodamin B 4,4 cm; ekstrak dua bercak merah, 4,4 cm dan 6,0 cm. Pelat 2 (eluen 2, garis depan 7,0 cm): standar 3,5 cm; ekstrak satu bercak merah, 3,5 cm.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pada pelat 1, bercak pertama ekstrak (Rf 0,55) sesuai dengan standar rhodamin B (Rf 0,55)
☐ B. Bercak kedua (Rf 0,75) juga rhodamin B karena warnanya sama-sama merah dengan bercak pertama
☐ C. Ekstrak mengandung sedikitnya dua zat berwarna, karena dua bercak pada pelat 1 sudah cukup menyatakannya
☐ D. Hasil pelat 2 yang hanya satu bercak membatalkan hasil pelat 1, sehingga ekstrak hanya berisi satu zat
☐ E. Zat pada bercak kedua (Rf 0,75) lebih nonpolar daripada rhodamin B pada sistem silika gel itu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia	1, 2, 3, 4, 5, 6	___ / 6	Ulangi hlm. 334
Sub bab 6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	___ / 7	Ulangi hlm. 350
Sub bab 6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi	14, 15, 16, 17, 19, 20	___ / 6	Ulangi hlm. 364
Sub bab 6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi	18, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 376

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bab 7 · Analisis Mikrobiologi

SMKKA-B7

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan dan memilih metode sterilisasi alat, bahan, dan ruangan
- menerapkan prosedur pembuatan media mikrobiologi dan mendiagnosis masalahnya
- menghitung hasil analisis mikroba dengan metode Total Plate Count (TPC) dan Most Probable Number (MPN)

Peta bab

Sub bab	Judul
7.1	Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan
7.2	Prosedur pembuatan media mikrobiologi
7.3	Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number

Bab 7 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-B7

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan

SMKKA-7.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 7, mikrobiologi) meminta kamu **menjelaskan prinsip** dan **menerapkan teknik** sterilisasi alat, bahan, dan ruangan di laboratorium mikrobiologi, lalu **menganalisis** apakah sebuah rencana atau catatan kerja sudah benar. Levelnya pemahaman sampai penalaran: kamu tidak cukup hafal "autoklaf 121 °C", tetapi harus tahu **bahan apa cocok dengan cara apa** dan **apa yang membuktikan sterilisasi berhasil**.

Pola soal yang sering muncul: (1) **rencana sterilisasi** untuk beberapa bahan sekaligus (kaca, media, larutan peka panas, jarum ose, meja kerja), dan kamu memilih pernyataan yang tepat; (2) **catatan siklus autoklaf** yang janggal, misalnya indikator tidak berubah warna atau suhu tidak sesuai tekanan; (3) **kebiasaan kerja di laminar air flow (LAF)**, misalnya kapan lampu UV dan kipas dinyalakan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan sterilisasi dari disinfeksi, dan menjelaskan mengapa spora menjadi penentu syarat sterilisasi;
- menjelaskan cara kerja autoklaf, oven, filtrasi membran, api, alkohol 70 %, dan sinar UV, serta batasnya masing-masing;
- memilih metode sterilisasi yang tepat untuk bahan atau alat tertentu;
- menyusun urutan kerja autoklaf dan menilai catatan siklus berdasarkan suhu, waktu, dan indikator.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Bayangkan sebuah laboratorium pabrik minuman menguji jumlah bakteri dalam sari buah. Bila cawan petri, media, dan pipet yang dipakai sudah membawa mikroba sendiri, hasil hitungan menjadi tidak berarti: koloni di cawan bisa berasal dari alat, bukan dari sampel. Karena itu setiap pekerjaan mikrobiologi dimulai dari satu syarat: **semua yang menyentuh sampel harus steril**, dan pekerjaan dilakukan dengan cara yang tidak memasukkan mikroba baru. Cara kerja itu disebut **teknik aseptis** (*aseptic technique*).

1. Steril, disinfeksi, dan mengapa spora menentukan

Steril (*sterile*) berarti bebas dari semua bentuk kehidupan mikroba, termasuk bakteri, kapang, khamir, dan **spora** (bentuk istirahat yang sangat tahan). Tidak ada tingkat "agak steril": benda yang masih memiliki satu sel hidup tidak steril. **Sterilisasi** adalah proses yang menghasilkan keadaan itu.

Disinfeksi (*disinfection*) lebih lemah. Disinfeksi mengurangi jumlah mikroba, terutama sel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

yang tumbuh aktif (sel vegetatif), pada benda atau permukaan yang tidak bisa disterilkan, misalnya meja kerja. Disinfeksi tidak menjamin spora ikut mati. Karena itu alkohol 70 % dipakai untuk meja, bukan untuk membuat media menjadi steril.

Mengapa semua syarat sterilisasi dibuat sekeras itu? Karena sasarannya spora. Sel vegetatif sebagian besar mati dalam beberapa menit pada suhu air mendidih, tetapi spora bakteri tertentu dapat bertahan pada suhu itu berjam-jam. Spora seperti penutup biji yang sangat keras: ada tetapi tidak aktif sampai kondisi membaik. Syarat sterilisasi dirancang agar bahkan spora yang paling tahan pun mati. Itulah sebabnya suhu 121 °C, bukan 100 °C, dipakai pada autoklaf.

2. Panas lembap: autoklaf

Autoklaf (*autoclave*) adalah bejana tertutup yang memanaskan air hingga menjadi uap bertekanan. Ia dipakai untuk media, larutan pengencer, dan bahan lain yang tahan panas dan lembap. Bagian utamanya (Gambar 7.1): ruang uap dengan rak, air suling di dasar, pemanas, tutup berpengunci, **manometer** (alat ukur tekanan), **termometer**, dan **katup buang** untuk mengeluarkan udara dan uap.



Gambar 7.1 Bagian utama autoklaf dan tujuh langkah kerjanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa uap lebih ampuh daripada udara panas? Pertama, di ruang tertutup tekanan uap yang lebih tinggi membuat suhu uap jenuh naik di atas 100 °C. Pada tekanan sekitar satu atmosfer di atas tekanan udara luar (sering dibaca sebagai sekitar 1 bar pada manometer), suhu uap jenuh mencapai 121 °C. Kedua, ketika uap menyentuh benda yang lebih dingin, uap mengembun dan melepaskan banyak panas langsung ke permukaan benda itu. Panas ini menembus sel dan spora dengan cepat. Protein dan enzim di dalam sel mengalami **denaturasi** (rusak dan menggumpal secara permanen), sehingga sel tidak dapat hidup lagi.

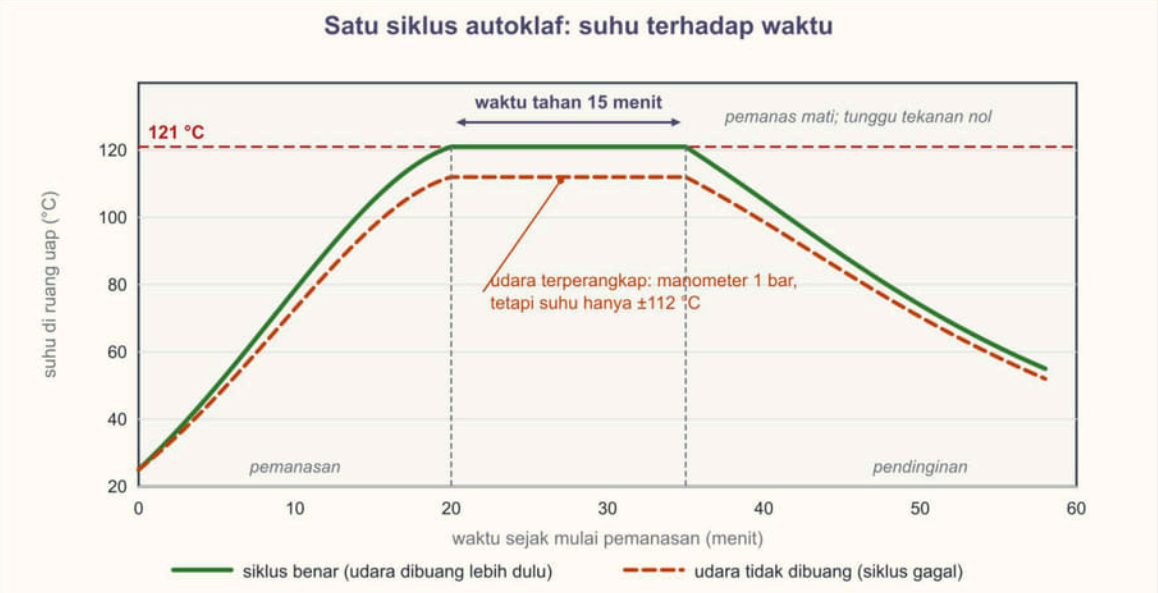
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Syarat baku yang dipakai di banyak laboratorium: **121 °C selama sekitar 15 menit** untuk volume kecil; wadah yang lebih besar memerlukan waktu lebih lama agar panas sampai ke bagian tengah cairan. Angka pasti mengikuti SOP laboratorium. Yang penting, **waktu dihitung sejak suhu 121 °C tercapai di dalam ruang uap**, bukan sejak alat dinyalakan.

Langkah kerja autoklaf (Gambar 7.1):

1. **Siapkan.** Periksa air suling di dasar autoklaf. Isi labu paling banyak sekitar dua pertiga volumenya agar media tidak meluap. Tutup wadah dengan sumbat kapas, aluminium foil, atau tutup ulir yang **dilonggarkan** supaya uap dan udara dapat keluar-masuk.
2. **Muat.** Susun beban tidak terlalu rapat. Uap harus bisa mengalir ke sekeliling tiap wadah; wadah di tengah tumpukan padat paling lambat panas. Pasang pita indikator pada beban.
3. **Buang udara.** Tutup autoklaf dan panaskan dengan katup buang masih terbuka sampai uap keluar deras dan stabil.
4. **Tutup katup.** Tekanan dan suhu naik. Tunggu sampai termometer menunjukkan 121 °C.
5. **Tahan.** Mulai hitung waktu (misalnya 15 menit).
6. **Dinginkan.** Matikan pemanas dan tunggu tekanan kembali ke nol sebelum membuka.
7. **Keluarkan.** Buka tutup perlahan, jauhkan wajah dari uap, periksa indikator, lalu catat siklus.

Mengapa udara harus dibuang dulu? Udara yang tertinggal di ruang uap ikut menyumbang tekanan, tetapi tidak membawa panas seperti uap. Akibatnya manometer menunjukkan tekanan yang sesuai 121 °C, padahal suhunya jauh lebih rendah. Gambar 7.2 memperlihatkan perbandingannya: siklus yang benar mencapai 121 °C, sedangkan siklus yang udaranya tidak dibuang hanya mencapai sekitar 112 °C meskipun manometernya menunjuk 1 bar. Karena itu **suhu harus dibaca dari termometer**, bukan hanya dari tekanan.



Gambar 7.2 Siklus yang benar dibandingkan dengan siklus yang udaranya tidak dibuang (suhu digambar sebagai ilustrasi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Mengapa menunggu tekanan nol? Cairan di dalam labu masih jauh di atas 100 °C. Bila tutup dibuka ketika tekanan masih ada, tekanan turun mendadak dan cairan dapat mendidih meluap atau labu pecah. Media panas juga menyebabkan luka bakar. Selalu tunggu, buka perlahan, dan gunakan sarung tangan tahan panas.

Autoklaf tidak cocok untuk bahan yang rusak oleh panas atau uap, misalnya banyak vitamin, antibiotik, dan enzim. Bahan kering berbentuk serbuk atau minyak juga sulit dijangkau uap.

3. Panas kering: oven

Oven udara panas (*hot air oven*) mensterilkan alat yang tahan panas dan harus tetap kering: cawan petri kaca, pipet kaca, tabung kaca, dan alat logam. Panas kering membunuh mikroba dengan cara merusak dan mengoksidasi komponen sel. Cara ini **jauh lebih lambat** daripada uap, sehingga suhu dan waktunya jauh lebih besar. SOP umum: **170 °C ditahan sekitar 60 menit**, atau 160 °C ditahan sekitar 120 menit; waktu dihitung setelah suhu tercapai di dalam oven, bukan sejak oven dinyalakan.

Alat dibungkus kertas atau aluminium foil sebelum masuk oven, sehingga setelah keluar alat tetap steril selama bungkusnya utuh. Oven tidak boleh dipakai untuk plastik biasa (meleleh), cairan (mendidih), atau kertas dengan suhu jauh melebihi petunjuk (gosong). Setelah proses, oven didinginkan dahulu sebelum dibuka agar kaca tidak pecah dan petugas tidak terbakar.

4. Filtrasi membran

Bagaimana mensterilkan larutan yang rusak oleh panas? Jawabannya bukan dengan memanaskan, tetapi dengan **menyaring**. Pada **filtrasi membran** (*membrane filtration*), larutan dialirkan melalui membran dengan pori sangat kecil. Membran berpori **0,22 µm** menahan bakteri; filtratnya dapat dianggap steril bila filter dan penampungnya steril. (Virus dan sel yang sangat kecil dapat lolos, jadi filtrasi dipakai menurut tujuan dan SOP.) Filtrat kemudian ditambahkan secara aseptis ke media yang sudah disterilkan dan didinginkan hingga hangat. Prinsip ini dipakai untuk larutan vitamin, antibiotik, serum, dan enzim.

5. Api: pemijaran dan flambir

Jarum ose, kawat inokulasi, dan spatula logam disterilkan dengan **pemijaran** (*flaming*): dipanaskan dalam nyala Bunsen sampai merah membara. Api membakar semua mikroba di permukaannya. Namun alat yang masih membara akan **mematikan biakan** yang hendak diambil, jadi ose didinginkan beberapa detik di dekat api sebelum menyentuh biakan. Mulut tabung atau labu juga dilewatkan sebentar pada nyala (flambir) saat dibuka dan ditutup untuk mengurangi mikroba yang masuk. Alkohol dan api hanya bekerja berdekatan dengan aturan K3: botol alkohol ditutup dan dijauhkan dari nyala; jangan menuang alkohol di dekat api.

6. Disinfeksi: alkohol 70 % dan sinar UV

Alkohol 70 % (etanol atau isopropanol dalam air) dipakai untuk menyeka meja, tangan bersarung, dan bagian luar wadah. Mengapa 70 %, bukan 96 % yang lebih "murni"? Alkohol membunuh sel dengan merusak protein dan membran, dan proses ini membutuhkan **air**. Alkohol pekat menggumpalkan protein di permukaan sel dengan cepat dan membentuk

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

lapisan yang justru melindungi bagian dalam sel. Campuran dengan air menembus lebih dalam. Usap permukaan, lalu biarkan menguap sendiri; jangan dikeringkan dengan kain yang kotor.

Sinar ultraviolet (UV, panjang gelombang sekitar 254 nm) merusak materi genetik mikroba. Daya tembusnya rendah: hanya permukaan yang terkena sinar langsung yang terdisinfeksi; bagian yang terlindung bayangan tidak. UV berbahaya bagi mata dan kulit, sehingga lampu **dimatikan saat orang bekerja**.

7. Memilih metode

Tidak ada satu metode terbaik untuk semua bahan. Pilihan ditentukan oleh **sifat bahan** (tahan panas atau tidak, basah atau kering) dan **tujuannya** (sterilisasi penuh atau disinfeksi). Gambar 7.3 merangkum pasangan bahan dan metode yang paling sering dipakai.

Memilih metode sterilisasi menurut bahan

Bahan atau alat	Metode	Syarat penting	Alasan
Media, larutan pengencer, bahan tahan panas	**Autoklaf (panas lembap) 121 °C ± 15 menit**	wadah tertutup longgar; uap harus bisa mengalir	uap jenuh bertekanan mematikan sel dan spora
Cawan petri kaca, pipet kaca, alat kaca kering	**Oven (panas kering) 170 °C ± 60 menit**	dibungkus; waktu dihitung setelah suhu tercapai	panas kering lebih lambat, butuh suhu dan waktu besar
Larutan peka panas: vitamin, antibiotik, enzim	**Filtrasi membran pori 0,22 µm**	filter dan penampung steril; tambah secara aseptis	tanpa panas; bakteri tertahan pada pori filter
Jarum ose, kawat, spatula logam	**Pemijaran atau flambir (api)**	dingin dulu sebelum menyentuh biakan	api membakar mikroba; logam tahan panas
Permukaan meja, sarung tangan, bagian luar wadah	**Alkohol 70 % (disinfeksi)**	usap, biarkan menguap sendiri	menurunkan jumlah mikroba; bukan sterilisasi penuh
Udara dan permukaan di LAF / ruang aseptis	**Lampu UV + aliran udara tersaring**	UV dimatikan saat bekerja; kipas dinyalakan lebih dulu	UV mematikan mikroba di permukaan yang tersinari
Plastik tak tahan panas (petri plastik sekali pakai)	**Sudah steril dari pabrik (kemasan utuh)**	jangan masuk oven atau autoklaf; buka saat dipakai	plastik meleleh; cukup menjaga kemasan tetap utuh

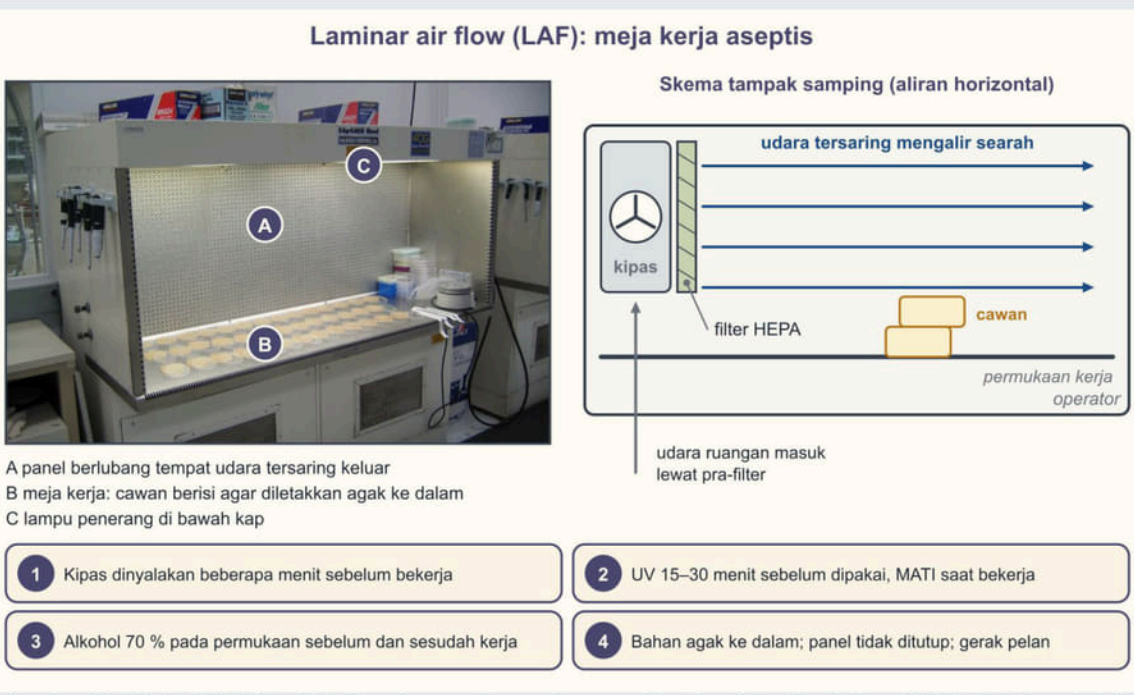
Gambar 7.3 Tabel pemilihan metode sterilisasi (angka suhu dan waktu menurut SOP latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pertanyaan yang membantu memilih: (1) Apakah bahan tahan panas? Bila tidak, filtrasi. (2) Apakah bahan harus tetap kering? Bila ya, oven. (3) Apakah bahan basah dan tahan panas lembap? Autoklaf. (4) Apakah yang disasar permukaan yang tidak dapat dipanaskan? Disinfeksi dengan alkohol 70 % atau UV.

8. Ruang kerja aseptis: LAF dan ruang lain

Menyterilkan alat belum cukup. Saat tutup cawan dibuka, mikroba dari udara bisa masuk. **Laminar air flow (LAF)** adalah meja kerja yang mengalirkan udara melalui **filter HEPA** (*high efficiency particulate air*, penyaring partikel sangat halus) secara searah dan stabil, sehingga udara bersih menyapu permukaan kerja ke arah operator dan membawa debu serta mikroba menjauh dari benda yang sedang dikerjakan (Gambar 7.4).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.4 Meja LAF (foto kiri) dan skema aliran udaranya. Sumber foto: Hugh Fox, CC BY-SA 2.0, melalui Wikimedia Commons; diberi label Indonesia oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Aturan kerjanya mengikuti cara kerja udara:

- **Nyalakan kipas beberapa menit sebelum bekerja** supaya udara ruang kerja sudah tergantikan oleh udara tersaring.
- **Lampu UV** dinyalakan sekitar 15 sampai 30 menit sebelum kerja untuk mendisinfeksi permukaan, lalu **dimatikan** ketika mulai bekerja.
- **Usap permukaan kerja dengan alkohol 70 %** sebelum dan sesudah bekerja.
- **Letakkan benda agak ke dalam**, jangan di tepi depan, dan jangan menumpuk benda yang menghalangi panel belakang. Tepi depan paling mudah bercampur dengan udara luar.
- **Gerakan tangan pelan** dan seminimal mungkin. Gerakan cepat mengacaukan aliran udara.
- **Nyala api besar** mengganggu aliran udara dan dapat merusak filter; banyak laboratorium tidak menyalakan api di dalam LAF sama sekali.

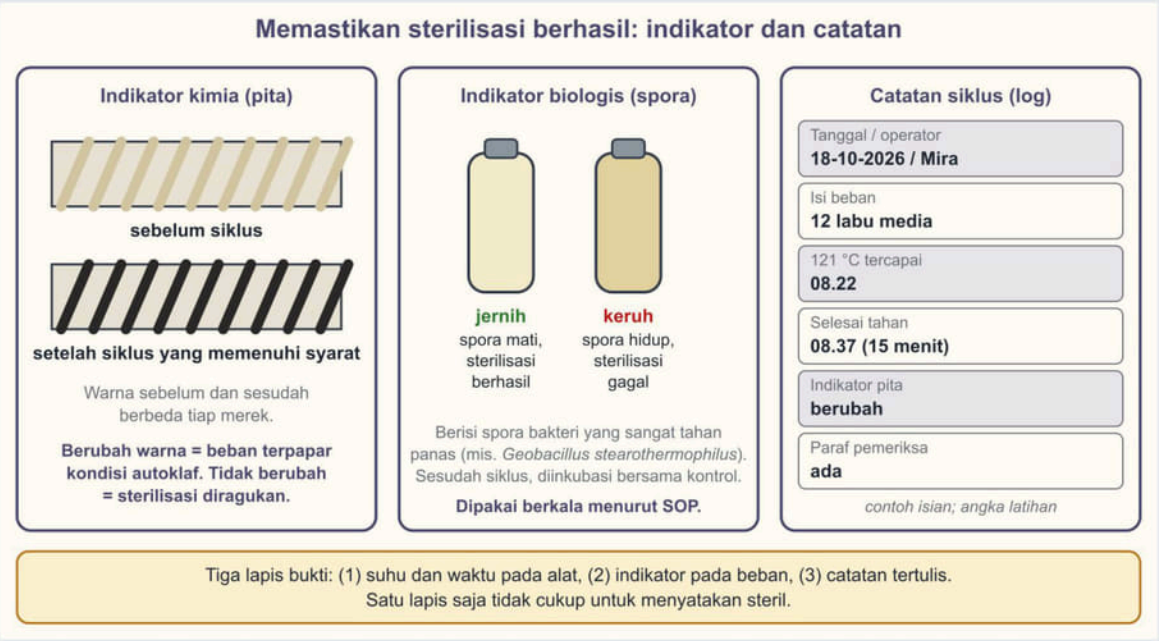
Perlu diingat bahwa LAF aliran horizontal **melindungi bahan**, bukan operator. Untuk bahan berbahaya, misalnya biakan patogen, dipakai **kabinet keselamatan hayati** (*biosafety cabinet*) yang juga melindungi orang. Di luar LAF, ruang kerja mikrobiologi diatur: pintu tertutup, jendela tidak dibuka, lantai dan meja dibersihkan dengan disinfektan, serta lalu lintas orang dibatasi. **Inkubator** menjaga suhu pertumbuhan tetap (bakteri umumnya sekitar 35–37 °C, kapang dan khamir lebih rendah, menurut SOP) dan harus bersih pula.

9. Membuktikan sterilisasi berhasil

"Sudah diautoklaf" belum bukti. Bukti yang baik berlapis (Gambar 7.5):

1. **Alat**: suhu dan waktu tercatat dari termometer dan penghitung waktu.
2. **Indikator kimia**: pita yang berubah warna bila terpapar kondisi tertentu. Pita yang **berubah** menunjukkan beban mendapat paparan yang disyaratkan; pita yang **tidak berubah** berarti beban itu diragukan sterilnya. Pita tidak membuktikan semua spora mati, tetapi cepat dan murah, sehingga dipasang pada tiap beban, terutama di bagian yang sulit dijangkau uap.
3. **Indikator biologis**: ampul berisi spora bakteri yang sangat tahan panas (misalnya *Geobacillus stearothermophilus*). Setelah siklus, ampul diinkubasi. Bila spora tidak tumbuh, sterilisasi berhasil; bila tumbuh, sterilisasi gagal. Dipakai berkala menurut SOP.
4. **Catatan siklus** (*log*): tanggal, operator, isi beban, jam suhu tercapai dan selesai, hasil indikator, dan paraf.
5. **Kontrol sterilitas**: media atau pengencer yang sudah steril diinkubasi tanpa sampel. Bila tumbuh, ada kontaminasi dan hasil uji tidak boleh dipercaya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.5 Indikator kimia, indikator biologis, dan contoh catatan siklus (angka latihan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila satu saja bukti tidak memenuhi, perlakuannya sama: beban belum dianggap steril. Waktu paparan sebelumnya **tidak dihitung sebagian**; siklus diulang dari awal setelah penyebabnya diperbaiki (misalnya beban terlalu rapat atau udara belum dibuang).

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: memilih metode untuk enam bahan

Pada 2026, Laila menyiapkan uji cemaran mikroba di laboratorium sebuah pabrik tahu. Ia memiliki: (a) larutan pengencer NaCl 0,85 % dalam botol tutup ulir, (b) Erlenmeyer kaca kosong ditutup aluminium foil, (c) larutan enzim yang rusak bila dipanaskan, (d) pinset logam, (e) ujung pipet mikro dari polipropilena (tahan 121 °C) dalam kotaknya, (f) permukaan dalam LAF. Tentukan metode sterilisasi atau disinfeksi yang paling tepat. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Pengencer (a).** Larutan garam tahan panas dan lembap, jadi autoklaf 121 °C selama 15 menit, dengan tutup ulir **dilonggarkan** agar uap tidak terhalang.
2. **Erlenmeyer kosong (b).** Kaca kering tahan panas; cukup oven 170 °C selama 60 menit dengan foil terpasang. Autoklaf juga dapat dipakai, tetapi kaca harus dikeringkan lagi.
3. **Enzim (c).** Rusak oleh panas, jadi **filtrasi membran 0,22 µm**, lalu ditambahkan secara aseptis.
4. **Pinset logam (d).** Logam tahan panas; di meja kerja dipijarkan atau di-flambir, sedangkan sterilisasi awal bisa dengan oven. Dinginkan sebelum menyentuh bahan.
5. **Ujung pipet (e).** Polipropilena tahan 121 °C dan boleh diautoklaf; tidak boleh masuk oven 170 °C karena plastik lunak.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. **Permukaan LAF (f).** Tidak bisa dipanaskan; **alkohol 70 %** sebelum dan sesudah kerja, ditambah UV 15–30 menit sebelum kerja (dimatikan saat bekerja) dan kipas yang sudah menyala.

Jawaban: a autoklaf; b oven; c filtrasi; d api atau oven; e autoklaf; f alkohol 70 % dan UV. Cek akal sehat: tiap pilihan dapat dibenarkan dengan dua pertanyaan, "tahan panas?" dan "harus kering?". Enzim yang diautoklaf akan rusak, dan ujung pipet plastik di oven akan melengkung, jadi kedua keputusan itu pasti keliru.

Contoh 2: menyusun urutan kerja autoklaf

Pada 2027, Rizal menerima daftar langkah kerja autoklaf yang acak: (1) tutup katup buang, (2) panaskan dengan katup buang terbuka, (3) susun labu tidak terlalu rapat dan pasang pita indikator, (4) cek air suling di dasar autoklaf, (5) buka tutup perlahan setelah tekanan nol, (6) tahan 15 menit sejak 121 °C tercapai, (7) matikan pemanas, (8) tulis catatan siklus. Susun urutan yang benar. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Persiapan dulu.** Air suling dicek lebih dahulu (4), baru beban disusun dan indikator dipasang (3).
2. **Buang udara.** Autoklaf dipanaskan dengan katup terbuka (2) agar udara terdorong keluar.
3. **Naikkan suhu.** Setelah uap keluar stabil, katup ditutup (1), lalu suhu naik ke 121 °C.
4. **Tahan.** Waktu 15 menit dihitung sejak 121 °C tercapai (6).
5. **Akhiri.** Pemanas dimatikan (7), dan tutup baru dibuka perlahan setelah tekanan nol (5).
6. **Catat.** Catatan siklus ditulis (8) bersama hasil indikator.

Jawaban: 4 – 3 – 2 – 1 – 6 – 7 – 5 – 8. Cek akal sehat: urutan "tutup katup sebelum membuang udara" salah karena udara akan terperangkap; "buka tutup sebelum tekanan nol" salah karena berbahaya.

Contoh 3: menilai catatan empat siklus

Pada 2027, supervisor memeriksa catatan empat siklus autoklaf untuk media. SOP latihan: tahan 15 menit pada 121 °C (diukur termometer), pita indikator harus berubah. Catatan: **Siklus A**, 121 °C tercapai 09.20, pemanas dimatikan 09.32, pita berubah. **Siklus B**, manometer 1 bar, termometer 113 °C, tahan 15 menit, pita tidak berubah. **Siklus C**, 121 °C tercapai 10.05, dimatikan 10.20, pita berubah. **Siklus D**, 121 °C tercapai 11.00, dimatikan 11.15, tidak ada pita indikator terpasang. Nilai tiap siklus dan tentukan tindakan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Siklus A.** Waktu tahan = 09.32 − 09.20 = 12 menit. SOP meminta 15 menit, jadi kurang 3 menit. Pita yang berubah tidak menutup kekurangan waktu. Tidak memenuhi; siklus diulang penuh.
2. **Siklus B.** Termometer 113 °C, bukan 121 °C. Tekanan 1 bar bukan bukti suhu, karena udara terperangkap. Pita juga tidak berubah. Tidak memenuhi; ulang dengan membuang udara dulu.
3. **Siklus C.** Waktu tahan = 10.20 − 10.05 = 15 menit; suhu sesuai; pita berubah. Memenuhi.

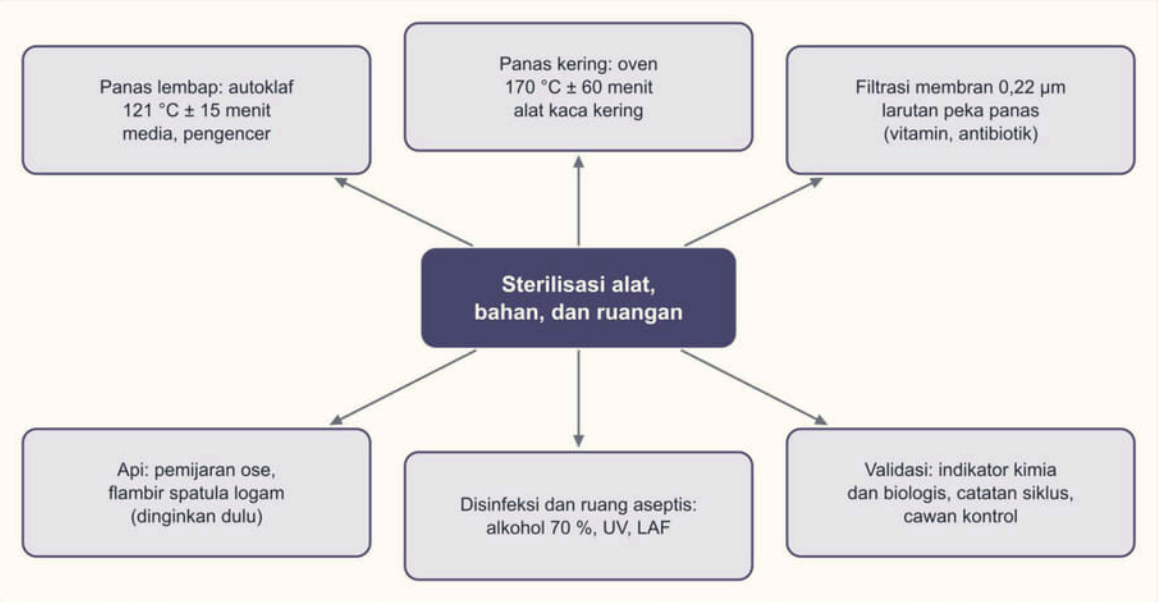
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Siklus D.** Waktu tahan = 11.15 − 11.00 = 15 menit, tetapi tidak ada indikator. Satu lapis bukti hilang, sehingga steril belum dapat dinyatakan terbukti; tindakan menurut SOP (umumnya diulang atau diverifikasi dengan indikator biologis).

Jawaban: hanya Siklus C yang memenuhi; A dan B diulang; D tidak dapat dinyatakan terverifikasi. Cek akal sehat: setiap siklus dinilai dari tiga hal (suhu, waktu, indikator). Hanya satu siklus yang memenuhi ketiganya.

❖ PETA KONSEP

Gambar 7.6 merangkum cara sterilisasi dan pembuktiannya.



Gambar 7.6 Peta konsep sterilisasi alat, bahan, dan ruangan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Steril** = bebas semua mikroba termasuk spora; **disinfeksi** hanya menurunkan jumlah mikroba (alkohol 70 %, UV).
- **Autoklaf**: uap jenuh 121 °C ± 15 menit untuk media dan bahan tahan panas lembap; buang udara dulu; waktu dihitung sejak 121 °C tercapai; suhu dibaca dari termometer.
- **Oven**: panas kering 170 °C ± 60 menit untuk kaca dan logam kering; bungkus dulu; bukan untuk plastik atau cairan.
- **Filtrasi membran 0,22 µm** untuk larutan peka panas; **api** untuk ose dan logam (dinginkan dulu).
- **LAF**: kipas menyala dulu, UV 15–30 menit lalu mati saat bekerja, alkohol 70 %, benda agak ke dalam, gerakan pelan.
- **Bukti steril** berlapis: suhu dan waktu, indikator kimia dan biologis, catatan siklus, kontrol sterilitas. Indikator tidak berubah berarti diulang penuh.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal sterilisasi:

1. **Tulis sifat tiap bahan**: tahan panas atau tidak, basah atau kering, benda atau permukaan.
2. **Cocokkan dengan metode** memakai pertanyaan pilihan pada bagian 7.
3. **Baca angka suhu dan waktu** dan periksa mulai dari kapan waktu dihitung.
4. **Periksa bukti**: termometer, waktu tahan, indikator, dan catatan.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Mengambil suhu dari tekanan saja.** Manometer 1 bar tidak menjamin 121 °C; udara terperangkap menurunkan suhu.
- **Menghitung waktu sejak alat dinyalakan**, padahal waktu tahan dimulai saat suhu sasaran tercapai.
- **Plastik biasa atau cairan dimasukkan ke oven**, atau **larutan peka panas diautoklaf**.
- **Lampu UV atau kipas LAF**: UV dibiarkan menyala saat bekerja, atau kipas baru dinyalakan tepat saat mulai.
- **Alkohol 96 % dianggap lebih baik** daripada 70 %. Yang lebih efektif untuk disinfeksi adalah 70 %.
- **Ose yang masih membara dipakai** langsung, atau sebaliknya dianggap sudah tercemar lagi.
- **Waktu sebelumnya dihitung sebagian** ketika siklus diulang; yang benar, siklus diulang penuh.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa melihat manometer autoklaf menunjuk 1 bar dan langsung mulai menghitung 15 menit, padahal termometer baru menunjukkan 113 °C. Yang tepat: waktu 15 menit baru dihitung setelah termometer mencapai 121 °C; suhu 113 °C dengan tekanan 1 bar menunjukkan udara belum dibuang.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut meminta rencana sterilisasi untuk beberapa bahan sekaligus. Pakai bagian 7 (memilih metode) dan bagian 5–6 (api dan alkohol).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Sinta, analis baru laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik air minum dalam kemasan (2027), menyusun rencana sterilisasi untuk uji cemaran mikroba besok. Bahan dan alat yang disiapkan: cawan petri kaca, pipet kaca, media agar, larutan vitamin yang akan ditambahkan ke media, jarum ose, dan meja kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana sterilisasi yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Cawan petri dan pipet kaca dibungkus kertas, lalu disterilkan dengan oven udara panas.
☐ B. Larutan vitamin disterilkan dengan autoklaf 121 °C selama 15 menit bersama media agar.
☐ C. Jarum ose dipijarkan sampai merah membara, lalu segera disentuhkan ke biakan agar tidak sempat tercemar lagi.
☐ D. Meja kerja diusap dengan alkohol 70% sebelum dan sesudah bekerja.
☐ E. Media agar disterilkan dengan autoklaf, lalu pita indikator pada wadahnya diperiksa sebelum media dipakai.

Pembahasan **Kunci: A, D, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Panas basah (autoklaf 121 °C) untuk media dan bahan tahan panas; panas kering (oven) untuk alat kaca/logam kering; pemijaran untuk ose; penyaringan membran untuk larutan yang rusak oleh panas; disinfektan (alkohol 70%) untuk permukaan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Alat kaca kering tahan panas kering; pembungkus menjaga alat tetap steril setelah keluar oven.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: autoklaf adalah cara baku untuk media, tetapi banyak vitamin rusak oleh panas; larutan vitamin disterilkan dengan penyaringan membran, lalu ditambahkan secara aseptis ke media yang sudah agak dingin.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: kekhawatiran tercemar ulang masuk akal, tetapi ose yang masih membara mematikan mikroba biakan yang diambil; ose didinginkan sebentar di dekat api.
• **Pernyataan 4** ✓ Alkohol 70% mendisinfeksi permukaan yang tidak dapat dipanaskan.
• **Pernyataan 5** ✓ Pita indikator yang berubah warna menunjukkan kemasan benar-benar terpapar kondisi autoklaf; bila tidak berubah, sterilisasi diragukan.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, tuliskan lebih dulu sifat bahannya atau bukti yang tersedia, lalu pilih metode atau nilai kesimpulannya.

1. Di laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik susu (2027), Mira mengeluarkan labu-labu media dari autoklaf. Layar autoklaf menunjukkan 121 °C selama 15 menit, tetapi pita

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

indikator pada salah satu labu yang diletakkan di tengah tumpukan tidak berubah warna. Labu-labu itu disusun sangat rapat.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Media dalam labu yang pita indikatornya tidak berubah belum dapat dianggap steril.	○	○
Labu tengah diautoklaf ulang hanya 5 menit karena sebelumnya sudah ikut dipanaskan selama 15 menit.	○	○
Susunan labu yang terlalu rapat perlu diperbaiki sebelum sterilisasi diulang.	○	○

2. Di laboratorium mikrobiologi sebuah rumah potong ayam (2027), Bima menyiapkan laminar air flow (LAF) untuk pengujian angka lempeng total daging ayam. Ia menulis kebiasaan kerjanya, lalu supervisor memeriksa.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Kebiasaan kerja yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kipas LAF baru dinyalakan tepat saat mulai bekerja agar filternya lebih awet.

☐ B. Lampu UV di LAF dinyalakan 15–30 menit sebelum dipakai, lalu dimatikan saat mulai bekerja.

☐ C. Pembakar Bunsen dinyalakan besar di tengah LAF selama bekerja agar udara di sekitarnya steril.

☐ D. Permukaan kerja LAF diusap alkohol 70% sebelum dan sesudah dipakai.

☐ E. Alat dan bahan disusun rapat di tepi depan meja LAF agar mudah dijangkau selama bekerja.

Kunci singkat: 1. 1B 2S 3B 2. B, D

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa suhu autoklaf tidak boleh dinyatakan tercapai hanya karena manometer menunjuk 1 bar?
- Mengapa larutan antibiotik tidak diautoklaf dan jarum ose tidak langsung dipakai setelah dipijarkan?
- **Yang harus kuingat:** autoklaf 121 °C ± 15 menit sejak suhu tercapai (buang udara dulu); oven 170 °C ± 60 menit untuk kaca kering; filtrasi 0,22 µm untuk larutan peka panas; alkohol 70 % dan UV untuk disinfeksi; LAF = kipas dulu, UV lalu mati; steril terbukti dari suhu, waktu, indikator, dan catatan.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-7.1

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi

SMKKA-7.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 7, mikrobiologi) meminta kamu **menerapkan teknik** pembuatan media pertumbuhan mikroba dan **menganalisis** bila hasilnya bermasalah. Levelnya penerapan sampai penalaran: kamu menghitung takaran, mengurutkan langkah kerja, lalu mencari **penyebab** ketika media tidak memadat atau cawan kontrol tercemar.

Pola soal yang sering muncul: (1) **urutan langkah** pembuatan media cawan (menimbang, melarutkan, mengatur pH, autoklaf, menuang, menyimpan) dengan beberapa langkah yang sengaja dibuat keliru, terutama soal suhu dan urutan; (2) **menghitung takaran** serbuk media dari label, jumlah cawan, dan volume tiap cawan; (3) **diagnosis kontaminasi atau media tidak memadat** dari catatan kerja.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan fungsi tiap komponen media (sumber karbon dan nitrogen, agar, garam, air, bahan khusus);
- membedakan media cair, padat, miring, serta media umum, selektif, dan diferensial;
- menghitung massa serbuk media dari label dan volume yang dibutuhkan, lalu menyusun urutan kerja yang benar;
- mendiagnosis media yang tidak memadat atau tercemar, dan mengatur pH media.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Mikroba tidak bisa kita hitung kalau tidak terlihat. Satu sel bakteri terlalu kecil untuk dilihat mata, tetapi bila diberi makanan dan tempat tumbuh yang cocok, ia membelah berkali-kali sampai membentuk **koloni**, yaitu gundukan jutaan sel yang tampak jelas di permukaan agar. Makanan dan tempat tumbuh buatan itulah **media** (*culture medium*, jamak *media*). Kualitas hasil uji mikrobiologi bergantung pada kualitas media: bila media salah komposisi, tercemar, atau tidak memadat, koloni tidak tumbuh seperti seharusnya dan angka yang dilaporkan tidak dapat dipercaya.

1. Mikroba perlu makan: komponen media

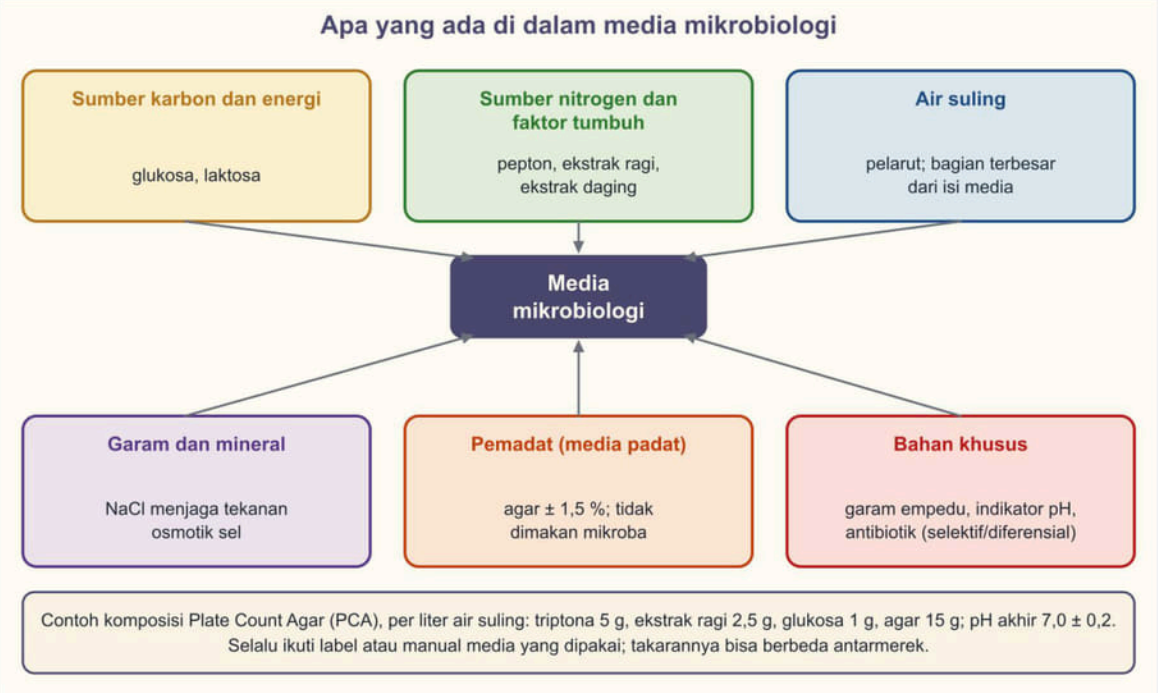
Sel mikroba membutuhkan zat yang sama dengan makhluk hidup lain: sumber energi dan karbon untuk membangun tubuh, sumber nitrogen untuk membuat protein dan DNA, mineral, air, dan faktor tumbuh seperti vitamin tertentu. Media menyediakan semuanya (Gambar 7.7):

- **Sumber karbon dan energi**: gula seperti glukosa atau laktosa.
- **Sumber nitrogen dan faktor tumbuh**: **pepton** (protein yang sudah dipecah menjadi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

potongan kecil, sehingga mudah diserap), **ekstrak ragi**, atau **ekstrak daging**. Ketiganya juga membawa vitamin dan mineral.

- **Garam dan mineral**: misalnya NaCl, yang menjaga agar tekanan osmotik larutan sesuai dengan sel sehingga sel tidak mengerut atau pecah.
- **Air suling**: pelarut dan bagian terbesar dari isi media. Dipakai air suling karena air keran membawa mineral dan mikroba sendiri.
- **Pemadat**: **agar**, polisakarida dari rumput laut merah. Agar membuat cairan menjadi gel padat, tetapi hampir semua bakteri tidak memakannya, sehingga gel tetap padat selama inkubasi. Kadarnya pada media padat sekitar 1,5 %.
- **Bahan khusus**: garam empedu, indikator pH, antibiotik, atau zat lain yang membuat media bersifat selektif atau diferensial (bagian 2).



Gambar 7.7 Komponen media dan contoh komposisi Plate Count Agar (angka mengikuti manual media umum; periksa label yang dipakai). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hampir semua media yang dipakai di laboratorium dijual sebagai **serbuk media** (*dehydrated media*) yang sudah berisi campuran komponen dalam perbandingan yang tepat. Label serbuk menyebut berapa gram serbuk per liter air suling dan pH akhirnya. Teknisi tidak menimbang tiap komponen satu per satu, tetapi cukup menimbang serbuk sesuai label.

2. Jenis media

Media dibedakan menurut wujudnya dan menurut tujuannya (Gambar 7.8).

Menurut wujud:

- **Media cair** (kaldu, *broth*): tanpa agar, dipakai untuk memperbanyak mikroba, untuk larutan pengencer, dan untuk uji *Most Probable Number* (MPN) yang akan kamu pelajari pada sub bab berikutnya.
- **Media padat** (cawan, *plate*): memakai agar, dituang ke cawan petri. Dipakai untuk

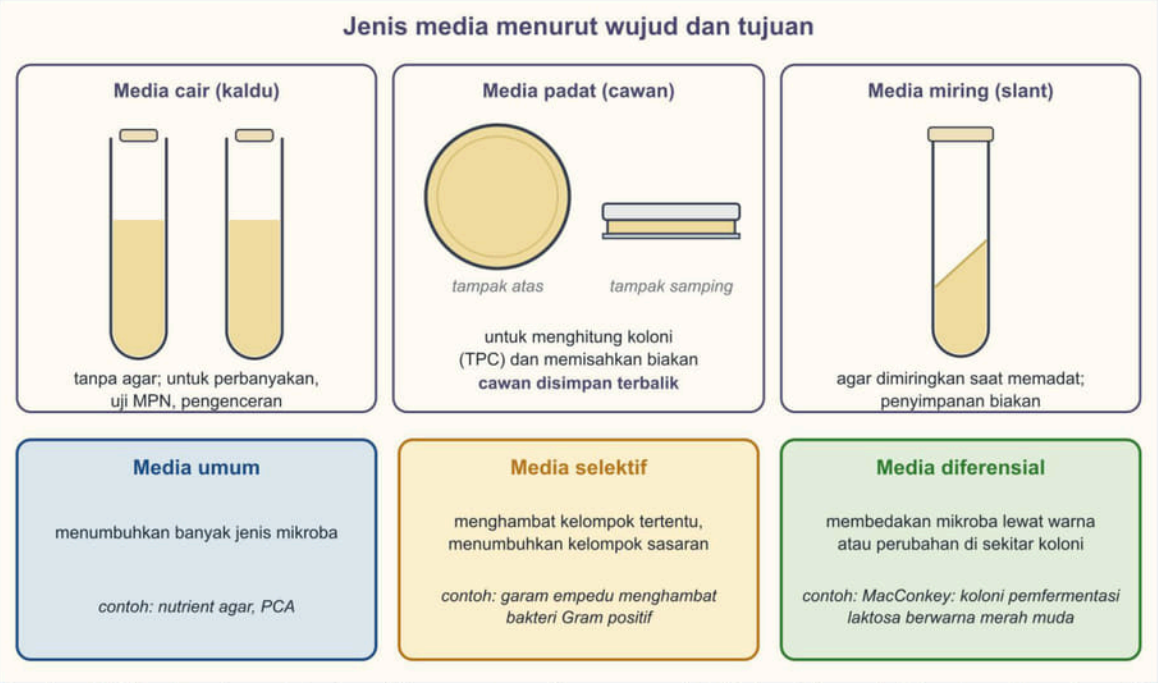
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menghitung koloni dan memisahkan biakan.

- **Media miring** (*slant*): agar dalam tabung yang dibiarkan memadat dalam posisi miring sehingga permukaannya luas; dipakai untuk menyimpan biakan.

Menurut tujuan:

- **Media umum**: menumbuhkan banyak jenis mikroba, misalnya *nutrient agar* dan *Plate Count Agar*.
- **Media selektif**: mengandung bahan yang menghambat kelompok tertentu sehingga kelompok sasaran lebih mudah tumbuh. Misalnya garam empedu menghambat banyak bakteri Gram positif.
- **Media diferensial**: tidak menghambat, tetapi memperlihatkan perbedaan, biasanya lewat warna. Misalnya pada MacConkey, koloni yang meragikan laktosa berwarna merah muda. MacConkey bersifat selektif sekaligus diferensial.



Gambar 7.8 Media cair, padat, dan miring, serta media umum, selektif, dan diferensial. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Urutan membuat media cawan

Satu batch media cawan melewati delapan langkah yang berurutan (Gambar 7.9). Urutan itu bukan sekadar kebiasaan; tiap langkah ada alasannya.

Langkah 1: menghitung dan menimbang. Massa serbuk yang dibutuhkan adalah **massa = takaran label (g/L) × volume media (L)**. Volume media dihitung dari jumlah cawan dikali isi tiap cawan (sekitar 20 mL untuk cawan 90 mm), ditambah sedikit cadangan untuk media yang tertinggal di dinding labu dan pipet. Serbuk media menyerap uap air dari udara, sehingga timbang dengan cepat dan segera tutup botolnya.

Langkah 2: melarutkan. Serbuk dimasukkan ke labu yang berisi air suling, lalu dipanaskan sambil diaduk sampai larutan **jernih dan tidak ada butiran**. Agar hanya larut pada suhu tinggi. Bila ada butiran agar yang belum larut, gel akan tidak merata dan media lembek di sebagian cawan. Pilih labu yang volumenya sekitar dua kali volume media agar tidak meluap saat mendidih dan diautoklaf.

Langkah 3: mengatur pH. Pertumbuhan mikroba sangat dipengaruhi **pH** (derajat keasaman). Bakteri pada umumnya tumbuh baik pada pH sekitar netral (sekitar 7), sedangkan kapang dan khamir lebih menyukai suasana lebih asam. pH diukur dengan pH meter atau kertas indikator setelah serbuk larut. Bila di luar rentang pada label, pH disesuaikan dengan asam encer (misalnya HCl 0,1 M) atau basa encer (misalnya NaOH 0,1 M), setetes demi setetes sambil diaduk, lalu diukur ulang. **pH diatur sebelum sterilisasi**, karena setelah itu media tidak boleh dibuka lagi tanpa teknik aseptis. Pengecualiannya adalah bahan asam yang harus ditambahkan setelah media diautoklaf (lihat bagian 5): asam itu disterilkan terpisah lalu ditambahkan secara aseptis.

Langkah 4: sterilisasi dengan autoklaf. Labu ditutup dengan sumbat kapas atau foil sehingga uap bisa masuk, lalu diautoklaf pada 121 °C selama sekitar 15 menit (aturan dan alasannya sudah kamu pelajari pada sub bab sterilisasi). Untuk media cair dalam tabung, tabung ditutup dan disusun tegak di rak. Pada media untuk uji MPN, tabung kecil **Durham** dimasukkan terbalik ke dalam tabung sebelum sterilisasi dan harus terisi penuh cairan tanpa gelembung udara.

Langkah 5: mendinginkan sampai 45–50 °C. Setelah diautoklaf, media agar masih cair karena suhunya mendekati 100 °C. Media dipindahkan ke **penangas air** bersuhu 45–50 °C. Mengapa tidak langsung dituang? Media yang terlalu panas menghasilkan banyak uap yang mengembun di tutup cawan, lalu menetes ke permukaan agar dan menyebarkan koloni; media panas juga dapat membunuh bahan peka panas yang ditambahkan, dan berbahaya bagi tangan. Mengapa tidak dibiarkan menjadi dingin di meja? Agar mulai memadat sekitar 40 °C ke bawah, sehingga media tertahan di leher labu atau tuangan menjadi bergumpal. Rentang 45–50 °C adalah kompromi: cukup dingin untuk aman dan cukup hangat untuk tetap cair (Gambar 7.9).

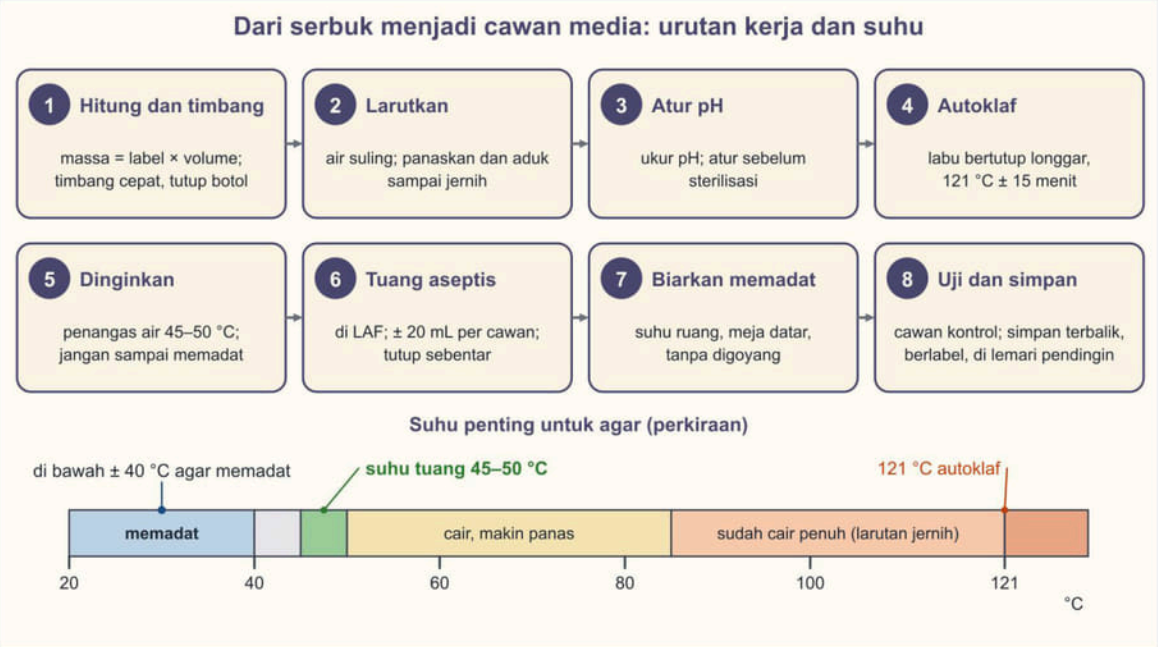
Langkah 6: menuang secara aseptis. Penuangan dilakukan di LAF atau di dekat nyala api yang dikelola benar. Leher labu dipanaskan sebentar pada nyala, tutup cawan dibuka

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

seperlunya saja, lalu sekitar 20 mL media dituang ke tiap cawan. Cawan yang sudah dituang tidak digoyang berlebihan.

Langkah 7: membiarkan memadat. Cawan dibiarkan pada suhu ruang di permukaan yang datar sampai gel kokoh. Jangan langsung memasukkannya ke lemari pendingin: perubahan suhu mendadak menimbulkan banyak embun dan permukaan agar yang tidak rata.

Langkah 8: uji sterilitas dan penyimpanan. Beberapa cawan dari tiap batch (jumlah menurut SOP) diinkubasi tanpa inokulum sebagai **kontrol sterilitas media**. Bila tidak ada koloni, media layak dipakai; bila ada koloni, batch dicurigai tercemar. Cawan yang telah memadat diberi label jenis media, tanggal pembuatan, dan nomor batch, lalu disimpan **terbalik** (tutup di bawah) di lemari pendingin 2–8 °C dalam kantong tertutup. Posisi terbalik mencegah tetes embun jatuh ke permukaan agar. Masa simpan mengikuti SOP; cawan yang berembun banyak, retak, mengering, atau tampak berjamur dibuang.



Gambar 7.9 Delapan langkah pembuatan media cawan dan suhu penting untuk agar (angka perkiraan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Menghitung massa media

Aturannya selalu proporsional. Bila label menyebut 22,5 g per liter, maka 1 L membutuhkan 22,5 g, dan 0,425 L membutuhkan 22,5 × 0,425 g. Langkahnya:

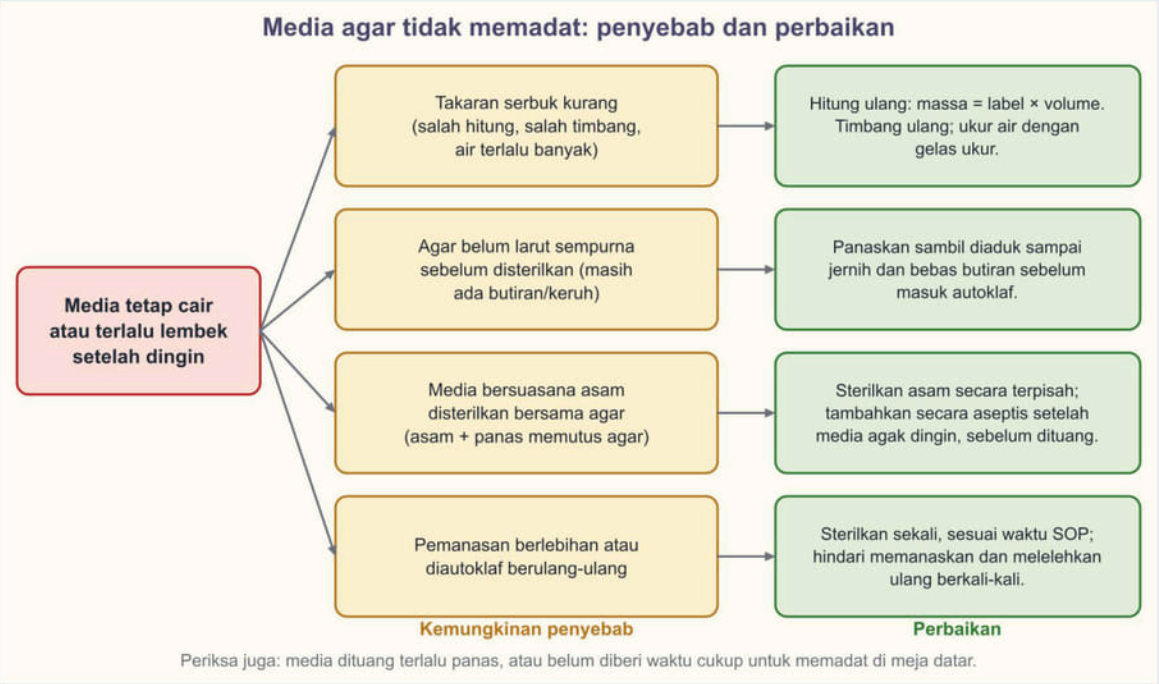
1. Hitung volume total: **jumlah cawan × volume tiap cawan + cadangan**.
2. Ubah ke liter (bagi 1.000).
3. **Massa = label (g/L) × volume (L)**.
4. Pilih wadah yang berukuran cukup: labu terisi tidak lebih dari separuh sampai dua pertiga volumenya.

Jangan menambah serbuk "supaya lebih baik". Komposisi sudah disetimbangkan: kelebihan serbuk bisa menghambat pertumbuhan atau membuat media terlalu keras, kekurangan serbuk membuat media lembek dan miskin nutrisi.

5. Bila media bermasalah

Masalah yang paling sering terjadi pada media cawan ada tiga.

Media tidak memadat atau terlalu lembek. Penyebabnya ada pada langkah-langkah awal (Gambar 7.10). Takaran serbuk yang kurang menurunkan kadar agar. Agar yang belum larut sempurna tidak membentuk gel yang merata. Media yang bersuasana asam dan **diautoklaf bersama agar** mengalami kerusakan agar karena asam dan panas bekerja bersama; karena itu bahan asam, misalnya untuk media kapang dan khamir yang bersuasana asam, disterilkan secara terpisah dan ditambahkan secara aseptis setelah media diautoklaf dan didinginkan. Pemanasan berlebihan atau autoklaf berulang-ulang juga menurunkan kekuatan gel.



Gambar 7.10 Penyebab dan perbaikan media agar yang tidak memadat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Banyak embun. Penyebabnya media dituang terlalu panas atau cawan didinginkan terlalu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

cepat. Perbaiki dengan menuang pada 45–50 °C dan membiarkan cawan memadat pada suhu ruang.

Kontaminasi. Koloni asing tumbuh pada cawan kontrol. Sumbernya bisa media yang tidak steril sempurna, tetapi lebih sering **penanganan setelah sterilisasi**: labu dibiarkan terbuka lama, penuangan dekat jendela atau di tempat dengan aliran udara, cawan dari bungkus yang sudah lama terbuka, atau alat yang tidak steril. Mengatasinya dengan memperbaiki cara kerja aseptis, bukan dengan menambah antibiotik ke media umum, karena antibiotik mengubah komposisi media dan hasil uji.

Cawan kontrol memegang peran penting di sini. **Kontrol media** (cawan tanpa inokulum) menunjukkan apakah media steril. **Kontrol pengencer** dan **kontrol udara** (cawan dibuka beberapa menit di tempat kerja) membantu menelusuri sumber kontaminasi. Hasil uji yang cawan kontrolnya tumbuh koloni tidak boleh dilaporkan sebelum penyebabnya ditemukan.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: menghitung massa serbuk untuk 20 cawan

Pada 2026, Wulan membuat Plate Count Agar untuk 20 cawan petri, masing-masing 20 mL. Ia menyisihkan cadangan 25 mL untuk media yang tertinggal di labu dan pipet. Label serbuk (angka latihan): 22,5 g per liter. Tersedia labu Erlenmeyer 500 mL dan 1.000 mL. Tentukan massa serbuk dan labu yang dipakai. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Volume total.** 20 × 20 mL = 400 mL; ditambah cadangan 25 mL menjadi 425 mL, atau 0,425 L.
2. **Massa serbuk.** 22,5 g/L × 0,425 L = 9,5625 g, dibulatkan menjadi **9,56 g**.
3. **Pilih labu.** Isi 425 mL pada labu 500 mL mengisi 85 %, terlalu penuh untuk dididihkan dan diautoklaf. Pada labu 1.000 mL mengisi 42,5 %, aman. Dipakai labu 1.000 mL.
4. **Cara kerja.** Timbang 9,56 g serbuk, larutkan dalam air suling sambil dipanaskan dan diaduk sampai jernih, tambahkan air suling sampai volume 425 mL, atur pH, lalu autoklaf.

Jawaban: 9,56 g serbuk dalam 425 mL air suling, memakai labu 1.000 mL. Cek akal sehat: 425 mL kira-kira 0,43 L, dan 0,43 × 22,5 mendekati 9,7; hasil 9,56 g wajar. Bila volume cadangan dilupakan, massa hanya 9,00 g dan media bisa kurang untuk cawan ke-20.

Contoh 2: mendiagnosis media yang tidak memadat

Pada 2027, Budi membuat 400 mL nutrient agar. Label serbuk: 28 g per liter. Catatannya: menimbang serbuk 6,5 g; serbuk dilarutkan sambil dipanaskan sampai jernih; pH 6,9 (di rentang label); autoklaf 121 °C selama 15 menit dan pita berubah warna; media dituang pada 48 °C. Setelah 2 jam di meja, media di semua cawan masih lembek. Tentukan penyebabnya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Periksa tiap langkah.** Pelarutan sampai jernih, pH, autoklaf, dan suhu tuang semuanya sesuai aturan, jadi bukan penyebabnya.
2. **Periksa takaran.** Massa yang seharusnya = 28 g/L × 0,400 L = 11,2 g.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. **Bandingkan.** Budi hanya menimbang 6,5 g. Konsentrasi sebenarnya = 6,5 g ÷ 0,400 L = 16,25 g/L, yaitu 16,25 ÷ 28 ≈ 0,58 atau sekitar 58 % dari takaran label. Kadar agar dalam media juga hanya sekitar 58 % dari yang seharusnya.
4. **Kesimpulan.** Kadar agar terlalu rendah untuk membentuk gel yang kokoh.

Jawaban: penyebabnya takaran serbuk kurang (6,5 g, seharusnya 11,2 g). Perbaikannya, buat ulang batch dengan 11,2 g. Cek akal sehat: bila takarannya benar, empat langkah lain yang sudah dikerjakan dengan baik tidak akan membuat media cair, jadi hanya takaran yang tersisa sebagai penyebab.

Contoh 3: mengatur pH media

Pada 2027, tiga batch media dengan target pH 7,0 ± 0,2 diukur pada suhu ruang dengan pH meter yang sudah dikalibrasi: batch P = 7,60, batch Q = 6,55, batch R = 7,05. Tentukan tindakan untuk tiap batch, lalu hitung cara membuat 100 mL HCl 0,1 M dari HCl 1 M untuk menyesuaikan pH. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

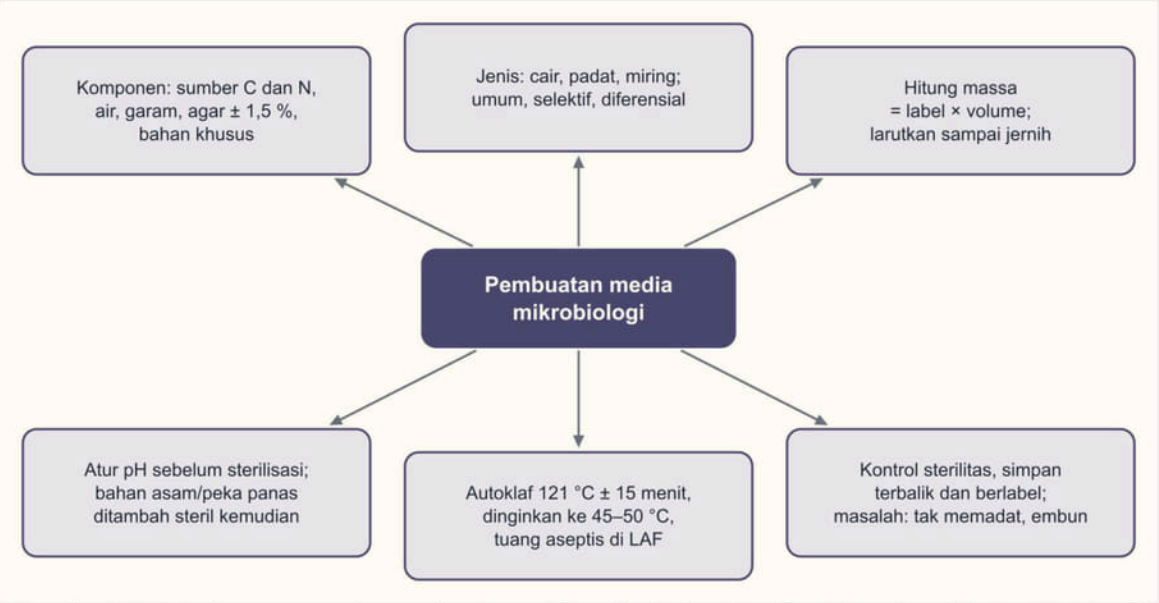
1. **Rentang yang diterima.** 7,0 ± 0,2 berarti 6,8 sampai 7,2.
2. **Batch P (7,60).** Di atas rentang; terlalu basa. Turunkan dengan HCl encer, setetes demi setetes sambil diaduk dan diukur ulang.
3. **Batch Q (6,55).** Di bawah rentang; terlalu asam. Naikkan dengan NaOH encer dengan cara yang sama.
4. **Batch R (7,05).** Sudah di dalam rentang; tidak perlu diubah.
5. **Membuat HCl 0,1 M.** $M_1V_1 = M_2V_2$, sehingga $V_1 = (0{,}1 \times 100) \div 1 = 10$ mL. Isi labu ukur 100 mL dengan kira-kira 60 mL air suling, tambahkan 10 mL HCl 1 M ke dalam air (asam ke dalam air, bukan sebaliknya), lalu tambahkan air sampai tanda tera.

Jawaban: P diturunkan dengan HCl 0,1 M, Q dinaikkan dengan NaOH 0,1 M, R tidak diubah; HCl 0,1 M dibuat dari 10 mL HCl 1 M dalam 100 mL larutan. Cek akal sehat: larutan 0,1 M adalah sepersepuluh dari 1 M, sehingga 10 mL harus diencerkan menjadi 100 mL (10 kali).

❖ PETA KONSEP

Gambar 7.11 merangkum pembuatan media mikrobiologi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 7.11 Peta konsep prosedur pembuatan media mikrobiologi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Komponen media**: sumber karbon, sumber nitrogen (pepton, ekstrak), garam, air suling, agar sekitar 1,5 % untuk media padat, bahan khusus untuk media selektif dan diferensial.
- **Massa serbuk = label (g/L) × volume (L)**; volume = jumlah cawan × isi tiap cawan + cadangan.
- **Urutan**: timbang → larutkan sampai jernih → atur pH → autoklaf → dinginkan 45–50 °C → tuang aseptis → biarkan memadat → uji dan simpan terbalik.
- **pH diatur sebelum sterilisasi**; bahan asam atau peka panas disterilkan terpisah dan ditambahkan secara aseptis setelah media agak dingin.
- **Media tidak memadat**: takaran kurang, agar belum larut, asam + panas, pemanasan berlebihan.
- **Kontrol media** membuktikan media steril; cawan kontrol yang tumbuh berarti ada kontaminasi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal media:

1. **Tentukan apa yang ditanyakan**: urutan, takaran, atau penyebab masalah.
2. **Untuk takaran**, hitung volume total dulu, ubah ke liter, baru kalikan dengan label.
3. **Untuk urutan dan suhu**, ingat titik kunci: pH sebelum sterilisasi, suhu tuang 45–50 °C, cawan terbalik.
4. **Untuk diagnosis**, periksa tiap langkah catatan dan cari satu yang menyimpang.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Media dituang masih sekitar 80 °C** supaya tidak memadat di leher labu; yang benar 45–50 °C.
- **Cawan langsung masuk lemari pendingin** saat media masih cair; yang benar dibiarkan memadat dulu di suhu ruang.
- **Agar tidak larut sempurna** dianggap tidak masalah karena akan "larut di autoklaf".
- **pH diatur setelah sterilisasi** di dalam labu terbuka, padahal sebelumnya.
- **Media diberi antibiotik** untuk mencegah kontaminasi, padahal sumber kontaminasi harus ditemukan dan diperbaiki.
- **Cawan kontrol tidak dibuat**, sehingga kontaminasi tidak terdeteksi.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa menghitung massa serbuk untuk 15 cawan × 20 mL dengan label 28 g/L sebagai 15 × 20 × 28 = 8.400 g. Yang tepat: volume 300 mL = 0,300 L, sehingga massa = 28 × 0,300 = 8,4 g. Satuan label adalah g per liter, jadi volume harus diubah ke liter lebih dulu.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal berikut menguji urutan langkah dan suhu pembuatan media cawan. Pakai bagian 3 (urutan membuat media cawan).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik roti (2026) menyiapkan media agar untuk uji kapang. Rara menyusun urutan kerja pembuatan media cawan dan meminta pembimbingnya memeriksa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah kerja yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Media dituang ketika suhunya masih sekitar 80 °C agar tidak sempat memadat di leher labu.
☐ B. Serbuk media ditimbang sesuai petunjuk label, lalu dilarutkan dalam air suling sambil dipanaskan dan diaduk sampai jernih.
☐ C. Cawan yang baru dituang langsung dimasukkan ke lemari pendingin selagi media masih cair agar cepat memadat.
☐ D. pH media diperiksa dan disesuaikan sebelum media disterilkan dengan autoklaf.
☐ E. Setelah media memadat, cawan disimpan terbalik agar embun tidak menetes ke permukaan agar.

Pembahasan **Kunci: B, D, E**

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pembuatan media: timbang sesuai label → larutkan dengan pemanasan → atur pH → sterilkan (autoklaf) → dinginkan ±45–50 °C → tuang aseptis → biarkan memadat → simpan terbalik dan berlabel.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: media yang terlalu panas menimbulkan banyak embun di tutup cawan dan berbahaya; media dituang pada sekitar 45–50 °C, saat masih cair.
• **Pernyataan 2** ✓ Jumlah sesuai label menghasilkan komposisi yang benar; pemanasan melarutkan agar.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pendinginan mendadak membuat banyak embun dan permukaan agar tidak rata; cawan dibiarkan memadat di suhu ruang lebih dulu.
• **Pernyataan 4** ✓ Penyesuaian pH dilakukan sebelum sterilisasi agar media tidak tercemar setelah steril.
• **Pernyataan 5** ✓ Tetesan embun dapat menyebarkan koloni; posisi terbalik mencegahnya.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

✎ LATIHAN

Untuk tiap soal, cocokkan setiap pernyataan dengan satu langkah pada Gambar 7.9 atau satu penyebab pada Gambar 7.10.

1. Di laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik nata de coco (2026), cawan kontrol (media tanpa sampel) ditumbuhi koloni setelah diinkubasi 2 hari. Catatan kerja: pita indikator autoklaf berubah warna; media didinginkan sampai sekitar 45 °C sebelum dituang; labu media dibiarkan terbuka tanpa sumbat kapas selama 20 menit di meja; penuangan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dilakukan di meja dekat jendela yang terbuka; cawan petri diambil dari bungkus steril yang sudah dibuka dua hari sebelumnya.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Penyebab kontaminasi yang mungkin adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Penuangan di meja dekat jendela terbuka memberi jalan mikroba udara masuk ke cawan.

☐ B. Media tidak diberi antibiotik atau antijamur sehingga mikroba dapat tumbuh di cawan kontrol.

☐ C. Cawan petri dari bungkus yang sudah terbuka dua hari mungkin tidak steril lagi.

☐ D. Media yang didinginkan sampai 45 °C sebelum dituang memberi kesempatan mikroba tumbuh.

☐ E. Labu media yang dibiarkan terbuka 20 menit dapat tercemar mikroba dari udara.

Kunci singkat: 1. A, C, E

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa media agar dituang pada 45–50 °C, bukan pada suhu yang lebih panas atau lebih dingin?
- Mengapa takaran serbuk harus dihitung dari volume dalam liter dan label dalam g per liter?
- **Yang harus kuingat:** massa = label × volume; larutkan sampai jernih; pH sebelum sterilisasi; autoklaf 121 °C ± 15 menit; tuang pada 45–50 °C; memadat di suhu ruang; simpan terbalik; kontrol media menunjukkan kontaminasi.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-7.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab 7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number

SMKKA-7.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi resmi (elemen 7, mikrobiologi) meminta kamu **menerapkan teknik** analisis mikroba secara kuantitatif dan **menganalisis** data hasil uji. Ada dua metode yang harus dikuasai: **Total Plate Count (TPC)**, disebut juga **angka lempeng total (ALT)**, yang menghitung koloni di cawan; dan **Most Probable Number (MPN)**, disebut juga **angka paling mungkin (APM)**, yang memperkirakan jumlah bakteri dari pola tabung positif. Levelnya penerapan sampai penalaran: kamu menghitung, memilih data yang boleh dipakai, lalu mengambil keputusan.

Pola soal yang sering muncul: (1) **menghitung ALT** dari data duplo beberapa pengenceran, dengan aturan rentang 25–250 koloni dan faktor pengenceran (termasuk sampel padat yang diencerkan 10 g dalam 90 mL, serta metode sebar 0,1 mL dan filtrasi membran); (2) **memilih hasil** ketika dua pengenceran masuk rentang atau tidak ada yang masuk rentang; (3) **membaca kombinasi tabung APM** dari uraian atau gambar tabung Durham, lalu mencari nilainya pada tabel; (4) **mengambil langkah lanjut** ketika semua tabung positif atau ketika seri tabung berbeda dari tabel.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyusun pengenceran berseri dan menghitung faktor pengenceranny a;
- menghitung ALT dari data cawan duplo, termasuk metode tuang, sebar, dan filtrasi membran;
- memilih cawan yang boleh dihitung dan melaporkan hasil bila hasilnya di luar rentang;
- menentukan kombinasi tabung APM dan membaca nilainya pada tabel, termasuk bila semua tabung positif atau seri tabungnya berbeda.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Sebuah pabrik mi ingin tahu apakah tepung terigu yang baru datang cukup bersih dari mikroba. Menyatakan "ada bakteri" tidak berguna, karena hampir semua bahan pangan membawa mikroba. Yang diperlukan adalah **jumlahnya**: berapa banyak per gram, lalu apakah jumlah itu memenuhi batas mutu. Mikroba terlalu kecil untuk dihitung langsung, sehingga laboratorium memakai dua akal. Pertama, **menumbuhkan** tiap sel menjadi koloni yang dapat dihitung (TPC). Kedua, **menebar sampel ke banyak tabung** dan menilai berapa tabung yang tumbuh, lalu memperkirakan jumlahnya dengan statistik (MPN).

1. Dua cara menghitung dan satuannya

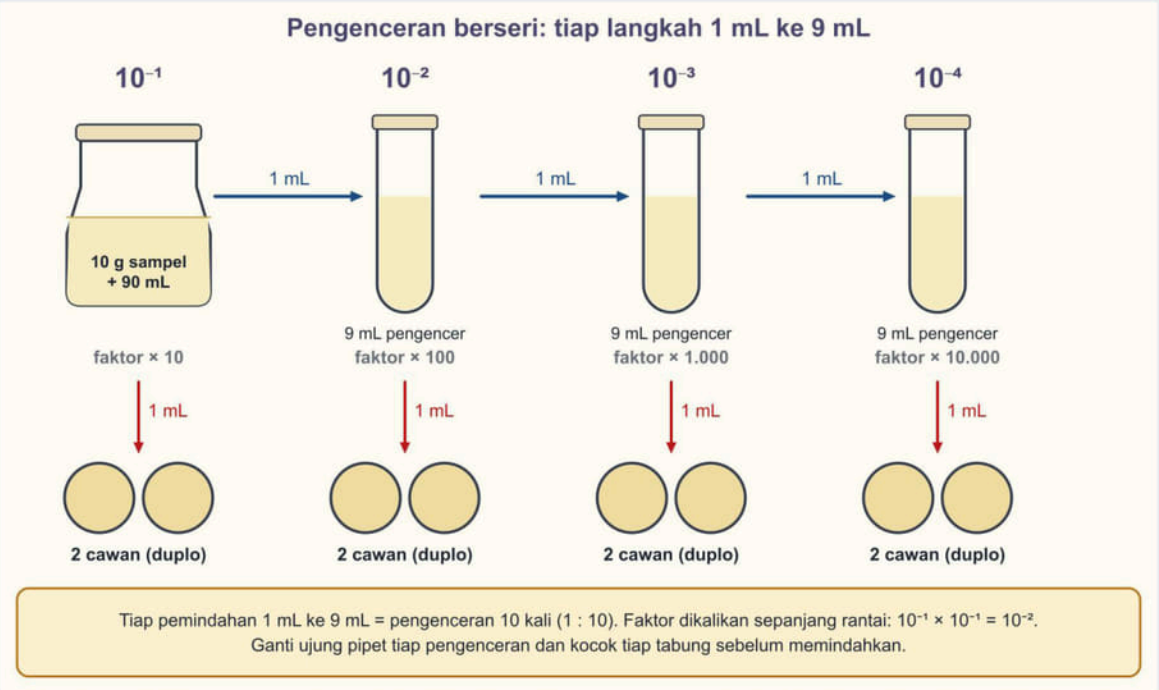
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

TPC/ALT menghitung **koloni**. Satu koloni berasal dari satu **sel** hidup atau sekelompok sel yang menempel, yang tumbuh menjadi gundukan yang tampak. Karena itu hasilnya dinyatakan dalam **koloni per gram** (atau per mililiter), disebut juga *colony forming unit* (CFU), "satuan pembentuk koloni". Hasil itu bukan jumlah sel sebenarnya, tetapi jumlah satuan yang **mampu tumbuh** pada media dan suhu yang dipakai. Sel yang mati atau tidak cocok dengan media tidak terhitung.

MPN/APM tidak menghasilkan koloni yang dihitung. Hasilnya adalah **perkiraan statistik** jumlah bakteri target per 100 mL (atau per gram), dinyatakan dalam "APM/100 mL". MPN dipakai untuk bakteri yang tumbuhnya dinilai dalam media cair, misalnya **koliform**, kelompok bakteri yang menjadi **indikator sanitasi** air dan pangan. Koliform meragikan laktosa membentuk asam dan gas, sehingga mudah dikenali di dalam tabung.

2. Pengenceran berseri

Sampel yang banyak mikrobanya akan menghasilkan ribuan koloni yang menyatu, mustahil dihitung. Karena itu sampel **diencerkan secara bertahap**, hingga tiba pada tingkat pengenceran yang menghasilkan jumlah koloni yang bisa dihitung (Gambar 7.12).



Gambar 7.12 Pengenceran berseri 1 mL ke 9 mL dan penanaman duplo. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Prosedurnya:

1. **Siapkan suspensi awal.** Sampel padat ditimbang (misalnya 10 g) dan dihomogenkan dalam pengencer steril (misalnya 90 mL larutan garam fisiologis atau pengencer lain menurut SOP). Hasilnya **pengenceran 10^{-1}**, yaitu 1 bagian sampel dalam 10 bagian campuran. Sampel cair cukup dipipet (misalnya 1 mL ke 9 mL pengencer) dan hasilnya juga 10^{-1}.
2. **Encerkan bertahap.** Dari suspensi 10^{-1}, pipet 1 mL ke tabung berisi 9 mL pengencer. Hasilnya **10^{-2}**. Dari tabung itu pipet 1 mL ke tabung 9 mL berikutnya: **10^{-3}**, dan seterusnya.
3. **Kocok dan ganti pipet.** Tiap tabung dikocok sebelum dipipet supaya mikroba merata, dan ujung pipet diganti tiap pengenceran supaya tidak ada sisa dari tabung sebelumnya yang terbawa.

Aturan faktornya sederhana. Satu langkah 1 mL ke 9 mL membuat larutan **sepuluh kali lebih encer** (1 : 10). Pengenceran berurutan **dikalikan**: $10^{-1} \times 10^{-1} = 10^{-2}$. **Faktor pengenceran** adalah kebalikannya: pada 10^{-3} faktornya 1.000, pada 10^{-4} faktornya 10.000. Dalam rumus, hasil hitungan **dikalikan** faktor itu, sebab pengenceran mengurangi jumlah mikroba per mL, dan perkalian mengembalikannya ke jumlah sampel awal. Perhatikan juga bahwa "10 g dalam 90 mL" tetap menghasilkan 10^{-1} (10 g dalam 100 g campuran), bukan 1/9.

3. Menanam di cawan: tuang, sebar, dan filtrasi membran

Pengenceran yang dipilih ditanam pada media padat, biasanya **duplo** (dua cawan per pengenceran), supaya ada pembanding.

Metode tuang (*pour plate*). Sebanyak **1 mL** pengenceran dipipet ke cawan petri kosong, lalu dituangi 15–20 mL agar steril yang suhunya 45–50 °C. Cawan diputar perlahan (pola angka 8) supaya sampel tercampur rata, lalu dibiarkan memadat. Koloni tumbuh di dalam dan di permukaan agar. Metode ini cocok untuk volume 1 mL dan bakteri yang tahan suhu 45–50 °C.

Metode sebar (*spread plate*). Agar dituang lebih dulu dan dibiarkan memadat. Sebanyak **0,1 mL** pengenceran diteteskan pada permukaan agar, lalu disebar dengan batang kaca berbentuk L yang steril. Karena yang ditanam hanya 0,1 mL, hasilnya harus **dikalikan 10** (membagi dengan volume tanam 0,1 mL). Koloni tumbuh di permukaan saja, sehingga baik untuk bakteri yang peka terhadap panas agar.

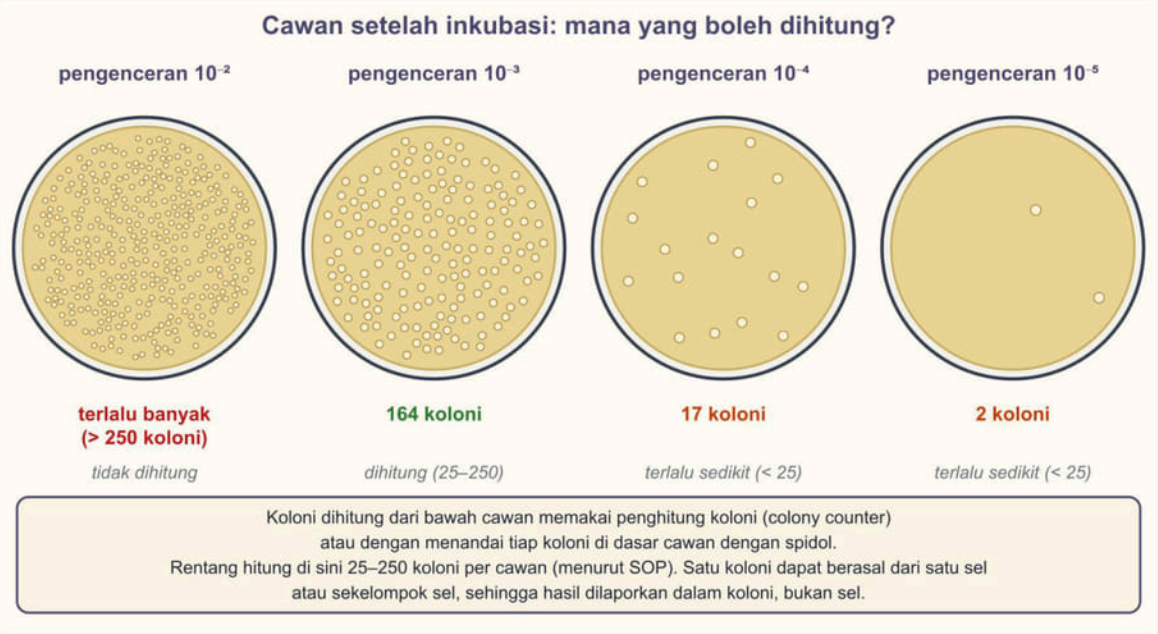
Filtrasi membran (*membrane filtration*). Dipakai untuk cairan encer seperti air minum. Volume air tertentu (misalnya 100 mL) disaring melalui membran yang menahan bakteri. Membran lalu diletakkan di atas media agar dan diinkubasi; koloni tumbuh di permukaan membran. Hasilnya dinyatakan per 100 mL: **koloni per 100 mL = jumlah koloni × 100 ÷ volume yang disaring (mL)**. Misalnya 38 koloni dari 20 mL air = 38 × 100 ÷ 20 = 190 koloni per 100 mL. Membran yang dipilih menurut SOP adalah yang jumlah koloninya berada dalam rentang tertentu (misalnya 20–80).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Setelah penanaman, cawan **diinkubasi terbalik** (tutup di bawah) pada suhu dan waktu menurut SOP. Untuk bakteri umumnya sekitar 35–37 °C selama 24–48 jam; kapang dan khamir pada suhu lebih rendah dan lebih lama.

4. Menghitung koloni dan rentang yang boleh dipakai

Setelah inkubasi, koloni dihitung dari bawah cawan dengan bantuan penghitung koloni atau dengan menandai tiap koloni pada dasar cawan (Gambar 7.13). Semua koloni dihitung, termasuk yang kecil.



Gambar 7.13 Empat cawan pada pengenceran berbeda; hanya cawan dengan 25–250 koloni dihitung. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Mengapa hanya cawan dengan **25–250 koloni** (rentang yang dipakai di buku ini; sebagian standar memakai 30–300 sehingga ikuti SOP) yang dipakai? Bila koloni terlalu **banyak**, koloni berdesakan, saling menyatu, dan bersaing makanan; sebagian tidak sempat tumbuh sehingga hitungan terlalu rendah, selain sulit dihitung. Bila terlalu **sedikit**, satu koloni lebih atau kurang mengubah hasil secara besar, sehingga hasilnya tidak teliti. Rentang itu adalah kompromi antara ketelitian dan kemudahan hitung.

5. Rumus ALT

Hasil dihitung dari rata-rata koloni pada cawan yang masuk rentang:

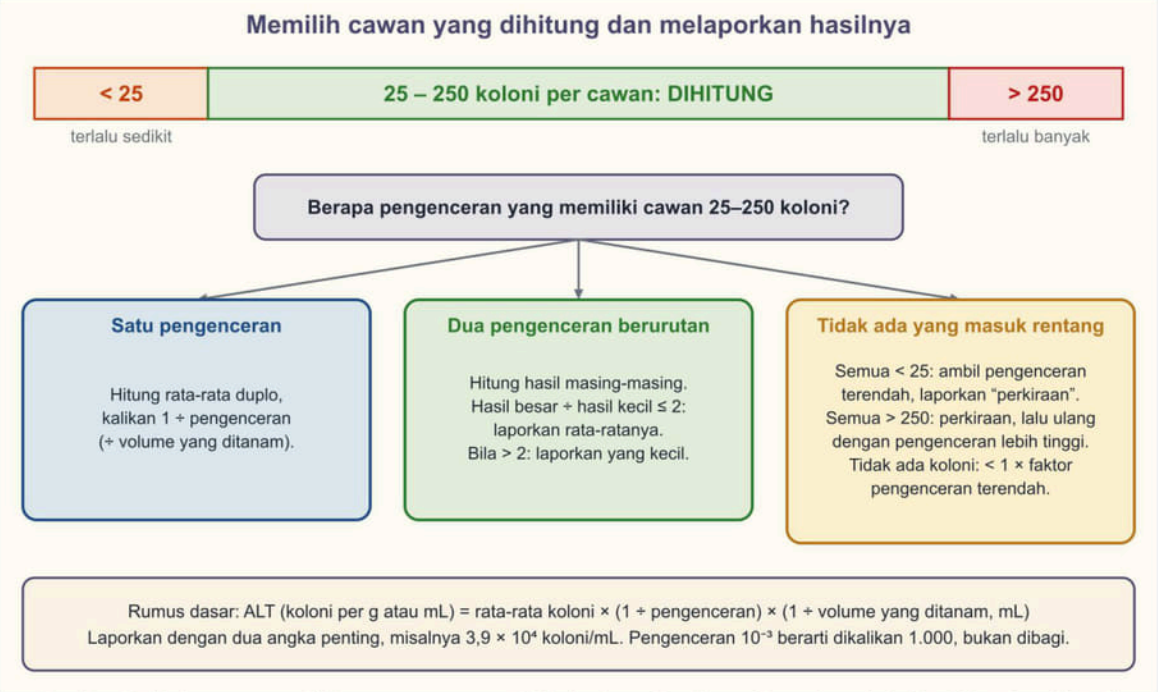
ALT (koloni/g atau koloni/mL) = rata-rata koloni × (1 ÷ pengenceran) × (1 ÷ volume yang ditanam, mL)

Contoh pada metode tuang 1 mL: dua cawan pengenceran 10^{-3} menghasilkan 52 dan 48 koloni. Rata-ratanya 50; faktor pengenceran $1 \div 10^{-3} = 1.000$; volume 1 mL tidak mengubah. ALT = $50 \times 1.000 = 5{,}0 \times 10^{4}$ koloni/mL. Hasil dilaporkan dengan **dua angka penting** dan dalam bentuk bilangan pokok sepuluh. Pada metode sebar 0,1 mL, hasilnya masih dikalikan lagi 10.

6. Memilih cawan dan melaporkan hasil

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Satu pengenceran yang masuk rentang tidak menimbulkan masalah. Yang sering menjadi soal adalah bila lebih dari satu atau tidak ada. Gambar 7.14 merangkum aturannya.



Gambar 7.14 Aturan memilih cawan menurut SOP latihan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

- **Dua pengenceran berurutan masuk rentang.** Hitung ALT dari tiap pengenceran. Bagi hasil yang **lebih besar** dengan yang **lebih kecil**. Bila rasionya **≤ 2**, laporkan **rata-rata** kedua hasil. Bila rasionya **> 2**, laporkan hasil yang **lebih kecil**, karena perbedaan sebesar itu menunjukkan salah satu cawan tidak andal. Contoh: pengenceran 10^{-2} memberi rata-rata 176 koloni (17.600), dan 10^{-3} memberi 29 koloni (29.000). Rasio = 29.000 ÷ 17.600 ≈ 1,65, yaitu ≤ 2, sehingga hasilnya rata-rata (17.600 + 29.000) ÷ 2 = 23.300 = 2,3 × 10^4.
- **Semua cawan kurang dari 25 koloni.** Ambil cawan pengenceran terendah, hitung ALT, dan laporkan sebagai **perkiraan**, bukan hasil pasti.
- **Semua cawan lebih dari 250 koloni.** Cawan "terlalu banyak untuk dihitung" (TBUD). Bila perlu ada perkiraan, laporkan sebagai perkiraan, tetapi sebaiknya uji diulang dengan pengenceran yang lebih tinggi.
- **Tidak ada koloni.** Laporkan sebagai **kurang dari 1 kali faktor pengenceran terendah**, misalnya "< 1 × 10^1" bila pengenceran terendah 10^{-1}.

7. Kontrol dan mutu

Hasil ALT hanya dipercaya bila **cawan kontrol** bersih. Kontrol meliputi **kontrol media** (media tanpa sampel), **kontrol pengencer** (pengencer tanpa sampel), dan **kontrol udara** (cawan terbuka beberapa menit di tempat kerja). Bila ada koloni di cawan kontrol, penyebab harus ditemukan lebih dulu. Duplo dipakai untuk mendeteksi kesalahan kerja: dua cawan dari pengenceran yang sama seharusnya bernilai berdekatan.

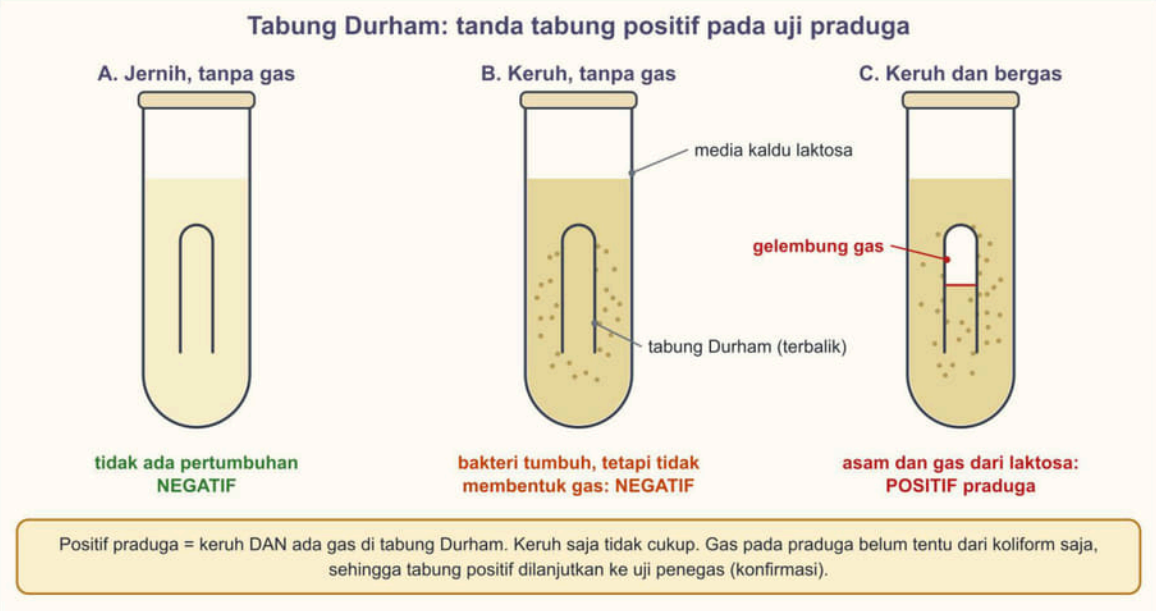
8. MPN: mengapa dan bagaimana

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tidak semua bakteri mudah dihitung sebagai koloni. Untuk koliform dalam air, dipakai cara lain: sampel ditanam dalam banyak tabung berisi media cair. Idenya mudah dibayangkan dengan analogi menabur biji di banyak pot. Bila biji ditabur dengan padat, semua pot tumbuh. Bila ditabur jarang, hanya sebagian pot tumbuh, dan makin jarang tabur, makin banyak pot kosong. Dari **berapa pot yang tumbuh** pada tiap kepadatan tabur, kepadatan biji dapat diperkirakan. Dalam MPN, "biji" adalah bakteri, "pot" adalah tabung, dan tabung "tumbuh" bila **positif**.

Pengujian koliform melalui dua tahap:

1. **Uji praduga** (*presumptive test*). Sampel dimasukkan ke tabung berisi media kaldu laktosa dengan **tabung Durham**, yaitu tabung kecil terbalik di dalamnya untuk menangkap gas (Gambar 7.15). Tabung diinkubasi (umumnya sekitar 35–37 °C, 24 jam, menurut SOP). Tabung **positif** bila media **keruh dan** ada gas di tabung Durham. Tabung yang belum bergas diinkubasi lagi sampai 48 jam; hanya yang tetap tanpa gas dinyatakan negatif. Keruh saja tidak cukup: bakteri lain dapat membuat media keruh tanpa membentuk gas.
2. **Uji penegas** (*confirmed test*). Gas yang terbentuk pada uji praduga tidak selalu berasal dari koliform. Karena itu setiap tabung positif dipindahkan ke media yang lebih selektif (misalnya kaldu hijau brilian laktosa empedu) dan diinkubasi. Tabung yang bergas lagi dinyatakan positif koliform. Untuk membedakan koliform tinja (*E. coli*), ada uji lanjutan pada suhu sekitar 44 °C. **Nilai APM dibaca dari tabung yang terkonfirmasi**, bukan dari uji praduga saja.



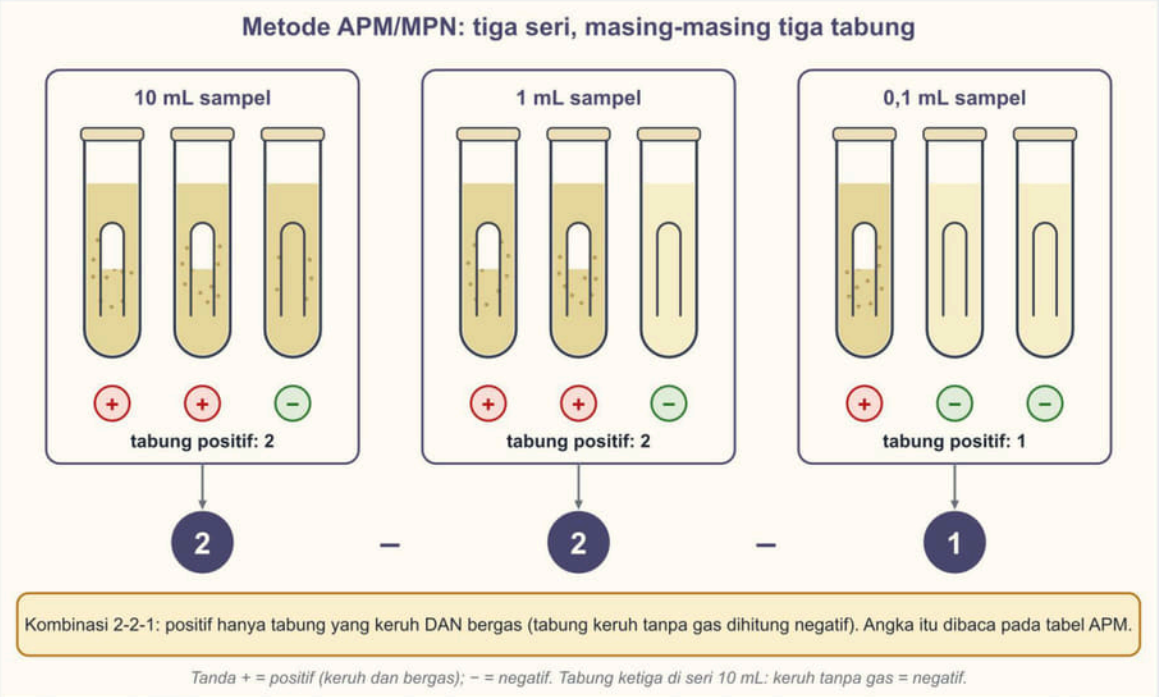
Gambar 7.15 Tiga keadaan tabung: jernih (negatif), keruh tanpa gas (negatif), keruh dan bergas (positif praduga). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Seri tabung dan kode kombinasi

Satu uji APM memakai beberapa **seri**, tiap seri berisi beberapa tabung dengan volume sampel yang berbeda. Susunan paling umum adalah **tiga seri, masing-masing tiga tabung**, dengan volume sampel **10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL** per tabung (Gambar 7.16). Makin kecil volumenya, makin sedikit bakteri yang masuk, sehingga makin sedikit tabung yang positif.

Setelah inkubasi dan konfirmasi, hitung jumlah tabung positif pada tiap seri, berurutan dari volume **terbesar** ke **terkecil**. Tulis tiga angka itu sebagai **kode kombinasi**. Misalnya 2 tabung positif pada seri 10 mL, 2 pada 1 mL, dan 1 pada 0,1 mL menghasilkan **kombinasi 2-2-1**. Angka pertama selalu dari volume terbesar.



Gambar 7.16 Tiga seri masing-masing tiga tabung dan kombinasinya (tabung keruh tanpa gas dihitung negatif). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Membaca tabel APM

Nilai APM tidak dihitung dengan rumus sederhana; ia diperoleh dari **tabel APM** yang disusun dengan statistik untuk setiap kombinasi tabung. Cari kode kombinasi, lalu baca nilainya (Gambar 7.17). Satuan tabel untuk seri 10, 1, 0,1 mL adalah **APM per 100 mL** sampel.

Kutipan tabel APM: tiga seri tiga tabung (10 mL; 1 mL; 0,1 mL)

Kombinasi	APM / 100 mL	Kombinasi	APM / 100 mL	Kombinasi	APM / 100 mL
0-0-0	< 3	2-0-1	14	3-1-1	75
0-0-1	3	2-1-0	15	3-2-0	93
0-1-0	3	2-1-1	20	3-2-1	150
1-0-0	4	2-2-0	21	3-3-0	240
1-0-1	7	2-2-1	28	3-3-1	460
1-1-0	7	3-0-0	23	3-3-2	1.100
1-1-1	11	3-0-1	39	3-3-3	> 1.100
2-0-0	9	3-1-0	43		

Sorotan: 2-1-1 = 20 dan 3-1-1 = 75 dipakai pada contoh terselesaikan; 3-3-3 = tidak dapat dihitung pasti.

Ini hanya kutipan. Pakai tabel APM lengkap dari SOP atau lembar standar laboratorium, dan pastikan volume seri tabel (10; 1; 0,1 mL) sama dengan volume seri yang dipakai. Bila seri tabung berbeda, nilai tabel dikalikan faktor pengencerannya.

Gambar 7.17 Kutipan tabel APM untuk tiga seri tiga tabung (10; 1; 0,1 mL); tabel lengkap ada di SOP atau lembar standar laboratorium. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ada beberapa hal yang sering diuji pada pembacaan tabel.

Seri yang berbeda dari tabel. Bila volume tiap tabung berbeda dari 10; 1; 0,1 mL, nilai tabel disesuaikan. Karena bakteri per mL sampel tetap sama, volume yang lebih kecil membuat nilai tabel menjadi lebih besar. Aturannya: **nilai sebenarnya = nilai tabel × (1 ÷ volume tengah seri yang dipakai, dalam mL)**. Volume tengah seri tabel adalah 1 mL. Bila seri yang dipakai 1; 0,1; 0,01 mL, volume tengahnya 0,1 mL, sehingga nilai tabel dikalikan 10. Bila volumenya 10 kali lebih besar (100; 10; 1 mL), nilai tabel dibagi 10.

Lebih dari tiga seri. Jika sampel diencerkan sampai empat atau lima tingkat, pilih **tiga seri berurutan**: seri yang **semua tabungnya positif dengan volume terkecil**, ditambah **dua seri berikutnya** (yang lebih encer). Seri yang lebih pekat dibuang dari perhitungan. Misalnya hasil 3, 3, 1, 0 pada empat seri: seri terakhir yang semua positif adalah seri kedua, dan dua seri berikutnya bernilai 1 dan 0, sehingga kombinasinya **3-1-0**, bukan 3-3-1.

Semua tabung positif (3-3-3). Tabel hanya mencantumkan "lebih dari" nilai tertentu (di tabel kutipan: > 1.100). Itu bukan hasil pasti: kepadatan bakteri sebenarnya bisa sedikit di atas atau jauh di atas angka itu. Pengujian diulang dengan **pengenceran yang lebih tinggi** (volume lebih kecil) supaya ada tabung negatif pada seri terakhir. Kombinasi 0-0-0 juga bukan nol, tetapi "kurang dari" nilai terkecil tabel.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Pelaporan. Tulis nilai dengan satuannya, misalnya "20 APM/100 mL". Ingat bahwa APM adalah perkiraan statistik, sehingga selisih kecil antara dua kombinasi yang berdekatan tidak selalu bermakna.

11. Memilih metode dan membatasi kesalahan

Kapan memakai TPC dan kapan MPN? TPC cocok bila yang ingin diketahui adalah **seluruh mikroba yang dapat tumbuh** pada media umum, misalnya pada makanan olahan, dan bila mikroba tumbuh baik sebagai koloni terpisah. MPN cocok bila sasarannya **kelompok tertentu** yang dikenali dari reaksi di media cair (koliform membentuk gas dari laktosa), atau bila sampelnya sangat encer dan pencemarnya sedikit seperti air minum. Filtrasi membran cocok untuk air yang sangat bersih karena dapat menyaring volume besar sehingga mikroba yang jarang pun tertangkap.

Hasil kedua metode dipengaruhi oleh kerja teknisi. Beberapa kebiasaan penting untuk mengurangi kesalahan:

- **Bekerja aseptis**: semua alat dan media steril, pekerjaan di LAF atau ruang bersih, ujung pipet diganti tiap pengenceran. Kesalahan di sini membuat hasil terlalu tinggi.
- **Sampel dihomogenkan dengan baik** sebelum diencerkan dan dianalisis segera setelah diambil (atau disimpan dingin menurut SOP). Mikroba dapat berkembang biak di dalam sampel yang dibiarkan hangat, sehingga hasil meningkat tanpa sebab yang nyata.
- **Pipet dan labu yang dikalibrasi** dipakai untuk pengenceran, karena kesalahan volume ikut terkalikan pada setiap tingkat pengenceran.
- **Suhu dan waktu inkubasi** dicatat dan dijaga sesuai SOP; suhu yang terlalu rendah atau waktu yang terlalu singkat membuat sebagian mikroba belum tampak.
- **Biakan dan cawan bekas dibuang secara aman**: cawan yang berisi biakan diautoklaf dahulu sebelum dibuang atau dicuci, karena mengandung mikroba hidup.

Dengan kebiasaan ini, hasil analisis dapat ditelusuri dan diulang oleh orang lain, yang merupakan inti dari mutu data laboratorium.

CONTOH TERSELESAIKAN

Contoh 1: ALT dari dua pengenceran yang rasionya lebih dari 2

Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik mi menguji ALT terigu dengan metode tuang 1 mL, duplo. Sebanyak 10 g terigu dihomogenkan dalam 90 mL pengencer (10^{-1}), lalu diencerkan bertahap 1 mL ke 9 mL. SOP latihan: hitung cawan 25–250 koloni; bila dua pengenceran berurutan masuk rentang, bagi hasil besar dengan hasil kecil; bila rasionya ≤ 2 laporkan rata-rata, bila > 2 laporkan hasil yang lebih kecil. Data koloni (cawan 1 dan 2): 10^{-2}: lebih dari 250 pada kedua cawan; 10^{-3}: 240 dan 232; 10^{-4}: 62 dan 58; 10^{-5}: 6 dan 4. Tentukan ALT yang dilaporkan. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Pilih cawan.** 10^{-2} > 250, tidak dihitung. 10^{-5} (6 dan 4) < 25, tidak dihitung. Dua pengenceran berurutan masuk rentang: 10^{-3} dan 10^{-4}.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. **Hitung 10^{-3}.** Rata-rata (240 + 232) ÷ 2 = 236. ALT = 236 × 1.000 = 2,36 × 10^5 koloni/g.
3. **Hitung 10^{-4}.** Rata-rata (62 + 58) ÷ 2 = 60. ALT = 60 × 10.000 = 6,0 × 10^5 koloni/g.
4. **Rasio.** 6,0 × 10^5 ÷ 2,36 × 10^5 ≈ 2,54, yaitu > 2.
5. **Pilih hasil.** Laporkan yang lebih kecil: 2,36 × 10^5, dibulatkan dua angka penting menjadi 2,4 × 10^5.

Jawaban: ALT = 2,4 × 10^5 koloni/g. Cek akal sehat: hasil dua pengenceran seharusnya berdekatan bila semuanya baik; selisih lebih dari dua kali menunjukkan ada yang tidak andal, dan SOP memilih yang lebih kecil. Bila keduanya dirata-ratakan (4,2 × 10^5), jawabannya akan melanggar aturan rasio.

Contoh 2: ALT metode sebar 0,1 mL

Pada 2027, sebuah pabrik gula aren menguji ALT gula bubuk dengan metode sebar. Sebanyak 25 g sampel dihomogenkan dalam 225 mL pengencer (10^{-1}), lalu 1 mL dipindahkan ke 9 mL pengencer (10^{-2}). Dari tabung 10^{-2}, 0,1 mL disebar pada tiap cawan (duplo): 134 dan 118 koloni. Kedua cawan masuk rentang 25–250. Tentukan ALT per gram dengan dua angka penting. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Pengenceran.** 25 g + 225 mL = 1 : 10 (10^{-1}). Lalu 1 mL ke 9 mL, total 10^{-2}. Faktor = 100.
2. **Rata-rata.** (134 + 118) ÷ 2 = 126 koloni.
3. **Volume tanam.** Hanya 0,1 mL ditanam, sehingga dikalikan 1 ÷ 0,1 = 10.
4. **Hitung.** ALT = 126 × 100 × 10 = 126.000 = 1,26 × 10^5.
5. **Bulatkan.** Dua angka penting: 1,3 × 10^5 koloni/g.

Jawaban: 1,3 × 10^5 koloni/g. Cek akal sehat: satu cawan dari 0,1 mL pada pengenceran 10^{-2} mewakili 0,1 × 10^{-2} = 10^{-3} mL pada sampel awal; 126 koloni per 10^{-3} g setara 1,26 × 10^5 per g. Bila volume tanam terlupa, hasilnya 1,3 × 10^4, sepuluh kali terlalu kecil.

Contoh 3: hasil di luar rentang dan merancang pengenceran lanjutan

Pada 2026, sebuah pabrik saus menguji ALT saus sambal dengan metode tuang 1 mL, duplo. Sampel diencerkan 10^{-1}, lalu 10^{-2}. Pada 10^{-1} kedua cawan "terlalu banyak untuk dihitung". Pada 10^{-2}: 410 dan 388 koloni. Tentukan hasil perkiraan, lalu rencanakan pengenceran untuk pengulangan agar cawan masuk rentang 25–250. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Nilai hasil.** Semua cawan di atas 250, sehingga tidak ada hasil pasti. Hanya perkiraan: rata-rata (410 + 388) ÷ 2 = 399 pada 10^{-2}, sehingga 399 × 100 = 3,99 × 10^4, kira-kira 4,0 × 10^4 koloni/g (**perkiraan**).
2. **Rancang pengenceran.** Misalkan jumlah sebenarnya sekitar N = 4,0 × 10^4 koloni/g. Cawan dengan pengenceran d menghasilkan sekitar N × d koloni. Agar 25 ≤ N × d ≤ 250, d harus berada di antara 25 ÷ (4,0 × 10^4) ≈ 6,3 × 10^{-4} dan 250 ÷ (4,0 × 10^4) ≈ 6,3 × 10^{-3}.
3. **Cocokkan dengan pengenceran yang ada.** Pengenceran 10^{-2} memberi sekitar 400 koloni (terlalu banyak). Pengenceran 10^{-3} memberi sekitar 40 koloni (masuk rentang). Pengenceran 10^{-4} memberi sekitar 4 koloni (terlalu sedikit).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. **Putuskan.** Ulangi dengan menanam 10^{-3} sebagai pengenceran utama. Karena angka cawan yang padat hanya kasar, tanam juga 10^{-4} dan 10^{-5} sebagai pengaman, atau pilih 10^{-3} dan satu tingkat di sekitarnya.

Jawaban: hasil sementara $4{,}0 \times 10^{4}$ koloni/g (perkiraan); uji diulang dengan pengenceran 10^{-3} (± 40 koloni) sebagai tumpuan. Cek akal sehat: tiap tambahan pengenceran 10 kali mengurangi jumlah koloni 10 kali, jadi dari 400 pada 10^{-2} mudah ditebak 40 pada 10^{-3}, yaitu masuk rentang.

Contoh 4: menentukan APM dari uji praduga dan penegas

Pada 2027, laboratorium sebuah depot air isi ulang menguji koliform air baku dengan APM tiga seri tabung (10; 1; 0,1 mL). Uji praduga: seri 10 mL, dua tabung keruh bergas dan satu tabung keruh tanpa gas; seri 1 mL, dua tabung keruh bergas dan satu jernih; seri 0,1 mL, satu tabung keruh bergas dan dua jernih. Uji penegas dari tabung bergas: seri 10 mL, kedua tabung bergas lagi; seri 1 mL, hanya satu yang bergas; seri 0,1 mL, tabung itu bergas. Batas air baku menurut SOP latihan 50 APM/100 mL. Tentukan nilai APM dan keputusannya. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

1. **Praduga.** Tabung positif = keruh dan bergas. Seri 10 mL: 2 (tabung keruh tanpa gas tidak dihitung); seri 1 mL: 2; seri 0,1 mL: 1. Kombinasi praduga 2-2-1.
2. **Penegas.** Hanya tabung positif praduga yang diuji. Seri 10 mL: 2 terkonfirmasi; seri 1 mL: 1 terkonfirmasi (satu tabung tidak bergas); seri 0,1 mL: 1 terkonfirmasi.
3. **Kombinasi.** 2-1-1.
4. **Baca tabel.** Pada Gambar 7.17, 2-1-1 = 20 APM/100 mL.
5. **Bandingkan batas.** 20 ≤ 50, jadi memenuhi batas latihan.

Jawaban: 20 APM/100 mL (kombinasi 2-1-1), memenuhi batas 50 APM/100 mL. Cek akal sehat: bila nilai dibaca dari praduga (2-2-1 = 28), hasilnya lebih besar karena ada tabung yang bergas tetapi bukan koliform; jadi nilai yang benar mengikuti penegas. Selisih 28 dan 20 masih di bawah batas, tetapi keputusan tetap harus memakai nilai terkonfirmasi.

Contoh 5: APM sampel padat dengan empat seri

Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik sosis menguji koliform dengan APM pada sampel padat. Sebanyak 10 g sampel dihomogenkan dalam 90 mL pengencer (10^{-1}), lalu diencerkan bertahap 1 mL ke 9 mL sampai 10^{-4}. Dari tiap tingkat (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}), 1 mL dipindahkan ke masing-masing tiga tabung (jadi tabung mendapat 0,1; 0,01; 0,001; dan 0,0001 g sampel). Tabung positif terkonfirmasi: 3, 3, 1, 1. Tabel APM yang dipakai disusun untuk seri 10; 1; 0,1 (per 100 mL atau 100 g). Tentukan APM per gram. *(Kasus fiktif; angka menurut SOP latihan.)*

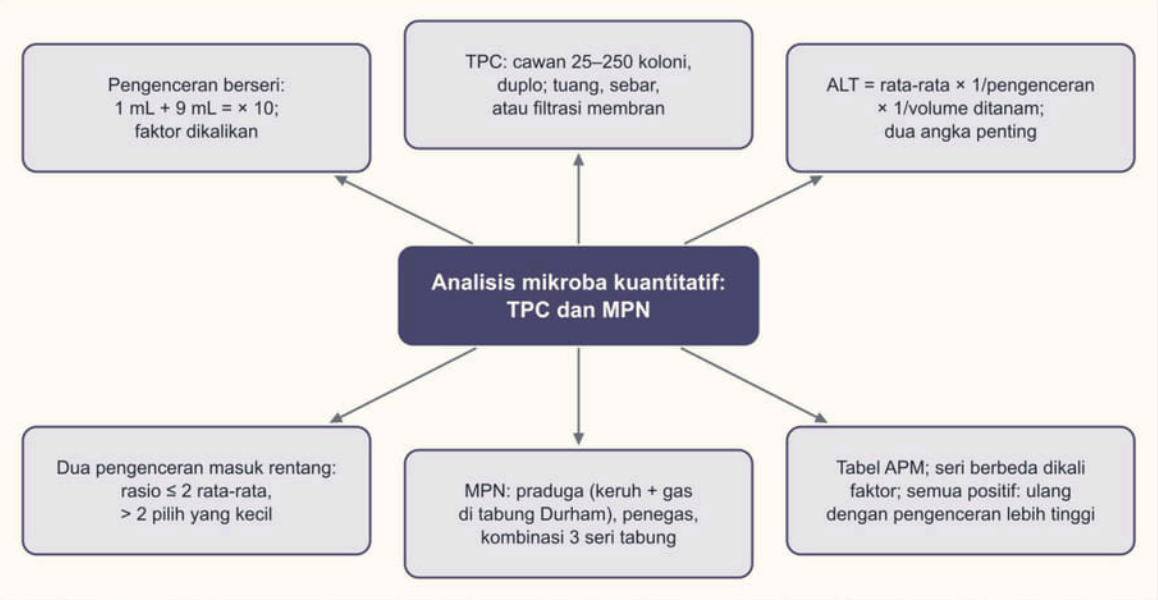
1. **Pilih tiga seri.** Seri terakhir yang semua tabungnya positif adalah 10^{-2} (3 dari 3). Dua seri berikutnya: 10^{-3} (1) dan 10^{-4} (1). Kombinasi **3-1-1**; seri 10^{-1} tidak dipakai.
2. **Baca tabel.** 3-1-1 = 75 per 100 (mL atau g) untuk seri 10; 1; 0,1.
3. **Sesuaikan seri.** Seri yang dipakai: 0,01; 0,001; 0,0001 g. Volume tengahnya 0,001 g. Nilai tabel dikalikan 1 ÷ 0,001 = 1.000: 75 × 1.000 = 75.000 per 100 g.
4. **Ubah ke per gram.** 75.000 ÷ 100 = 750 per g.
5. **Tulis hasil.** $7{,}5 \times 10^{2}$ APM/g.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: 750 APM/g ($7{,}5 \times 10^2$ APM/g). Cek akal sehat: dengan 750 per g, tabung 0,01 g mengandung rata-rata 7,5 bakteri (semuanya positif: cocok), tabung 0,001 g sekitar 0,75 (kira-kira satu dari tiga positif: cocok). Bila kombinasi 3-3-1 yang dipakai (salah memilih seri), hasilnya jauh lebih besar dan tidak sesuai dengan pola tabung.

❖ PETA KONSEP

Gambar 7.18 merangkum analisis mikroba kuantitatif.



Gambar 7.18 Peta konsep analisis mikroba kuantitatif TPC dan MPN. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang harus kamu ingat:

- **Pengenceran berseri**: 1 mL + 9 mL = ×10; faktor dikalikan; 10 g + 90 mL = 10^{-1}.
- **TPC/ALT**: dihitung dari cawan 25–250 koloni (duplo); **ALT = rata-rata × 1/pengenceran × 1/volume tanam (mL)**; dua angka penting; sebar 0,1 mL berarti × 10.
- **Dua pengenceran masuk rentang**: rasio ≤ 2 rata-rata, > 2 pilih yang lebih kecil. Semua < 25 atau > 250: "perkiraan"; tidak ada koloni: "< 1 × faktor terendah".
- **Filtrasi membran**: koloni × 100 ÷ volume (mL) = koloni per 100 mL.
- **MPN/APM**: praduga (keruh dan gas di tabung Durham) lalu penegas; **kode kombinasi** dari volume terbesar; nilai dari **tabel**; dibaca dari tabung terkonfirmasi.
- **Seri berbeda**: nilai tabel × 1/volume tengah; **lebih dari tiga seri**: seri semua-positif terkecil + dua seri berikutnya; **3-3-3** → ulangi dengan pengenceran lebih tinggi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab soal ALT:

1. **Tulis faktor pengenceran** dari uraian prosedur (10 g dalam 90 mL = 10^{-1}; tiap 1 mL ke 9 mL = ×10).
2. **Coret cawan** di luar 25–250 koloni.
3. **Hitung rata-rata duplo**, lalu kalikan faktor pengenceran dan 1 ÷ volume tanam.
4. **Bila dua pengenceran masuk rentang**, bandingkan rasionya, lalu bulatkan sesuai angka penting.

Langkah menjawab soal APM:

1. **Tentukan tabung positif** (keruh DAN gas; yang terkonfirmasi bila ada penegas).
2. **Tulis kombinasi** dari volume terbesar, pilih tiga seri bila lebih dari tiga.
3. **Baca tabel** dan sesuaikan bila seri berbeda; periksa apakah semua tabung positif.

Jebakan yang sering dipasang:

- **Cawan di luar rentang ikut dihitung**, atau dua pengenceran dirata-ratakan tanpa memeriksa rasio.
- **Pengenceran dikalikan**, bukan dibagi: 10^{-3} berarti kalikan 1.000.
- **Volume tanam 0,1 mL dilupakan**, atau dipakai untuk membagi, padahal hasilnya dikali 10.
- **"10 g dalam 90 mL" dianggap 1 : 9** padahal 10^{-1}.
- **Tabung keruh tanpa gas dianggap positif**, atau gas pada praduga dianggap pasti koliform.
- **Seri yang dipilih salah**: mengambil tiga seri pertama padahal yang dipakai adalah seri semua-positif terkecil + dua seri berikutnya.
- **3-3-3 dilaporkan sebagai nilai pasti** atau dianggap memenuhi batas, padahal harus diulang dengan pengenceran lebih tinggi.
- **Nilai tabel dipakai apa adanya** padahal seri tabung berbeda.

> Contoh salah tafsir: Seorang siswa mendapat tabung positif 3, 3, 1, 0 pada empat seri dan menulis kombinasi 3-3-1 karena mengambil tiga seri pertama. Yang tepat: seri terakhir yang semua tabungnya positif adalah seri kedua, sehingga tiga seri yang dipakai adalah seri kedua sampai keempat, yaitu 3-1-0.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Dua soal berikut mewakili dua metode. Soal pertama menguji ALT dari data duplo dengan aturan rentang 25–250 koloni (pakai bagian 4–6). Soal kedua menguji pembacaan kombinasi tabung APM (pakai bagian 8–10).

►. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik minuman sari buah (2027) menguji angka lempeng total (ALT) sampel dengan metode tuang, 1 mL per cawan, duplo. SOP: hanya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

cawan dengan 25–250 koloni yang dihitung; hasil = rata-rata koloni × kebalikan pengenceran, dilaporkan dengan dua angka penting.

Pengenceran	Cawan 1	Cawan 2
10^{-2}	268	255
10^{-3}	41	37
10^{-4}	5	3

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

ALT sampel yang dilaporkan adalah ....

A. $3{,}9 \times 10^{3}$ koloni/mL
B. $2{,}6 \times 10^{4}$ koloni/mL
C. $3{,}3 \times 10^{4}$ koloni/mL
D. $3{,}9 \times 10^{4}$ koloni/mL
E. $3{,}9 \times 10^{5}$ koloni/mL

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: Metode tuang: koloni yang dihitung hanya dari cawan dalam rentang hitung. ALT = rata-rata koloni × (1 ÷ pengenceran).

Langkah:

1. 10^{-2}: 268 dan 255 > 250 → tidak dihitung.
2. 10^{-4}: 5 dan 3 < 25 → tidak dihitung.
3. 10^{-3}: rata-rata (41 + 37) ÷ 2 = 39.
4. ALT = $39 \times 10^{3} = 3{,}9 \times 10^{4}$ koloni/mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pangkat salah: 39 dikalikan 10^{2} (atau rata-rata ditulis $3{,}9 \times 10^{3}$).
- **B.** ✗ Jebakan: memakai pengenceran 10^{-2} yang koloninya melebihi 250.
- **C.** ✗ Jebakan: merata-ratakan hasil 10^{-2} dan 10^{-3}, padahal 10^{-2} di luar rentang hitung.
- **D.** ✓ $39 \times 10^{3} = 3{,}9 \times 10^{4}$ koloni/mL.
- **E.** ✗ Pangkat salah: dikalikan 10^{4}.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

►. Laboratorium mikrobiologi sebuah depot air minum (2026) menguji koliform dengan metode APM tiga seri tabung (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL sampel; masing-masing 3 tabung). Tabung positif bila media keruh dan terbentuk gas di tabung Durham. Hasil: seri 10 mL, ketiga tabung keruh dan bergas; seri 1 mL, dua tabung keruh tetapi hanya satu yang bergas; seri 0,1 mL, satu tabung keruh tanpa gas. Kutipan tabel APM laboratorium (per 100 mL): 2-1-0 = 15; 3-1-0 = 43; 3-1-1 = 75; 3-2-0 = 93; 3-2-1 = 150.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai APM yang dilaporkan adalah ....

A. 15 APM/100 mL
B. 43 APM/100 mL
C. 75 APM/100 mL
D. 93 APM/100 mL
E. 150 APM/100 mL

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: APM (Most Probable Number) memakai kombinasi jumlah tabung positif tiap seri, lalu nilainya dibaca dari tabel. Pada uji praduga koliform, tabung positif = keruh + gas.

Langkah:
1. Seri 10 mL: 3 positif.
2. Seri 1 mL: hanya 1 tabung bergas → 1 positif.
3. Seri 0,1 mL: keruh tanpa gas → 0 positif.
4. Kombinasi 3-1-0 → 43 APM/100 mL.

Analisis setiap opsi:
- **A.** ✗ Kombinasi 2-1-0 tidak sesuai; seri 10 mL ketiganya positif.
- **B.** ✓ Kombinasi 3-1-0 = 43 APM/100 mL.
- **C.** ✗ Jebakan: tabung keruh tanpa gas di seri 0,1 mL dihitung positif (3-1-1).
- **D.** ✗ Jebakan: kedua tabung keruh di seri 1 mL dihitung positif (3-2-0).
- **E.** ✗ Semua tabung keruh dihitung positif (3-2-1).

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

Untuk soal ALT, tulis dulu faktor pengenceran dan volume tanam; untuk soal APM, tulis dulu tabung yang positif pada tiap seri.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

1. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik bumbu bubuk (2027) menguji ALT sampel dengan metode sebar. Sampel diencerkan sampai 10^{-3} (dihitung terhadap gram sampel), lalu 0,1 mL dari pengenceran itu disebarkan di permukaan agar. Cawan yang memenuhi rentang hitung berisi 156 koloni. Hasil dilaporkan per gram dengan dua angka penting.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
ALT sampel tersebut adalah ....

A. $1{,}6 \times 10^{2}$ koloni/g
B. $1{,}6 \times 10^{4}$ koloni/g
C. $1{,}6 \times 10^{5}$ koloni/g
D. $1{,}6 \times 10^{6}$ koloni/g
E. $1{,}6 \times 10^{7}$ koloni/g

2. Laboratorium sebuah pabrik nugget ayam (2027) menguji ALT. Sebanyak 10 g sampel dihaluskan dalam 90 mL larutan pengencer. Dari suspensi itu, 1 mL dipindahkan ke 9 mL pengencer; lalu dari tabung itu 1 mL dipindahkan lagi ke 9 mL pengencer. Sebanyak 1 mL dari tabung terakhir ditanam secara tuang pada dua cawan, menghasilkan 87 dan 93 koloni.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
ALT sampel nugget adalah ....

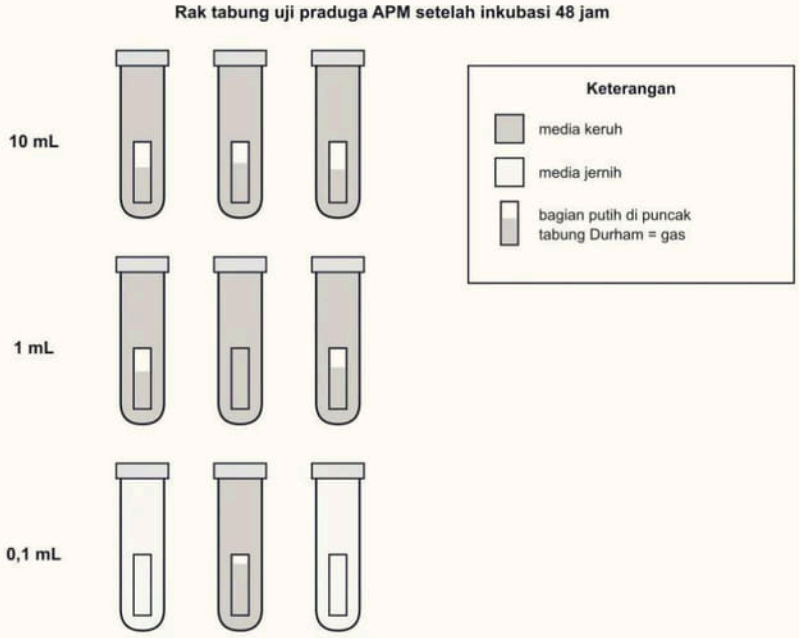
A. $9{,}0 \times 10^{5}$ koloni/g
B. $9{,}0 \times 10^{4}$ koloni/g
C. $8{,}1 \times 10^{4}$ koloni/g
D. $9{,}0 \times 10^{3}$ koloni/g
E. $9{,}0 \times 10^{2}$ koloni/g

3. Laboratorium sebuah perusahaan air minum daerah (2026) menguji koliform air baku sungai dengan APM tiga seri tabung (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL sampel). Kesembilan tabung keruh dan bergas sehingga kombinasinya 3-3-3; pada tabel APM kombinasi itu tertulis "> 1.100 APM/100 mL". Batas mutu air baku yang dipakai perusahaan adalah 5.000 APM/100 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang paling tepat adalah ....

A. Melaporkan 1.100 APM/100 mL sebagai hasil akhir dan menyatakan air memenuhi batas
B. Melaporkan bahwa koliform tidak dapat dihitung sehingga dianggap tidak terdeteksi
C. Mengulang uji dengan seri tabung yang sama memakai sampel baru dari titik yang sama
D. Melaporkan > 1.100 APM/100 mL dan menyatakan air baku tidak memenuhi batas
E. Mengulang uji dengan pengenceran sampel lebih tinggi agar ada tabung yang negatif

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Laboratorium sebuah dinas kesehatan (2026) menguji koliform air kolam renang umum dengan APM tiga seri tabung. Gambar memperlihatkan tabung-tabung setelah inkubasi. Tabung positif bila media keruh dan terdapat gas di tabung Durham. Kutipan tabel APM laboratorium (per 100 mL): 2-2-1 = 28; 3-1-1 = 75; 3-2-0 = 93; 3-2-1 = 150; 3-3-1 = 460. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Nilai APM sampel adalah ....



A. 460 APM/100 mL
B. 150 APM/100 mL
C. 93 APM/100 mL
D. 75 APM/100 mL
E. 28 APM/100 mL

Kunci singkat: 1. D 2. B 3. E 4. B

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa hanya cawan dengan 25–250 koloni yang dipakai, dan mengapa pengenceran dikalikan, bukan dibagi?
- Mengapa tabung keruh tanpa gas tidak dihitung positif, dan mengapa kombinasi 3-3-3 tidak boleh dilaporkan sebagai nilai pasti?
- **Yang harus kuingat:** ALT = rata-rata koloni × 1/pengenceran × 1/volume tanam, dari cawan 25–250; dua pengenceran: rasio ≤ 2 rata-rata, > 2 pilih yang kecil; APM = kombinasi tabung positif terkonfirmasi dari volume terbesar, dibaca pada tabel; seri berbeda → sesuaikan; semua positif → ulangi dengan pengenceran lebih tinggi.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 7.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-7.3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Kuis Akhir Bab 7

SMKKA-KB7

Jumlah soal: 25 **Waktu anjuran:** 60 menit

Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 7 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-KB7

1. Pada 2026, Hendra, analis di laboratorium mutu sebuah pabrik sari kedelai, menyiapkan 500 mL kaldu nutrien dalam botol kaca bertutup ulir berkapasitas 1.000 mL. Botol itu akan disterilkan dalam autoklaf pada 121 °C selama 15 menit. Ia bertanya kepada penyelianya bagaimana posisi tutup ulir selama sterilisasi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Posisi tutup botol yang tepat sebelum botol dimasukkan ke autoklaf adalah ....

A. Tutup dipasang tetapi dilonggarkan sedikit agar uap dan udara dapat keluar masuk botol
B. Tutup dikencangkan sekuat mungkin supaya tidak ada mikroba udara yang dapat masuk
C. Tutup dilepas seluruhnya dan mulut botol dibiarkan terbuka agar uap leluasa masuk
D. Tutup diganti plastik pembungkus makanan yang direkatkan rapat pada mulut botol
E. Tutup dikencangkan penuh dan botol diisi sampai penuh supaya tidak ada ruang udara

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Pada 2027, Laras, siswa PKL di laboratorium sebuah balai pengujian air, akan menanam sampel air limbah rumah sakit yang mungkin mengandung bakteri patogen. Di ruang itu tersedia laminar air flow (LAF) aliran horizontal berfilter HEPA dan sebuah kabinet keselamatan hayati (*biosafety cabinet*). Kipas keduanya sudah menyala 10 menit dan penyelia meminta Laras menyusun cara kerja.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. LAF aliran horizontal sudah cukup untuk biakan patogen karena filter HEPA juga menahan mikroba agar tidak sampai ke petugas
☐ B. LAF aliran horizontal melindungi bahan, tetapi udaranya mengalir ke arah petugas sehingga petugas tidak terlindungi
☐ C. Sampel limbah rumah sakit sebaiknya ditangani di kabinet keselamatan hayati yang melindungi bahan dan petugas
☐ D. Lampu UV dibiarkan menyala selama bekerja agar petugas dan sampel sama-sama terdisinfeksi sepanjang waktu
☐ E. Permukaan kerja diusap alkohol 70 % sebelum dan sesudah bekerja, lalu benda ditata agak ke dalam meja

3. Pada 2027, Yoga menyiapkan agar miring untuk menyimpan biakan murni di laboratorium mutu sebuah pabrik tepung. Ia memerlukan 24 tabung dengan isi 7 mL tiap tabung, ditambah cadangan 12 mL untuk media yang tertinggal di labu dan pipet. Label serbuk media: 39 g per liter.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa serbuk yang harus ditimbang adalah ....

A. 0,74 g
B. 6,55 g
C. 7,02 g
D. 70,2 g
E. 7.020 g

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Pada 2026, Nadia menyiapkan 500 mL nutrient agar di laboratorium sebuah pabrik tempe. Target pH akhir 7,0 ± 0,2. Setelah serbuk larut jernih, pH meter yang sudah dikalibrasi menunjukkan 7,6. Tersedia HCl 1 M, NaOH 1 M, labu ukur 50 mL, pipet ukur, dan air suling. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sebanyak 5 mL HCl 1 M dituang sekaligus ke media supaya pH turun ke 7,0 dengan cepat
☐ B. HCl 0,1 M dibuat dengan mengencerkan 5,0 mL HCl 1 M sampai 50 mL dalam labu ukur
☐ C. Media dibiarkan pada pH 7,6 karena selisih 0,6 dari target masih termasuk batas toleransi
☐ D. Asam encer ditambahkan setetes demi setetes sambil diaduk dan pH diukur ulang tiap penambahan
☐ E. Penyesuaian pH dilakukan sebelum media diautoklaf, bukan setelah labu steril dibuka

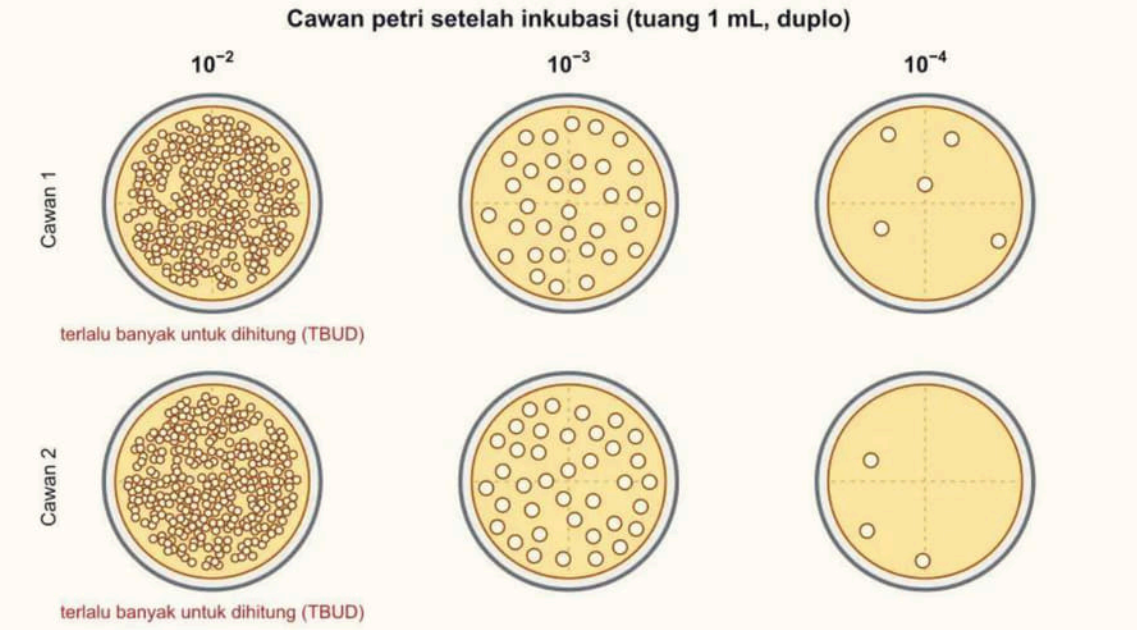
5. Pada 2027, Bayu menguji ALT sirup buah di laboratorium sebuah pabrik minuman (tuang 1 mL, duplo). Cawan sampel pengenceran 10^{-2} berisi 120 dan 114 koloni. Setelah inkubasi, cawan kontrol media dan kontrol udara bersih, tetapi cawan kontrol pengencer (1 mL pengencer tanpa sampel) ditumbuhi 6 koloni.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Hasil ALT belum boleh dilaporkan sebelum sumber koloni pada cawan kontrol pengencer ditemukan
☐ B. Enam koloni dikurangkan dari tiap cawan sampel, lalu hasilnya dilaporkan sebagai ALT
☐ C. Sumber yang mungkin adalah pengencer atau alat yang tersentuh pengencer, karena media dan udara bersih
☐ D. Uji diulang dengan pengencer dan alat steril yang baru setelah penyebabnya diperbaiki
☐ E. Kontrol media dan udara yang bersih membuktikan koloni di kontrol pengencer berasal dari agar

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Pada 2027, Arif menguji angka lempeng total (ALT) mi basah di laboratorium sebuah pabrik mi. Sebanyak 10 g sampel dihomogenkan dalam 90 mL pengencer (10^{-1}), lalu diencerkan bertahap 1 mL ke 9 mL. Dari pengenceran 10^{-2}, 10^{-3}, dan 10^{-4}, masing-masing 1 mL ditanam secara tuang pada dua cawan (duplo). Gambar memperlihatkan keenam cawan setelah inkubasi. SOP: hanya cawan berisi 25–250 koloni yang dihitung; hasil dilaporkan dengan dua angka penting.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
ALT sampel yang dilaporkan adalah ....



A. $3{,}6 \times 10^3$ koloni/g
B. $3{,}6 \times 10^4$ koloni/g
C. $3{,}8 \times 10^4$ koloni/g
D. $4{,}0 \times 10^4$ koloni/g
E. $3{,}6 \times 10^5$ koloni/g

7. Pada 2027, Gita, teknisi laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik tahu, akan membuat 500 mL alkohol 70 % (v/v) untuk menyeka meja kerja dan bagian luar wadah. Persediaannya hanya etanol 96 % (v/v), air suling, dan sebuah labu ukur 500 mL. Ia ingin larutan akhirnya tepat 70 %.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara membuat larutan yang paling tepat adalah ....

A. 350 mL etanol 96 %, lalu ditambah air suling sampai tanda batas 500 mL
B. 365 mL etanol 96 %, lalu ditambah air suling sampai tanda batas 500 mL
C. 365 mL etanol 96 %, lalu ditambah 500 mL air suling hingga terlarut sempurna
D. 135 mL etanol 96 %, lalu ditambah air suling sampai tanda batas 500 mL
E. 480 mL etanol 96 %, lalu ditambah 20 mL air suling sehingga volume menjadi 500 mL

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Pada 2027, Dinda menguji ALT yogurt di laboratorium sebuah pabrik susu (tuang 1 mL, duplo). Cawan pengenceran 10^{-3} berisi 52 dan 131 koloni, sedangkan cawan pengenceran 10^{-4} berisi 8 dan 10 koloni. Rata-rata dua cawan 10^{-3} (91,5) kira-kira sepuluh kali rata-rata 10^{-4} (9). Semua cawan kontrol bersih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan dan penilaian yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Karena rata-rata 10^{-3} cocok dengan 10^{-4}, selisih 52 dan 131 diabaikan dan hasil rata-rata langsung dilaporkan

☐ B. Angka 52 dan 131 tidak berdekatan sehingga ada indikasi kesalahan kerja pada duplo itu

☐ C. Penyebabnya ditelusuri, misalnya homogenisasi suspensi atau pemipetan, lalu uji diulang menurut SOP

☐ D. Hasil dan penyimpangan duplo dicatat apa adanya pada lembar kerja tanpa mengubah angka cawan

☐ E. Cawan 131 dibuang dan hanya cawan 52 yang dipakai karena nilainya lebih mendekati rentang bawah

9. Pada 2026, Putri menyiapkan 400 mL agar dasar untuk uji bakteri yang memerlukan suplemen vitamin. Larutan vitamin rusak bila dipanaskan, sedangkan agar dasar tahan autoklaf. Tersedia autoklaf, penangas air 45–50 °C, penyaring suntik steril bermembran berpori 0,22 µm, LAF, dan cawan petri steril.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah kerja yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Agar dasar diautoklaf lebih dulu, lalu didinginkan sampai 45–50 °C di penangas air

☐ B. Larutan vitamin disaring melalui membran 0,22 µm secara aseptis ke dalam wadah steril

☐ C. Larutan vitamin dicampurkan ke agar dasar sebelum autoklaf supaya vitamin tercampur merata

☐ D. Filtrat vitamin ditambahkan ke agar dasar yang sudah 45–50 °C, lalu campuran dituang aseptis ke cawan

☐ E. Larutan vitamin ditambahkan ke agar dasar yang baru keluar autoklaf selagi suhunya masih mendekati 100 °C

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Pada 2026, Ika, siswa PKL di laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik roti, akan melarutkan serbuk media agar untuk uji kapang. Di ruang persiapan tersedia air keran, air suling, air mineral kemasan, dan larutan garam fisiologis steril. Ia ingin memakai pelarut yang paling sesuai untuk melarutkan serbuk media itu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pelarut yang paling tepat adalah ....

A. Air keran yang sudah dididihkan, karena kuman di dalamnya mati dan mineralnya mengendap
B. Air mineral kemasan, karena sudah bersih dan aman diminum sehingga tidak perlu diolah lagi
C. Larutan garam fisiologis steril, karena sudah steril dan menjaga tekanan osmotik sel
D. Air keran langsung dari kran, karena mineralnya membantu pertumbuhan mikroba
E. Air suling, karena bebas mineral pengganggu sehingga komposisi media sesuai dengan label

11. Pada 2027, Dewi membuat 20 cawan nutrient agar di laboratorium mutu sebuah pabrik susu kedelai. Setelah dua hari di lemari pendingin, tutup banyak cawan berembun dan tetes embun jatuh ke permukaan agar sehingga koloni yang kelak tumbuh menyebar. Catatan kerjanya: agar dituang pada 62 °C, lalu cawan langsung dimasukkan ke lemari pendingin 5 °C dengan tutup di atas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Menuang agar pada 62 °C menghasilkan lebih banyak uap yang mengembun di tutup cawan daripada menuang pada 45–50 °C.	○	○
Menyimpan cawan dengan tutup di bawah membantu mencegah tetes embun jatuh ke permukaan agar.	○	○
Memasukkan cawan ke lemari pendingin sebelum agar memadat di suhu ruang membantu mengurangi embun.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

12. Pada 2027, Salsa, analis di laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik kecap, memverifikasi autoklaf memakai indikator biologis berupa ampul berisi spora bakteri yang sangat tahan panas. Setelah siklus 121 °C selama 15 menit, ampul dari dalam autoklaf diinkubasi bersama satu ampul pembanding dari lot yang sama yang tidak diautoklaf. Hasil inkubasi: ampul pembanding keruh (spora tumbuh), sedangkan ampul dari autoklaf tetap jernih. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Ampul dari autoklaf yang tetap jernih menunjukkan bahwa siklus itu gagal membunuh spora.	○	○
Ampul pembanding yang tumbuh membuktikan spora dalam lot itu hidup sehingga hasil ampul dari autoklaf dapat dipercaya.	○	○
Pita indikator kimia yang berubah warna dapat menggantikan ampul pembanding karena membuktikan semua spora dalam beban telah mati.	○	○

13. Pada 2027, Lintang akan menguji ALT sambal botolan dengan metode tuang, 1 mL per cawan. Sebelumnya, uji pendahuluan memakai metode sebar 0,1 mL pada pengenceran 10^{-2} dan menghasilkan sekitar 600 koloni per cawan. Tiap tingkat pengenceran dibuat dengan memindahkan 1 mL ke 9 mL pengencer. SOP: hitung cawan berisi 25–250 koloni. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pengenceran yang menghasilkan cawan dalam rentang hitung pada metode tuang adalah ....

A. 10^{-2} saja
B. 10^{-3} saja
C. 10^{-3} dan 10^{-4}
D. 10^{-4} saja
E. 10^{-5} saja

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

14. Pada 2027, Fajar, analis di laboratorium sebuah balai pengujian pangan, ingin mengisolasi koliform dari sampel yang dipenuhi bakteri Gram positif dan sekaligus membedakan koloni yang meragikan laktosa dari yang tidak, pada satu cawan. Lima media tersedia dengan keterangan berikut.

Media	Agar	Bahan tambahan	Hasil pada cawan
M1	ada	pepton dan ekstrak ragi	semua bakteri tumbuh; warna koloni sama
M2	ada	garam empedu	banyak bakteri Gram positif dihambat; warna koloni sama
M3	ada	laktosa dan indikator pH	semua bakteri tumbuh; peragi laktosa merah muda
M4	ada	garam empedu, laktosa, dan indikator pH	Gram positif dihambat; peragi laktosa merah muda
M5	tidak ada	pepton dan ekstrak ragi	media cair; tumbuh ditandai kekeruhan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Media yang paling tepat dipakai Fajar adalah ....

A. M4, karena bahan penghambat dan indikator warnanya bekerja bersama pada cawan yang sama

B. M3, karena indikator warnanya ada tetapi tidak ada bahan yang menghambat kelompok lain

C. M2, karena bahan penghambatnya ada tetapi warna koloni tidak membedakan peragi laktosa

D. M1, karena semua bakteri tumbuh sehingga koloni koliform pasti ikut tumbuh dengan jelas

E. M5, karena media cair menumbuhkan semua bakteri dan kekeruhannya mudah dibaca

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Pada 2027, supervisor laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik minuman jeruk memeriksa lima siklus autoklaf untuk media. SOP latihan: suhu pada termometer harus mencapai 121 °C; waktu tahan dihitung dari jam mulai sampai pemanas dimatikan, paling sedikit 15 menit untuk wadah 500 mL atau kurang dan 25 menit untuk wadah 1.000 mL; pita indikator harus berubah warna.

Siklus	Wadah	Suhu tertinggi (°C)	Jam mulai dihitung	Pemanas dimatikan	Pita indikator
S1	500 mL	121	08.10	08.25	berubah
S2	1.000 mL	121	09.00	09.20	berubah
S3	1.000 mL	121	10.05	10.30	berubah
S4	500 mL	121	11.00	11.15	tidak berubah
S5	500 mL	118	13.40	13.55	berubah

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Siklus yang memenuhi SOP adalah ....

A. S1, S3, dan S5, karena ketiganya sudah ditahan sesuai waktu minimal wadahnya
B. S1, S2, dan S3, karena ketiganya ditahan lama dan pita indikatornya berubah
C. S1, S3, dan S4, karena waktu tahan dan suhunya sudah sesuai dengan SOP
D. S1, S2, S3, dan S4, karena semuanya sudah ditahan minimal 15 menit pada 121 °C
E. S1 dan S3, karena waktu tahan, suhu, dan pita indikatornya sama-sama memenuhi SOP

16. Pada 2026, Salma menguji ALT ikan asap yang bakteri sasarannya peka terhadap suhu agar cair, sehingga ia memakai metode sebar, 0,2 mL per cawan, duplo. Sebanyak 10 g sampel dihomogenkan dalam 90 mL pengencer (10^{-1}), lalu 1 mL dipindahkan ke 9 mL pengencer (10^{-2}). Cawan pengenceran 10^{-2} berisi 76 dan 84 koloni (keduanya masuk rentang 25–250).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
ALT sampel dengan dua angka penting adalah ....

A. $8{,}0 \times 10^{3}$ koloni/g
B. $4{,}0 \times 10^{4}$ koloni/g
C. $8{,}0 \times 10^{4}$ koloni/g
D. $4{,}0 \times 10^{5}$ koloni/g
E. $4{,}0 \times 10^{6}$ koloni/g

17. Pada 2027, Rudi, siswa PKL di laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik teh botolan, mengumpulkan 30 cawan petri kaca berisi biakan hasil penghitungan koloni. Cawan itu akan dicuci dan dipakai kembali. Laboratorium memiliki autoklaf, kantong tahan autoklaf, bak cuci, dan pita indikator.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Cawan berisi biakan diautoklaf lebih dulu sebelum dicuci karena masih mengandung mikroba hidup

☐ B. Cawan langsung dicuci dengan sabun dan air mengalir karena sisa media mudah larut dalam air

☐ C. Cawan disusun tidak terlalu rapat dan pita indikator dipasang pada bagian yang sulit dijangkau uap

☐ D. Kantong limbah ditutup serapat mungkin tanpa celah supaya uap tidak keluar dan membawa mikroba

☐ E. Waktu tahan dihitung sejak termometer di dalam autoklaf mencapai 121 °C, bukan sejak pemanas dinyalakan

18. Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik bubuk kakao menguji ALT dengan metode sebar 0,1 mL per cawan, duplo. Sebanyak 25 g sampel dihomogenkan dalam 225 mL pengencer (10^{-1}), lalu diencerkan bertahap 1 mL ke 9 mL. SOP: hitung cawan 25–250 koloni; bila dua pengenceran berurutan masuk rentang, hitung hasil masing-masing; jika hasil yang lebih besar dibagi yang lebih kecil ≤ 2 laporkan rata-ratanya, jika > 2 laporkan yang lebih kecil; dua angka penting.

Pengenceran	Cawan 1	Cawan 2
10^{-1}	lebih dari 250	lebih dari 250
10^{-2}	210	198
10^{-3}	31	27
10^{-4}	2	4

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
ALT yang dilaporkan adalah ....

A. $2{,}5 \times 10^{4}$ koloni/g

B. $2{,}0 \times 10^{5}$ koloni/g

C. $2{,}5 \times 10^{5}$ koloni/g

D. $2{,}9 \times 10^{5}$ koloni/g

E. $2{,}5 \times 10^{6}$ koloni/g

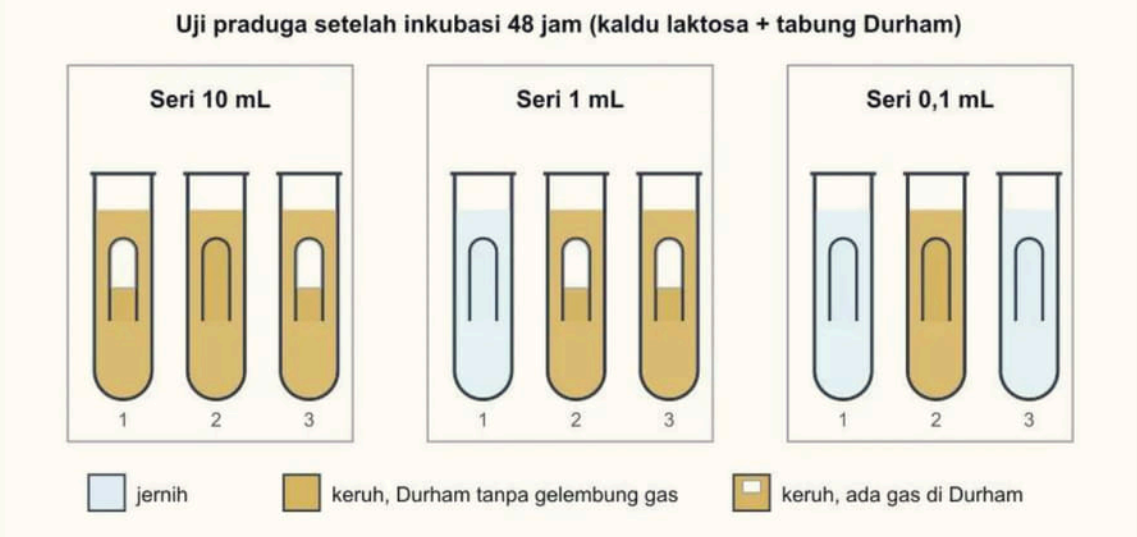
19. Pada 2026, Citra menguji ALT gula pasir halus di laboratorium sebuah pabrik sirup (tuang 1 mL, duplo). Sebanyak 10 g sampel dihomogenkan dalam 90 mL pengencer (10^{-1}), lalu diencerkan sampai 10^{-3}. Pada ketiga pengenceran, semua cawan tidak berisi koloni; cawan kontrol media, pengencer, dan udara bersih. Sesuai SOP latihan, hasil dilaporkan sebagai kurang dari 1 kali kebalikan pengenceran terendah yang ditanam.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang dilaporkan adalah ....

A. 0 koloni/g
B. < 1 koloni/g
C. $< 1 \times 10^{-1}$ koloni/g
D. $< 1 \times 10^{3}$ koloni/g
E. $< 1 \times 10^{1}$ koloni/g

20. Pada 2026, Fauzan menguji koliform air sumur sebuah rumah makan dengan APM tiga seri tabung (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL sampel; tiap seri 3 tabung). Gambar memperlihatkan tabung kaldu laktosa berisi tabung Durham setelah inkubasi uji praduga. Tabung positif bila media keruh dan terdapat gas di tabung Durham; semua tabung bergas telah terkonfirmasi pada uji penegas. Kutipan tabel APM (per 100 mL): 2-1-0 = 15; 2-2-0 = 21; 2-2-1 = 28; 3-2-0 = 93; 3-2-1 = 150.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai APM sampel adalah ....



A. 150 APM/100 mL
B. 93 APM/100 mL
C. 28 APM/100 mL
D. 21 APM/100 mL
E. 15 APM/100 mL

21. Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik sayuran segar menguji koliform pada selada dengan APM tiga seri tabung. Sebanyak 25 g sampel dihomogenkan dalam 225 mL pengencer (suspensi 10^{-1}, sehingga 10 mL suspensi mewakili 1 g sampel). Tiap tabung menerima 10 mL, 1 mL, atau 0,1 mL suspensi itu (masing-masing 3 tabung). Tabung positif terkonfirmasi: 3, 2, dan 2. Kutipan tabel APM (per 100 mL untuk seri 10; 1; 0,1 mL): 3-2-1 = 150; 3-2-2 = 210; 3-3-1 = 460.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai APM sampel per gram adalah ....

A. 21.000 APM/g
B. 2.100 APM/g
C. 210 APM/g
D. 21 APM/g
E. 2,1 APM/g

22. Pada 2026, Teguh mengambil sampel air sumur untuk uji koliform di lokasi yang jauh dari laboratorium. Botol sampel steril diisi, tetapi baru sampai di laboratorium 8 jam kemudian karena disimpan di bagasi kendaraan yang panas tanpa pendingin. Hasil APM: kombinasi 3-3-2 (1.100 APM/100 mL), jauh di atas hasil sumur yang sama bulan lalu (43 APM/100 mL).
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Mikroba dalam sampel yang dibiarkan hangat dapat berkembang biak sehingga nilai APM menjadi naik
☐ B. Sampel perlu dingin selama pengangkutan dan dianalisis secepat mungkin menurut SOP
☐ C. Hasil tetap sah karena tabung yang dihitung hanya tabung bergas yang sudah terkonfirmasi
☐ D. Antibiotik ditambahkan ke botol sampel agar mikroba tidak bertambah selama perjalanan
☐ E. Uji diulang dengan sampel baru yang diangkut dalam kotak pendingin sebelum hasil dipakai

23. Pada 2027, Sari, siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik air kemasan, menyusun catatan belajar tentang pembacaan APM koliform: kaldu laktosa dengan tabung Durham, tabung positif bila keruh dan bergas, dan tabel APM untuk seri tabung 10; 1; 0,1 mL. Pembimbing memintanya memeriksa kebenaran tiga catatan berikut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pada empat seri tabung (10; 1; 0,1; 0,01 mL) dengan tabung positif 3, 2, 1, dan 0, kombinasi yang dibaca pada tabel adalah 2-1-0.	○	○
Tabung yang keruh tetapi tidak membentuk gas di tabung Durham dihitung negatif pada uji praduga.	○	○
Kode kombinasi ditulis dari seri bervolume terbesar ke seri bervolume terkecil.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

24. Pada 2026, Wati menguji koliform air pencuci peralatan sebuah pabrik es krim dengan APM tiga seri tabung (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL sampel; tiap seri 3 tabung). Tabung positif bila keruh dan bergas di tabung Durham; semua tabung bergas sudah terkonfirmasi. Hasil: seri 10 mL, satu tabung keruh bergas, satu keruh tanpa gas, dan satu jernih; seri 1 mL, satu tabung keruh bergas dan dua jernih; seri 0,1 mL, ketiganya jernih. Kutipan tabel APM (per 100 mL): 0-1-1 = 6; 1-0-0 = 4; 1-1-0 = 7; 1-1-1 = 11; 2-1-0 = 15.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai APM sampel adalah ....

A. 4 APM/100 mL
B. 6 APM/100 mL
C. 7 APM/100 mL
D. 11 APM/100 mL
E. 15 APM/100 mL

25. Pada 2027, laboratorium sebuah pabrik minuman jeruk menguji koliform dalam air proses dengan APM tiga seri tabung (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL sampel; 3 tabung per seri). Batas mutu menurut SOP latihan: 10 APM/100 mL. Tabel memuat jumlah tabung bergas pada uji praduga dan pada uji penegas. Kutipan tabel APM (per 100 mL): 2-0-0 = 9; 2-1-0 = 15; 3-0-0 = 23; 3-1-1 = 75.

Seri	Tabung bergas, uji praduga	Tabung bergas, uji penegas
10 mL	3	2
1 mL	1	0
0,1 mL	1	0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang dilaporkan dan keputusannya adalah ....

A. 9 APM/100 mL, memenuhi batas karena nilai dibaca dari tabung terkonfirmasi
B. 75 APM/100 mL, tidak memenuhi batas karena nilai dibaca dari tabung praduga
C. 15 APM/100 mL, tidak memenuhi batas karena nilai berasal dari kombinasi 2-1-0
D. 23 APM/100 mL, tidak memenuhi batas karena nilai berasal dari kombinasi 3-0-0
E. 9 APM/100 mL, tidak memenuhi batas karena hasil praduga lebih besar dari batas

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan	1, 2, 7, 9, 12, 15, 17	___ / 7	Ulangi hlm. 409
Sub bab 7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi	3, 4, 10, 11, 14	___ / 5	Ulangi hlm. 423
Sub bab 7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number	5, 6, 8, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 13	Ulangi hlm. 435

Skor 70 % atau lebih: lanjut ke bab berikutnya. Skor 50–69 %: ulangi sub bab pada tabel yang kurang dari separuh benar. Skor di bawah 50 %: baca ulang bab ini dari awal. (Angka ini anjuran belajar, bukan prediksi nilai TKA.)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKKA-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKKA-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	SMKKA-FIN3

Saran: beri jeda beberapa hari antarsimulasi. Setelah tiap simulasi, cocokkan jawaban di Bagian D lalu ulangi sub bab yang ditunjuk tabel anjuran sebelum mengerjakan simulasi berikutnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

SMKKA-FIN1

Petunjuk

Jumlah soal: 25. Waktu: 60 menit.

Kerjakan sekaligus tanpa membuka materi. Tandai jawaban pada lembar jawaban. Kunci dan pembahasan ada di Bagian D; hitung skor dan lihat tabel anjuran di akhir paket.

Kerjakan Simulasi 1 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-FIN1

1. Laboratorium mutu sebuah pabrik cat tembok (2026) mengkalibrasi pipet volumetrik 25 mL kelas A (toleransi ±0,03 mL). Air suling 25 °C dipipet dan ditimbang tiga kali. Massa jenis air pada 25 °C = 0,99705 g/mL.

Ulangan	1	2	3
Massa air (g)	24,912	24,920	24,904

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Volume sebenarnya pipet dan keputusan yang tepat adalah ....

A. 24,91 mL; pipet tidak layak dipakai karena di luar toleransi
B. 24,99 mL; pipet layak dipakai dengan volume terkalibrasi itu
C. 24,84 mL; pipet tidak layak dipakai karena di luar toleransi
D. 25,00 mL; pipet layak tanpa perlu dihitung karena berkelas A
E. 24,99 mL; pipet tidak layak karena volumenya bukan 25,00 mL

2. Laboratorium seorang pemasok pupuk amonium sulfat, $(NH_4)_2SO_4$, untuk kebun teh (2026) akan menetapkan kadar sulfat dengan mengendapkannya sebagai $BaSO_4$. Sampel diperkirakan hampir murni. Agar endapan mudah disaring dan ditimbang teliti, analis ingin massa $BaSO_4$ antara 0,2 g dan 0,5 g. (Mr $(NH_4)_2SO_4$ = 132; Mr $BaSO_4$ = 233)

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Massa sampel yang paling tepat ditimbang adalah ....

A. 1,00 g
B. 0,50 g
C. 0,30 g
D. 0,20 g
E. 0,05 g

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3. Laboratorium mutu sebuah pabrik minuman isotonik (2027) membuat larutan standar kalium 10 mg/L sebanyak 100,0 mL dari larutan induk kalium 1.000 mg/L dengan pipet dan labu ukur. Rekannya menyebut larutan itu "diencerkan 100 kali".
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume larutan induk yang harus dipipet adalah ....

A. 0,10 mL
B. 0,99 mL
C. 1,0 mL
D. 10 mL
E. 100 mL

4. Laboratorium sebuah pabrik biodiesel (2027) membutuhkan 1 L larutan NaOH 10 M untuk proses. Rudi harus melarutkan 400 g pelet NaOH. Pembimbing mengingatkan bahwa pelarutan sebanyak ini menghasilkan larutan yang sangat panas dan sangat korosif.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Langkah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Pelarutan dilakukan langsung di labu ukur 1 L agar volume akhirnya tepat.
☐ B. Pelet NaOH dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam air dingin sambil diaduk.
☐ C. Pelindung wajah dan sarung tangan tahan basa dipakai karena percikan larutan panas dapat merusak mata dan kulit.
☐ D. Wadah ditutup rapat selama pelet melarut agar uap dan percikan tidak keluar.
☐ E. Setelah dingin, larutan disimpan dalam botol polietilena bertutup rapat yang berlabel.

5. Petugas baru di laboratorium sebuah balai latihan kerja (2027) menyimpan larutan $AgNO_3$ 0,1 M dan larutan iodin 0,05 M dalam botol kaca bening di rak dekat jendela, serta NaOH 1 M dalam botol kaca bertutup kaca asah. Seminggu kemudian, larutan $AgNO_3$ keabu-abuan dengan endapan gelap, warna larutan iodin memudar, dan tutup botol NaOH macet.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Perubahan larutan $AgNO_3$ disebabkan cahaya, sehingga larutan dibuat ulang dan disimpan dalam botol cokelat.	○	○
Tutup botol NaOH macet karena botolnya kurang rapat, sehingga perlu tutup kaca asah yang lebih besar.	○	○
Memudarnya larutan iodin hanya karena penguapan, sehingga botol bening tetap dipakai asalkan tutupnya lebih rapat.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Pukul 13.00 di laboratorium sebuah pabrik tepung tapioka (2027), Nadia mendapat hasil duplo kadar pati 84,1% dan 85,0%. SOP: duplo diterima bila selisihnya paling besar 0,2%; bila lebih, analisis diulang dan dua hasil terdekat yang dipakai. Satu kali analisis memerlukan sekitar 1,5 jam. Laporan harus dikirim ke pelanggan pukul 15.00, dan supervisor sedang rapat sampai pukul 14.00.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat dilakukan Nadia adalah ....

A. Melaporkan rata-rata 84,6% dengan catatan bahwa selisih duplo melebihi batas SOP
B. Melaporkan kedua hasil apa adanya tanpa rata-rata dan menyerahkan keputusan ke pelanggan
C. Melaporkan rata-rata 84,6% hari ini sebagai hasil sementara, lalu mengulang analisis besok
D. Membuang hasil 84,1% karena lebih jauh dari hasil bulan lalu, lalu melaporkan 85,0%
E. Segera mengulang analisis sesuai SOP dan mengabari supervisor tentang kondisinya

7. Di laboratorium sebuah pabrik minuman kombucha (2027), Sinta menitrasi keasaman sampel dengan NaOH 0,1 M dan indikator fenolftalein. Warna merah muda pucat muncul dan bertahan sekitar 30 detik sambil labu digoyang, tetapi memudar kembali setelah sekitar 2 menit. Erlenmeyer dibiarkan terbuka di meja selama Sinta mencatat. Rekannya menyarankan agar NaOH ditambah lagi sampai warnanya tidak memudar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Sinta yang paling tepat adalah ....

A. Mencatat volume saat merah muda pucat bertahan 30 detik, tanpa menambah NaOH lagi
B. Menambah NaOH lagi sampai warna merah muda bertahan lebih dari lima menit
C. Mengulang titrasi dengan metil jingga agar warna di titik akhir tidak memudar
D. Menambah fenolftalein lagi, lalu melanjutkan titrasi sampai warnanya terlihat jelas
E. Mencatat volume saat warna merah muda pekat muncul agar titik akhir mudah dilihat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Pada praktik titrasi minggu lalu di laboratorium sebuah SMK analis kimia (2026), hasil semua kelompok menyimpang dari kunci guru. Catatan persiapan: NaOH 0,1 M dibuat dengan menimbang 4,000 g pelet dari botol yang sering dibuka, dilarutkan menjadi 1 L, dan konsentrasinya langsung dipakai 0,1000 M; $KMnO_4$ dilarutkan sehari sebelumnya dan konsentrasinya dihitung dari massa; amilum dibuat dua bulan lalu dan sudah berjamur; larutan fenolftalein dalam air tampak keruh berbutir putih.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan atau perbaikan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Konsentrasi NaOH tidak dapat dihitung dari massa pelet karena NaOH menyerap air dan CO_2, sehingga larutannya harus dibakukan.

☐ B. Konsentrasi $KMnO_4$ dapat langsung dihitung dari massa karena kristalnya tampak ungu murni.

☐ C. Untuk pembakuan berikutnya, asam oksalat dihidrat dipanaskan pada 270 °C agar air kristalnya hilang sebelum ditimbang.

☐ D. Titik akhir iodometri yang warnanya biru lemah dapat disebabkan amilum yang sudah rusak, sehingga amilum dibuat baru.

☐ E. Kekeruhan berbutir putih menunjukkan fenolftalein tidak larut baik dalam air, sehingga indikator dibuat ulang dengan etanol.

9. Di laboratorium sebuah koperasi susu sapi (2026), Fikri menambahkan asam asetat encer ke susu segar sehingga terbentuk gumpalan putih, lalu menyaringnya. Filtrat yang jernih kekuningan diuji dengan pereaksi biuret dan berwarna ungu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Gumpalan yang terbentuk setelah susu diasamkan adalah protein (kasein).	○	○
Warna ungu pada filtrat menunjukkan masih ada protein yang tidak ikut mengendap.	○	○
Karena kasein sudah mengendap, warna ungu pada filtrat tentu disebabkan oleh laktosa.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Laboratorium sebuah pabrik air mineral (2026) menguji ion alkali tanah dalam air bahan baku. Penambahan natrium sulfat encer tidak menimbulkan kekeruhan. Penambahan amonium oksalat menghasilkan endapan putih; endapan disaring. Filtratnya ditambah natrium hidrogen fosfat dan amonia, lalu muncul endapan putih berbentuk kristal.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Air mengandung Ca^{2+} saja
B. Air mengandung Ca^{2+} dan Mg^{2+}
C. Air mengandung Mg^{2+} saja
D. Air mengandung Ba^{2+} dan Mg^{2+}
E. Air mengandung Ba^{2+} dan Ca^{2+}

11. Laboratorium sebuah pabrik ban karet (2026) memeriksa kadar belerang bahan vulkanisasi. Belerang dalam 1,000 g sampel diubah menjadi sulfat, lalu diendapkan sebagai $BaSO_4$. Massa $BaSO_4$ pada bobot tetap 0,4660 g. (Ar S = 32; Ar O = 16; Mr $BaSO_4$ = 233)
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar belerang (S) dalam sampel adalah ....

A. 3,20%
B. 6,40%
C. 19,2%
D. 46,6%
E. 64,0%

12. Laboratorium sebuah pabrik tekstil (2026) menganalisis TSS air limbah. SOP: volume sampel dipilih agar residu kering sekitar 2,5–200 mg. Hari ini, 100 mL sampel A hanya memberi residu 1,2 mg. Untuk sampel B, penyaringan 500 mL tersumbat setelah sekitar 300 mL tersaring.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Untuk sampel A, volume sampel perlu diperbesar agar residu dapat ditimbang dengan teliti.	○	○
Untuk sampel B, sisa sampel yang belum tersaring dibuang dan TSS tetap dihitung dengan volume 500 mL.	○	○
Setelah sampel tersaring, kertas saring dibilas air suling agar zat terlarut yang menempel tidak ikut tertimbang.	○	○

13. Balai pengujian hasil pertanian sebuah kabupaten (2027) menerima tiga sampel: lada hitam (mengandung minyak atsiri yang mudah menguap), madu (kaya gula yang mudah terurai bila dipanaskan tinggi), dan tepung terigu. Alat yang tersedia: oven biasa 105 °C,

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

oven vakum bersuhu rendah, dan alat destilasi dengan pelarut yang tidak bercampur air. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Kadar air lada lebih tepat ditetapkan dengan destilasi memakai pelarut yang tidak bercampur air.

☐ B. Kadar air madu lebih tepat ditetapkan dengan oven vakum pada suhu lebih rendah.

☐ C. Kadar air tepung terigu sebaiknya memakai destilasi karena lebih teliti daripada oven biasa.

☐ D. Oven 105 °C juga tepat untuk lada karena semua zat yang hilang saat pemanasan adalah air.

☐ E. Pada metode destilasi, kadar air dihitung dari volume air yang tertampung di tabung penampung.

14. Sebuah pabrik obat kumur (2027) mengklaim produknya "mengandung fenol dan bebas asam". Hasil uji laboratorium: dengan $FeCl_3$ terbentuk warna ungu; dengan larutan $NaHCO_3$ muncul gelembung gas; dengan air brom terbentuk endapan putih dan warna brom hilang.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Warna ungu dengan $FeCl_3$ menunjukkan adanya gugus fenol.

☐ B. Gelembung gas dengan $NaHCO_3$ menunjukkan adanya asam karboksilat sehingga klaim "bebas asam" tidak didukung.

☐ C. Fenol juga melepaskan CO_2 dari $NaHCO_3$, sehingga gelembung itu dapat berasal dari fenol saja.

☐ D. Endapan putih dengan air brom mendukung adanya fenol.

☐ E. Uji $FeCl_3$ yang positif membuktikan bahwa produk tidak mengandung alkohol.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Limbah sebuah usaha penyamakan kulit (2027) berwarna kuning. Saat diasamkan, warnanya menjadi jingga. Setelah ditambah $FeSO_4$, warnanya berubah menjadi hijau. Ketika larutan dibuat basa dengan NaOH, terbentuk endapan hijau keabuan. Pengolahan ini bertujuan mengubah kromium beracun menjadi bentuk yang dapat diendapkan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Kuning → jingga karena dikromat berubah menjadi kromat; hijau karena Cr^{3+}; endapan $Cr(OH)_3$
B. Kuning → jingga karena Cr^{3+} teroksidasi; hijau karena terbentuk Fe^{3+}; endapan $Fe(OH)_2$
C. Kuning → jingga karena kromat menjadi dikromat; hijau karena Cr^{6+} dioksidasi Fe^{2+}; endapan $Cr(OH)_3$
D. Kuning → jingga karena Cr^{6+} direduksi menjadi Cr^{3+}; hijau karena Fe^{3+}; endapan $Cr(OH)_3$
E. Kuning → jingga karena kromat menjadi dikromat; hijau karena Cr^{6+} direduksi Fe^{2+}; endapan $Cr(OH)_3$

16. Setiap hari laboratorium sebuah pabrik pakan ikan (2027) menganalisis bahan acuan bersama sampel. Nilai bahan acuan 50,0 mg/kg dengan batas penerimaan ±1,0 mg/kg (batasnya termasuk diterima). Bila hasil bahan acuan di luar rentang, hasil sampel hari itu ditahan sampai penyebabnya ditelusuri.

Hari	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
Hasil bahan acuan (mg/kg)	50,2	49,8	51,6	50,1	49,0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil sampel yang harus ditahan adalah hasil hari ....

A. Rabu saja
B. Rabu dan Jumat
C. Jumat saja
D. Senin dan Rabu
E. Senin, Rabu, dan Jumat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Laboratorium mutu sebuah pabrik desinfektan (2026) menetapkan kadar H_2O_2. Sebanyak 10,00 mL desinfektan diencerkan menjadi 100,0 mL. Dari larutan encer itu, 10,00 mL dipipet, diasamkan dengan H_2SO_4, lalu dititrasi dengan $KMnO_4$ 0,0200 M; volume terpakai 17,60 mL. Reaksi: $2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Jumlah H_2O_2 dalam 10,00 mL larutan encer yang dititrasi adalah 0,880 mmol.
☐ B. Larutan dipanaskan sampai sekitar 70 °C sebelum dititrasi agar reaksi lebih cepat, seperti pada pembakuan dengan oksalat.
☐ C. Gelembung gas yang muncul selama titrasi adalah O_2 hasil oksidasi H_2O_2.
☐ D. Konsentrasi H_2O_2 dalam desinfektan asli adalah 0,0880 M.
☐ E. Titrasi tidak memerlukan indikator tambahan karena setetes $KMnO_4$ berlebih memberi warna merah muda.

18. Laboratorium mutu sebuah pabrik spidol (2027) memeriksa komponen warna tinta spidol permanen dengan kromatografi kertas. Dengan eluen air, totolan tinta tetap di garis awal. Dengan eluen etanol, totolan bergerak dan terpisah menjadi tiga bercak. Fasa diam kromatografi kertas adalah lapisan air yang terikat pada serat selulosa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penjelasan yang paling tepat adalah ....

A. Komponen tinta sangat polar sehingga tertahan kuat oleh kertas ketika eluennya air
B. Etanol menguap lebih cepat daripada air sehingga menarik komponen tinta naik lebih jauh
C. Komponen tinta kurang polar sehingga tidak larut dalam air tetapi terbawa etanol
D. Ketika eluennya etanol, serat kertas berubah menjadi fasa gerak yang membawa tinta
E. Air terlalu cepat merambat naik sehingga komponen tinta tidak sempat ikut bergerak

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

19. Analis muda di laboratorium dinas lingkungan hidup sebuah kota (2026) menetapkan kadar fosfat air sungai dengan spektrofotometer. Deret standar tertinggi memberi absorbans 0,90. Supervisor memeriksa catatan prosedur yang ditulis analis. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Langkah yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

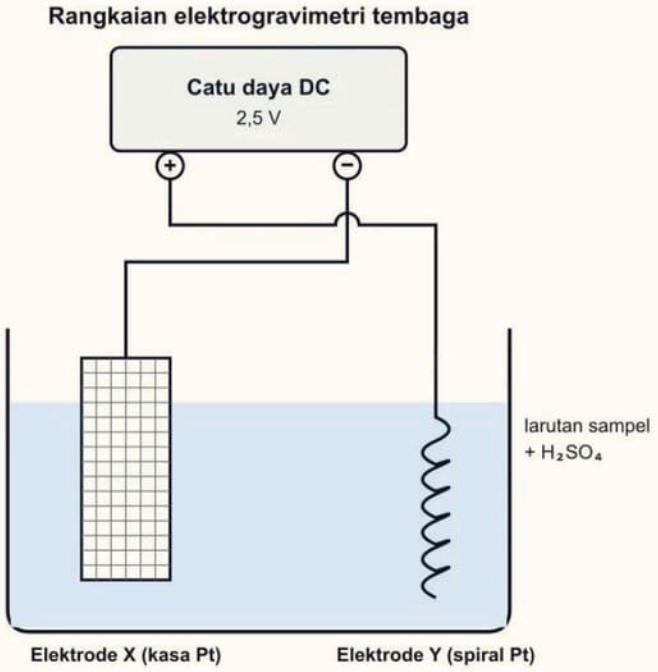
- ☐ A. Kuvet dipegang pada sisi buramnya, dan sisi beningnya dilap tisu lembut sebelum diukur.
- ☐ B. Sampel dengan absorbans 1,8 dibaca dengan memperpanjang garis kalibrasi.
- ☐ C. Blanko berisi air suling dan pereaksi warna yang sama dipakai untuk mengenolkan alat.
- ☐ D. Kuvet dibilas dengan larutan yang akan diukur sebelum diisi.
- ☐ E. Standar diukur 10 menit dan sampel 60 menit setelah pereaksi ditambahkan karena warna yang terbentuk tidak berubah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

20. Laboratorium sebuah pabrik kabel tembaga (2027) menetapkan kadar Cu^{2+} dalam larutan bak pencucian dengan elektrogravimetri seperti gambar. Sebanyak 25,00 mL larutan sampel dielektrolisis sampai seluruh tembaga mengendap. Katode ditimbang sebelum dan sesudah elektrolisis: 12,4520 g dan 12,6425 g. Di elektrode yang lain terbentuk gelembung gas.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang paling tepat adalah ....



A. Cu mengendap di elektrode Y; gas O_2 terbentuk di X; kadar Cu 7,62 g/L

B. Cu mengendap di elektrode X; gas H_2 terbentuk di Y; kadar Cu 7,62 g/L

C. Cu mengendap di elektrode X; gas O_2 terbentuk di Y; kadar Cu 0,762 g/L

D. Cu mengendap di elektrode X; gas O_2 terbentuk di Y; kadar Cu 7,62 g/L

E. Cu mengendap di elektrode Y; gas H_2 terbentuk di X; kadar Cu 0,762 g/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

21. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik keju (2026) membutuhkan 15 cawan media agar, masing-masing 20 mL, ditambah cadangan 10% dari volume itu. Label serbuk media: 28 g per liter air suling. Tersedia labu Erlenmeyer 250 mL, 500 mL, dan 1.000 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Serbuk dilarutkan dalam 330 mL air, lalu ditambah air lagi untuk mengganti air yang akan menguap di autoklaf.
☐ B. Volume media yang dibuat 330 mL sehingga serbuk yang ditimbang 9,24 g.
☐ C. Tanpa cadangan, serbuk yang diperlukan adalah 8,40 g.
☐ D. Media disterilkan pada 121 °C sekitar 15 menit dalam labu bertutup sumbat kapas atau aluminium foil.
☐ E. Media dituang ke cawan ketika suhunya masih sekitar 80 °C agar tidak sempat memadat di leher labu.

22. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik kecap (2027) mensterilkan cawan petri kaca dengan oven udara panas. SOP: suhu 170 °C ditahan paling sedikit 60 menit, atau suhu 160 °C ditahan paling sedikit 120 menit; waktu tahan dihitung setelah suhu tercapai.

Batch	Suhu tercapai (°C)	Waktu tahan (menit)
P	170	60
Q	160	90
R	150	150
S	160	120

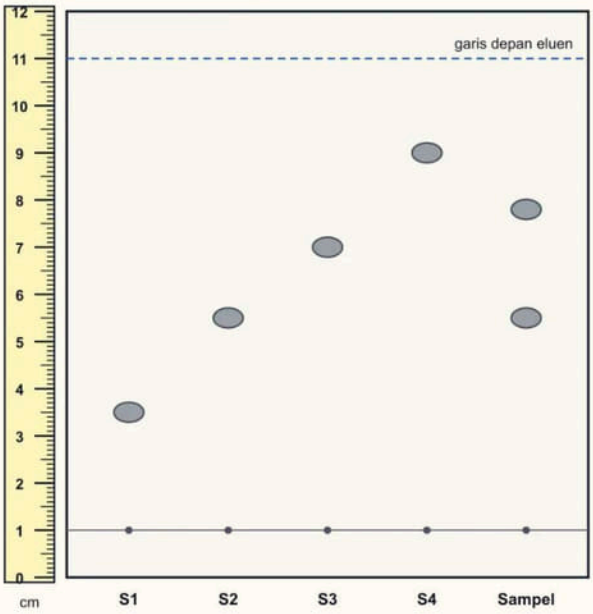
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Batch yang memenuhi SOP adalah ....

A. P dan S
B. P saja
C. P, Q, dan S
D. Q dan S
E. P, R, dan S

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Laboratorium mutu sebuah pabrik bahan kue (2026) memeriksa pewarna hijau yang menurut pemasok hanya berisi campuran pewarna S2 dan S3. Sampel dan empat pewarna standar (S1–S4) ditotolkan pada satu lembar kertas lalu dielusi bersama, seperti gambar. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

Kromatogram kertas pewarna (satu lembar, satu kali elusi)



A. Sampel berisi S2 dan S3, sesuai dengan keterangan pemasok
B. Sampel berisi S2 dan S4, tidak sesuai keterangan pemasok
C. Sampel berisi S3 dan S4, tidak sesuai keterangan pemasok
D. Sampel hanya berisi satu jenis pewarna karena bercaknya menyatu
E. Sampel berisi S2 dan zat lain yang tidak ada di standar

24. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik keju (2027) menguji ALT sampel cair dengan metode tuang 1 mL, duplo. SOP: hitung hanya cawan berisi 25–250 koloni. Bila dua pengenceran berurutan masuk rentang, hitung hasil masing-masing; jika hasil yang lebih besar dibagi yang lebih kecil ≤ 2, laporkan rata-ratanya; jika > 2, laporkan hasil yang lebih kecil. Hasil dilaporkan dengan dua angka penting.

Pengenceran	Cawan 1	Cawan 2
10^{-2}	230	245
10^{-3}	32	28
10^{-4}	2	4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
ALT yang dilaporkan adalah ....

A. $2{,}7 \times 10^5$ koloni/mL
B. $5{,}4 \times 10^4$ koloni/mL
C. $3{,}0 \times 10^4$ koloni/mL
D. $2{,}7 \times 10^4$ koloni/mL
E. $2{,}4 \times 10^4$ koloni/mL

25. Laboratorium sebuah hotel (2027) menguji koliform air sumur yang diduga sangat tercemar. Karena itu, seri tabung memakai 1 mL, 0,1 mL, dan 0,01 mL sampel (masing-masing 3 tabung). Kombinasi tabung positif 3-1-0. Tabel APM laboratorium disusun untuk seri 10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL; pada tabel itu 3-1-0 = 43 APM/100 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai APM sampel adalah ....

A. 4,3 APM/100 mL
B. 43 APM/100 mL
C. 430 APM/100 mL
D. 4.300 APM/100 mL
E. 43.000 APM/100 mL

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4					
5					
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○
8					
9					

No	A	B	C	D	E
10	○	○	○	○	○
11	○	○	○	○	○
12					
13					
14					
15	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○
17					
18	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
19					
20	○	○	○	○	○
21					
22	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○
24	○	○	○	○	○
25	○	○	○	○	○

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 19, 21): jawab langsung pada soalnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya	4	___ / 1	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Pengelolaan alat gelas laboratorium	1	___ / 1	Ulangi hlm. 28
Sub bab 1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum	6	___ / 1	Ulangi hlm. 43
Sub bab 2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan	3	___ / 1	Ulangi hlm. 72
Sub bab 2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator	8	___ / 1	Ulangi hlm. 85
Sub bab 2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram	5	___ / 1	Ulangi hlm. 99
Sub bab 2.4 · Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri	2	___ / 1	Ulangi hlm. 114
Sub bab 3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan	7	___ / 1	Ulangi hlm. 139
Sub bab 3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi	17	___ / 1	Ulangi hlm. 154
Sub bab 3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi	16	___ / 1	Ulangi hlm. 169
Sub bab 3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan	11	___ / 1	Ulangi hlm. 184
Sub bab 4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi	14	___ / 1	Ulangi hlm. 215
Sub bab 4.3 · Analisis kualitatif protein	9	___ / 1	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air	13	___ / 1	Ulangi hlm. 254
Sub bab 5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah	10	___ / 1	Ulangi hlm. 279
Sub bab 5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi	15	___ / 1	Ulangi hlm. 293
Sub bab 5.3 · Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air	12	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia	20	___ / 1	Ulangi hlm. 334
Sub bab 6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri	19	___ / 1	Ulangi hlm. 350

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi	18	___ / 1	Ulangi hlm. 364
Sub bab 6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi	23	___ / 1	Ulangi hlm. 376
Sub bab 7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan	22	___ / 1	Ulangi hlm. 409
Sub bab 7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi	21	___ / 1	Ulangi hlm. 423
Sub bab 7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 435

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

SMKKA-FIN2

Petunjuk

Jumlah soal: 25. Waktu: 60 menit.

Kerjakan sekaligus tanpa membuka materi. Tandai jawaban pada lembar jawaban. Kunci dan pembahasan ada di Bagian D; hitung skor dan lihat tabel anjuran di akhir paket.

Kerjakan Simulasi 2 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-FIN2

1. Laboratorium sebuah pabrik detergen (2026) membakukan NaOH. Sebanyak 0,6300 g asam oksalat dihidrat ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, Mr = 126; Mr anhidrat = 90) dilarutkan dalam labu ukur 100,0 mL. Sebanyak 10,00 mL larutan itu dipipet dan dititrasi dengan NaOH memakai fenolftalein; volume NaOH 10,00 mL. Reaksi: $H_2C_2O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Konsentrasi NaOH hasil pembakuan adalah ....

A. 0,0100 M
B. 0,0500 M
C. 0,0700 M
D. 0,1000 M
E. 0,1400 M

2. Laboratorium mutu sebuah pabrik pupuk kalium (2026) akan memeriksa KCl berlabel kemurnian 99,0%. Sebelum bekerja, analis memperkirakan massa endapan AgCl dari 0,7450 g sampel bila labelnya benar, agar nanti dapat menilai kewajaran hasil. (Mr KCl = 74,5; Mr AgCl = 143,5)
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Perkiraan massa AgCl yang tepat adalah ....

A. 0,738 g
B. 1,42 g
C. 1,44 g
D. 1,45 g
E. 2,87 g

3. Ayu, analis muda di laboratorium sebuah pabrik baterai (2027), akan menuang HCl pekat di lemari asam seperti gambar. SOP: pekerjaan dengan asam pekat hanya boleh dimulai

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

bila tepi bawah kaca geser tidak lebih tinggi dari stiker "batas kerja" DAN aliran muka paling sedikit 0,40 m/s. Bila syarat tidak terpenuhi, pekerjaan ditunda dan teknisi dihubungi.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Ayu yang paling tepat adalah ....



A. Langsung bekerja karena kipas lemari asam menyala dan aliran udaranya terbaca
B. Menurunkan kaca ke batas kerja, lalu langsung bekerja karena posisi kaca satu-satunya masalah
C. Menurunkan kaca ke batas, membaca ulang aliran muka, menunda kerja bila masih rendah
D. Menaikkan kaca geser lebih tinggi agar udara yang masuk ke lemari asam menjadi lebih banyak
E. Memindahkan pekerjaan ke meja dekat jendela yang terbuka sambil menunggu teknisi datang

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Gudang laboratorium sebuah pabrik pengolahan air (2027) baru ditata ulang. Catatan penataan: NaOCl (pemutih) di samping HCl pekat; $KMnO_4$ padat di rak yang sama dengan gliserol; NaCN di lemari terkunci; HNO_3 pekat di sebelah asam asetat glasial; asam asetat glasial juga berpiktogram nyala api. Kepala laboratorium meminta penataan dinilai ulang. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Keputusan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. NaOCl dipindahkan dari samping HCl pekat karena campurannya melepaskan gas klorin.
☐ B. $KMnO_4$ padat boleh tetap di rak yang sama dengan gliserol karena keduanya tidak berpiktogram nyala api biasa.
☐ C. NaCN disimpan terkunci dan jauh dari asam karena dapat melepaskan gas HCN.
☐ D. HNO_3 pekat boleh tetap di sebelah asam asetat glasial karena keduanya sama-sama asam.
☐ E. Asam asetat glasial disimpan di lemari bahan mudah menyala yang terpisah dari pengoksidasi.

5. Hari ini (2026) Bagas bekerja sendirian di laboratorium sebuah pabrik kecap mulai pukul 07.30, dan laporan semua hasil harus dikirim paling lambat pukul 13.30. Tugasnya: kadar abu (pemijaran di tanur 4 jam, lalu didinginkan 1 jam), kadar air (oven 3 jam, lalu desikator 30 menit), titrasi keasaman tiga sampel (45 menit), dan menulis laporan semua hasil (30 menit). Penimbangan untuk kadar abu dan kadar air masing-masing perlu 15 menit sebelum pemanasan.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Urutan kerja yang paling tepat adalah ....

A. Sampel abu ke tanur, lalu sampel air ke oven, titrasi selama menunggu, laporan terakhir
B. Menimbang dan memasukkan sampel air ke oven, titrasi, lalu sampel abu ke tanur, dan laporan terakhir
C. Titrasi lebih dulu selagi pikiran segar, lalu menyiapkan sampel abu dan sampel air, dan laporan terakhir
D. Menimbang sampel abu dan sampel air, titrasi, lalu memasukkan keduanya ke tanur dan oven bersamaan
E. Sampel air ke oven, lalu menunggu oven selesai sebelum sampel abu masuk tanur agar tidak menyala bersamaan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik roti (2027) membutuhkan 500 mL etanol 70% (v/v) untuk disinfeksi meja. Yang tersedia etanol 96% (v/v). Mira akan mengukur etanol 96%, lalu menambahkan air suling sampai volume 500 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume etanol 96% yang harus diukur Mira adalah ....

A. 135 mL
B. 350 mL
C. 365 mL
D. 480 mL
E. 686 mL

7. Air sumur sebuah hotel (2026) meninggalkan noda hitam di wastafel. Analis menguji sampel: dengan NaOH terbentuk endapan putih yang cepat menjadi cokelat di udara; dengan natrium bismutat dalam asam nitrat, larutan menjadi ungu. Uji KSCN negatif.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Noda hitam di wastafel berasal dari endapan $Fe(OH)_3$ yang mengering di permukaan porselen.
☐ B. Endapan putih yang cepat menjadi cokelat menunjukkan $Mn(OH)_2$ yang teroksidasi oleh udara.
☐ C. Warna ungu setelah ditambah bismutat berasal dari ion permanganat (MnO_4^-).
☐ D. Pada uji bismutat, bilangan oksidasi Mn berubah dari +2 menjadi +7.
☐ E. Warna ungu dengan bismutat menunjukkan bahwa air mengandung ion Fe^{3+}.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

8. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik margarin (2026) menguji minyak sawit. Minyak + air membentuk dua lapisan. Minyak + air + sedikit sabun, setelah dikocok, membentuk campuran keruh merata yang bertahan lama. Minyak lama (sudah berbau tengik) + larutan Na_2CO_3 juga membentuk emulsi, sedangkan minyak baru + Na_2CO_3 cepat memisah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Campuran keruh yang stabil menunjukkan minyak telah larut sempurna dalam air.
☐ B. Minyak dan air membentuk dua lapisan karena minyak nonpolar tidak larut dalam air yang polar.
☐ C. Sabun menstabilkan emulsi karena memiliki bagian yang suka air dan bagian yang suka minyak.
☐ D. Penambahan sabun menguraikan minyak menjadi gliserol dan asam lemak sehingga minyak tidak lagi memisah.
☐ E. Emulsi pada minyak lama dengan Na_2CO_3 menunjukkan adanya asam lemak bebas yang membentuk sabun.

9. Laboratorium sebuah perusahaan air minum kemasan galon (2027) menetapkan zat padat terlarut (TDS). Sebanyak 100 mL filtrat sampel diuapkan dalam cawan berbobot tetap 50,1230 g, lalu dikeringkan berulang sampai bobot tetap (selisih ≤ 0,0005 g; penimbangan terakhir yang dipakai).

Penimbangan cawan + residu	Ke-1	Ke-2	Ke-3
Massa (g)	50,1612	50,1581	50,1580

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai TDS sampel adalah ....

A. 3.500 mg/L
B. 382 mg/L
C. 351 mg/L
D. 350 mg/L
E. 35 mg/L

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Laboratorium mutu sebuah pabrik pembersih lantai (2027) menetapkan kadar amonia. Sampel dipipet ke erlenmeyer lalu dititrasi dengan HCl standar dari buret. pH titik ekuivalen sekitar 5,3. Trayek indikator yang tersedia: metil merah 4,4–6,2; bromtimol biru 6,0–7,6; fenolftalein 8,2–10,0.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sampel di erlenmeyer dibiarkan terbuka beberapa menit sebelum dititrasi agar suhunya merata.
☐ B. Metil merah tepat dipakai karena trayeknya mencakup pH titik ekuivalen 5,3.
☐ C. Bromtimol biru memberi hasil terlalu tinggi karena berubah warna sesudah titik ekuivalen.
☐ D. Bila memakai fenolftalein, warna berubah jauh sebelum titik ekuivalen sehingga kadar amonia terhitung terlalu rendah.
☐ E. Selama titrasi, pH larutan di erlenmeyer turun dari basa menuju asam.

11. Hasil kadar sulfat di laboratorium sebuah pabrik pupuk (2026) ternyata terlalu tinggi dibandingkan hasil laboratorium rujukan. Supervisor mendaftar kejadian selama analisis gravimetri $BaSO_4$ oleh analis muda.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kejadian yang dapat menyebabkan hasil terlalu tinggi adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Endapan kurang dicuci sehingga masih mengandung $BaCl_2$ yang ikut tertimbang.
☐ B. Sebagian endapan halus lolos dari kertas saring sehingga filtrat tampak sedikit keruh.
☐ C. Krus berisi endapan ditimbang ketika masih hangat setelah keluar dari tanur.
☐ D. Endapan belum dipijarkan sampai bobot tetap ketika ditimbang.
☐ E. Krus didinginkan di desikator yang silika gelnya sudah jenuh (merah muda), sehingga endapan menyerap uap air.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

12. Di laboratorium sebuah pabrik tekstil (2027), Raka membakukan $KMnO_4$ dengan natrium oksalat dalam suasana H_2SO_4 pada suhu sekitar 70 °C. Tetes-tetes pertama $KMnO_4$ ternyata lambat sekali kehilangan warna ungunya. Raka khawatir titrasi akan memakan waktu lama. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Meneteskan $KMnO_4$ perlahan sampai ungunya hilang; reaksi makin cepat setelah ada Mn^{2+}
B. Menambahkan beberapa mililiter $KMnO_4$ sekaligus agar reaksi di awal berjalan lebih cepat
C. Menghentikan titrasi karena warna ungu yang belum hilang menandakan titik akhir tercapai
D. Mendinginkan larutan sampai suhu kamar agar warna ungu permanganat cepat hilang
E. Menambahkan sedikit HCl agar suasana larutan lebih asam dan reaksinya lebih cepat

13. Di gudang bahan sebuah usaha kue (2027), satu wadah serbuk putih kehilangan label. Isinya salah satu dari: kapur ($CaCO_3$), soda kue ($NaHCO_3$), gips ($CaSO_4$), garam dapur (NaCl), atau kapur sirih ($Ca(OH)_2$). Uji: serbuk + HCl encer → muncul gelembung gas; uji nyala → kuning terang. Lembar kerja: nyala Na^+ kuning, Ca^{2+} merah bata. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Isi wadah itu adalah ....

A. Kapur ($CaCO_3$)
B. Gips ($CaSO_4$)
C. Soda kue ($NaHCO_3$)
D. Garam dapur (NaCl)
E. Kapur sirih ($Ca(OH)_2$)

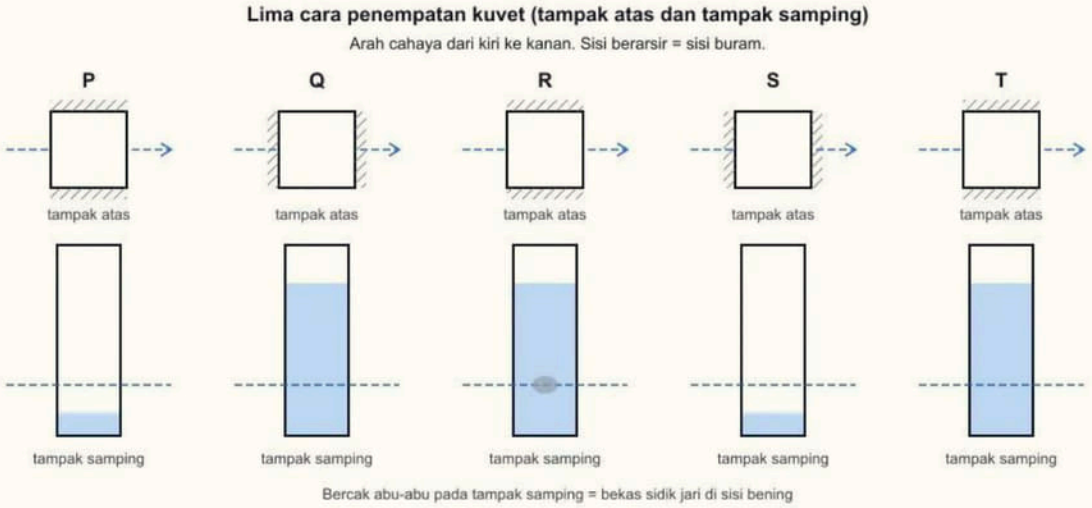
14. Laboratorium mutu sebuah pabrik suplemen asam amino (2027) memisahkan glisin, leusin (rantai samping nonpolar paling besar), dan asam aspartat (rantai samping bermuatan, paling polar) dengan kromatografi kertas. Eluennya campuran butanol–asam asetat–air yang kurang polar daripada air. Setelah elusi, kertas disemprot ninhidrin dan dipanaskan. *(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)*
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Fasa diam adalah air yang terikat pada serat selulosa kertas.
☐ B. Asam aspartat bergerak paling jauh karena paling mudah larut dalam air.
☐ C. Leusin bergerak paling jauh karena paling banyak larut dalam fasa gerak yang kurang polar.
☐ D. Bercak asam amino baru terlihat setelah kertas disemprot ninhidrin dan dipanaskan.
☐ E. Bila eluen diganti air murni, ketiga asam amino tertahan di garis awal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

15. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minuman teh (2026) belajar memasukkan kuvet ke spektrofotometer. Pembimbing menggambar lima cara penempatan kuvet seperti gambar dan meminta siswa memilih cara yang menghasilkan pembacaan absorbans yang benar.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara penempatan kuvet yang benar adalah ....



A. Kuvet P
B. Kuvet Q
C. Kuvet R
D. Kuvet S
E. Kuvet T

16. Analis di laboratorium sebuah pabrik sabun herbal (2026) memeriksa kurkumin dalam ekstrak kunyit dengan KLT silika gel. Buku pegangan menyebut Rf kurkumin 0,52 dengan eluen kloroform–metanol 95 : 5. Karena stok habis, analis memakai eluen kloroform–metanol 90 : 10, dan bercak kuning sampel memberi Rf 0,52. Ia menyimpulkan sampel mengandung kurkumin.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang paling tepat atas kesimpulan itu adalah ....

A. Kesimpulan benar karena nilai Rf sampel sama persis dengan Rf kurkumin di buku
B. Kesimpulan benar asalkan warna bercak sampel juga kuning seperti kurkumin
C. Rf sampel dikoreksi dengan perbandingan eluen (95 : 90), lalu dibandingkan lagi
D. Belum sah; standar dan sampel harus dielusi bersama dengan eluen yang sama
E. Kesimpulan salah karena dengan eluen lebih polar Rf kurkumin seharusnya lebih kecil

17. Laboratorium sebuah SMK yang bermitra dengan dinas pasar (2027) menguji tahu yang diduga diberi formalin. Air rendaman tahu sampel dan air rendaman tahu pembanding

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(dibuat sendiri tanpa formalin) diuji dengan pereaksi Tollens. Sampel membentuk cermin perak; pembanding tidak.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Tahu terbukti mengandung formalin karena cermin perak hanya terbentuk dengan formaldehida
B. Air rendaman mengandung pereduksi seperti aldehida; perlu uji lebih khas untuk formalin
C. Hasil uji tidak bermakna karena pereaksi Tollens hanya bereaksi dengan senyawa bergugus keton
D. Tahu bebas formalin karena cermin perak menunjukkan adanya gula, bukan pengawet tambahan
E. Tahu terbukti mengandung formalin karena pembanding negatif sedangkan sampel positif

18. Laboratorium sebuah eksportir kopi (2026) menetapkan kadar air biji kopi. Sebanyak 5,000 g sampel dikeringkan sampai bobot tetap dan massanya menjadi 4,500 g. Pembeli dari luar negeri meminta hasil dalam basis basah, sedangkan bagian produksi memakai basis kering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Angka untuk pembeli dan untuk bagian produksi sama karena air yang hilang sama, yaitu 0,500 g.	○	○
Kadar air basis basah adalah 10,0%.	○	○
Kadar air basis kering adalah 11,1%.	○	○

19. Laboratorium sebuah usaha pelapisan logam (2027) menitrasi air limbah asam (mengandung asam kuat) yang berwarna gelap dengan NaOH memakai pH meter karena warna indikator sulit dilihat.

Volume NaOH (mL)	9,0	9,5	9,8	10,0	10,2	10,5	11,0
pH	2,6	2,9	3,3	4,0	10,0	11,0	11,4

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Volume NaOH pada titik ekuivalen paling tepat adalah ....

A. 10,0 mL
B. 10,1 mL
C. 10,2 mL
D. 10,5 mL
E. 11,0 mL

20. Laboratorium sebuah pabrik garam industri (2026) menguji bahan acuan bersertifikat dengan kadar NaCl 99,30 ± 0,05% (rentang 99,25–99,35%). SOP: ulangan dianggap teliti bila rentangnya paling besar 0,10%.

Ulangan	1	2	3
Kadar NaCl (%)	99,12	99,18	99,15

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Rata-rata hasil adalah 99,15%.
☐ B. Rentang ulangan 0,06% sehingga ulangan memenuhi syarat ketelitian SOP.
☐ C. Rata-rata hasil masih berada di dalam rentang nilai sertifikat.
☐ D. Hasil menunjukkan kemungkinan kesalahan sistematis sehingga alat dan pereaksi perlu diperiksa.
☐ E. Karena ketiga ulangan sangat berdekatan, hasil itu juga tepat (akurat).

21. Sebuah pabrik penyedap rasa (2027) membuat hidrolisat protein kedelai dengan memanaskan protein dalam asam. Laboratorium mutu menguji produk akhir: uji biuret tetap biru muda, sedangkan uji ninhidrin memberi warna ungu kuat. Bahan baku protein kedelai sebelum diolah memberi biuret ungu.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Produk tidak lagi mengandung protein maupun asam amino bebas
B. Produk masih mengandung protein utuh karena uji ninhidrin positif
C. Uji perlu diulang karena hasil biuret dan ninhidrin bertentangan
D. Produk mengandung peptida panjang yang hanya terdeteksi oleh ninhidrin
E. Protein telah terurai menjadi asam amino atau peptida pendek

22. Siswa kelas XI di laboratorium mikrobiologi sebuah SMK (2026) membuat dua media: agar cawan dan kaldu cair. Guru meminta mereka menilai catatan langkah kerja berikut.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Media agar dipanaskan sambil diaduk sampai mendidih dan jernih agar agar larut sempurna sebelum disterilkan.	○	○
Kaldu cair disterilkan dengan direbus 15 menit karena tidak mengandung agar.	○	○
Cawan media yang sudah memadat diberi label jenis media dan tanggal pembuatan.	○	○

23. Laboratorium sebuah usaha air minum isi ulang (2027) menguji koliform dengan metode APM. Setelah 24 jam inkubasi uji praduga, sebagian tabung bergas dan sebagian belum. Siswa PKL menulis rencana tindak lanjut.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Tabung praduga yang belum bergas setelah 24 jam diinkubasi lagi, dan baru dicatat negatif bila tetap tanpa gas setelah 48 jam.	○	○
Tabung praduga yang bergas dilanjutkan ke uji penegasan untuk memastikan gas berasal dari koliform.	○	○
Nilai APM koliform dibaca dari kombinasi tabung positif uji praduga agar hasil dapat dilaporkan lebih cepat.	○	○

24. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik kerupuk (2027) menguji ALT sampel dengan metode tuang 1 mL, duplo (pengenceran dihitung terhadap gram sampel). SOP: bila semua cawan berisi kurang dari 25 koloni, hitung rata-rata cawan pada pengenceran terendah, kalikan kebalikan pengenceranya, dan laporkan sebagai "perkiraan".

Pengenceran	Cawan 1	Cawan 2
10^{-1}	24	20
10^{-2}	3	1
10^{-3}	0	0

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang dilaporkan adalah ....

A. $2{,}2 \times 10^{2}$ koloni/g (perkiraan)
B. $2{,}0 \times 10^{2}$ koloni/g (perkiraan)
C. $4{,}4 \times 10^{2}$ koloni/g (perkiraan)
D. $2{,}2 \times 10^{1}$ koloni/g (perkiraan)
E. Tidak dilaporkan; uji diulang

25. Di laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik susu kedelai (2027), Dodi menutup katup buang autoklaf begitu uap pertama terlihat keluar. Setelah beberapa saat, manometer menunjukkan 1 bar di atas tekanan udara, tetapi termometer autoklaf (dikalibrasi minggu lalu) hanya menunjukkan 112 °C. Pada kondisi normal, tekanan itu sesuai dengan 121 °C.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan yang paling tepat adalah ....

A. Menaikkan tekanan sampai 2 bar agar suhu di dalam autoklaf mencapai 121 °C
B. Memperpanjang waktu sterilisasi pada 112 °C menjadi 30 menit sebagai pengganti
C. Mengganti termometer karena tekanan 1 bar menunjukkan suhu 121 °C sudah tercapai
D. Melanjutkan siklus karena tekanan sudah sesuai dan suhu 112 °C sudah mematikan mikroba
E. Mengulang siklus dengan membiarkan uap keluar beberapa menit sebelum katup ditutup

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4					
5	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○
7					
8					
9	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
10					
11					
12	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○
14					
15	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○
18					

No	A	B	C	D	E
19	○	○	○	○	○
20					
21	○	○	○	○	○
22					
23					
24	○	○	○	○	○
25	○	○	○	○	○

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 4, 7, 8, 10, 11, 14, 18, 20, 22, 23): jawab langsung pada soalnya.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya	3	___ / 1	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum	5	___ / 1	Ulangi hlm. 43
Sub bab 2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan	6	___ / 1	Ulangi hlm. 72
Sub bab 2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator	1	___ / 1	Ulangi hlm. 85
Sub bab 2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram	4	___ / 1	Ulangi hlm. 99
Sub bab 2.4 · Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri	2	___ / 1	Ulangi hlm. 114
Sub bab 3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan	10	___ / 1	Ulangi hlm. 139
Sub bab 3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi	12	___ / 1	Ulangi hlm. 154
Sub bab 3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi	20	___ / 1	Ulangi hlm. 169
Sub bab 3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan	9, 11	___ / 2	Ulangi hlm. 184
Sub bab 4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi	17	___ / 1	Ulangi hlm. 215
Sub bab 4.2 · Analisis kualitatif lemak	8	___ / 1	Ulangi hlm. 227
Sub bab 4.3 · Analisis kualitatif protein	21	___ / 1	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air	18	___ / 1	Ulangi hlm. 254
Sub bab 5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah	13	___ / 1	Ulangi hlm. 279
Sub bab 5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi	7	___ / 1	Ulangi hlm. 293
Sub bab 6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia	19	___ / 1	Ulangi hlm. 334
Sub bab 6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri	15	___ / 1	Ulangi hlm. 350
Sub bab 6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi	14	___ / 1	Ulangi hlm. 364

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi	16	___ / 1	Ulangi hlm. 376
Sub bab 7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan	25	___ / 1	Ulangi hlm. 409
Sub bab 7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi	22	___ / 1	Ulangi hlm. 423
Sub bab 7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number	23, 24	___ / 2	Ulangi hlm. 435

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

SMKKA-FIN3

Petunjuk

Jumlah soal: 25. Waktu: 60 menit.

Kerjakan sekaligus tanpa membuka materi. Tandai jawaban pada lembar jawaban. Kunci dan pembahasan ada di Bagian D; hitung skor dan lihat tabel anjuran di akhir paket.

Kerjakan Simulasi 3 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka&node=SMKKA-FIN3

1. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik kertas tisu (2026) membakukan NaOH dengan KHP (Mr = 204,22). Kalkulator menampilkan hasil 0,0997652 M.

Data	Nilai	Alat
Massa KHP	0,4085 g	neraca analitik (0,1 mg)
Volume NaOH	20,05 mL	buret 50 mL (0,01 mL)

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Konsentrasi NaOH yang paling tepat dilaporkan adalah ....

A. 0,1 M
B. 0,0998 M
C. 0,09977 M
D. 0,09976 M
E. 0,0997652 M

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik garam beryodium (2027) menetapkan kadar air garam dengan pengeringan berulang. Pembimbing meminta mereka menilai catatan cara kerja berikut.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Cara kerja yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. Cawan panas dimasukkan ke desikator, lalu tutupnya digeser sedikit sebentar sebelum dirapatkan.
- ☐ B. Tutup desikator dibuka dengan mengangkatnya lurus ke atas agar silika gel di dalamnya tidak terguncang.
- ☐ C. Silika gel yang sudah berubah warna dari biru menjadi merah muda dipanaskan agar dapat dipakai lagi.
- ☐ D. Bobot tetap tercapai bila dua penimbangan berturut-turut berselisih tidak lebih dari batas SOP.
- ☐ E. Cawan ditimbang langsung dari oven selagi panas agar tidak sempat menyerap uap air dari udara.

3. Laboratorium sebuah pabrik kawat tembaga (2026) menetapkan kadar tembaga secara iodometri. Larutan sampel Cu^{2+} ditambah KI berlebih sehingga terbentuk endapan CuI dan iodin, lalu iodin dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ standar. Reaksi: $2Cu^{2+} + 4I^- \rightarrow 2CuI + I_2$ dan $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang tepat adalah ....

(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

- ☐ A. KI ditambahkan berlebih agar semua Cu^{2+} bereaksi dan iodin yang terbentuk tetap larut.
- ☐ B. Jumlah mol Cu^{2+} sama dengan jumlah mol $Na_2S_2O_3$ yang terpakai.
- ☐ C. Titrasi dilakukan di dekat jendela yang terkena matahari agar perubahan warna mudah diamati.
- ☐ D. Amilum ditambahkan menjelang titik akhir, ketika warna larutan sudah kuning pucat.
- ☐ E. Titik akhir dicatat ketika warna biru tua muncul dan bertahan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

4. Pukul 17.30 di laboratorium sebuah pabrik pupuk mikro (2027), Rio diminta menyelesaikan destruksi sampel dengan asam pekat panas (sekitar 2 jam) agar hasilnya dapat dikirim besok pukul 08.00. Karyawan lain sudah pulang, kecuali analis Sari yang masih ada dan bersedia menemani. SOP: pekerjaan dengan asam pekat panas tidak boleh dilakukan seorang diri, dan kerja di luar jam kerja harus seizin supervisor serta diketahui satpam. Supervisor dapat dihubungi lewat telepon.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindakan Rio yang paling tepat adalah ....

A. Menghubungi supervisor dan satpam, lalu mengerjakan destruksi sementara Sari menyusun laporan di kantor
B. Menunda destruksi ke besok pagi dan memberi tahu supervisor bahwa hasil terlambat
C. Meminta izin supervisor, mengajak Sari menemani, lalu memberi tahu satpam sebelum mulai
D. Mengerjakan sendirian, tetapi meninggalkan pesan kepada satpam bahwa ia ada di laboratorium
E. Meminta Sari menemani dan langsung mulai tanpa menghubungi supervisor agar tidak mengganggu

5. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik pakan unggas (2026) selesai mencuci labu ukur 100 mL, gelas kimia 250 mL, dan buret 50 mL. Ketiganya akan dipakai lagi tiga jam kemudian untuk membuat larutan standar dan menitrasi. Laboratorium mempunyai oven 105 °C dan rak pengering.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara pengeringan yang paling tepat adalah ....

A. Ketiga alat dikeringkan di oven 105 °C agar cepat siap dipakai
B. Labu ukur dan gelas kimia di oven; buret dibilas titran sebelum diisi
C. Bagian dalam ketiga alat dilap dengan kain bersih, lalu langsung dipakai
D. Labu ukur di oven; gelas kimia dan buret dikeringkan terbalik di rak
E. Labu ukur dan buret dikeringkan di rak; gelas kimia di oven

6. Label botol HCl pekat di laboratorium sebuah pabrik pengolahan logam (2026) tertulis: 37% (b/b), massa jenis 1,19 g/mL. Analis ingin mengetahui molaritasnya untuk menghitung volume yang diperlukan dalam pengenceran. (Mr HCl = 36,5)
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Molaritas HCl pekat tersebut adalah ....

A. 1,21 M
B. 8,52 M
C. 10,1 M
D. 12,1 M
E. 32,6 M

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

7. Pagi ini (2027), Fikri, analis di laboratorium sebuah pabrik pelapis logam, menyiapkan tiga pekerjaan: menimbang 0,5 g serbuk kalium dikromat (karsinogen dan pengoksidasi), memindahkan 4 L aseton dari jeriken ke botol-botol 1 L, dan mengencerkan 10 mL HNO_3 pekat. Di laboratorium tersedia lemari asam, ruang timbang berpenghisap, sarung tangan lateks tipis dan nitril, masker partikel, serta kacamata pelindung.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Serbuk kalium dikromat ditimbang di ruang timbang berpenghisap dengan masker partikel dan sarung tangan nitril.
☐ B. Karena hanya 0,5 g, kalium dikromat boleh ditimbang di meja terbuka tanpa masker.
☐ C. Aseton dipindahkan di lemari asam yang jauh dari pembakar dan pemanas.
☐ D. Sarung tangan lateks tipis dipakai saat memindahkan aseton karena tahan terhadap semua pelarut.
☐ E. HNO_3 pekat diencerkan dengan menuang asam ke air di lemari asam sambil memakai kacamata pelindung.

8. Laboratorium mutu sebuah pabrik mayones (2027) akan menetapkan kadar asam asetat dalam cuka bahan baku yang diperkirakan sekitar 0,83 M. Titran yang tersedia NaOH 0,100 M dan buret 50 mL. Agar teliti dan tidak perlu mengisi ulang buret, volume titran yang diinginkan sekitar 20–30 mL.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana penyiapan sampel yang paling tepat adalah ....

A. Memipet 25,00 mL cuka langsung ke erlenmeyer
B. Memipet 10,00 mL cuka langsung ke erlenmeyer
C. Mengencerkan 10,00 mL cuka menjadi 250,0 mL, lalu memipet 10,00 mL
D. Mengencerkan 25,00 mL cuka menjadi 100,0 mL, lalu memipet 25,00 mL
E. Mengencerkan 25,00 mL cuka menjadi 250,0 mL, lalu memipet 25,00 mL

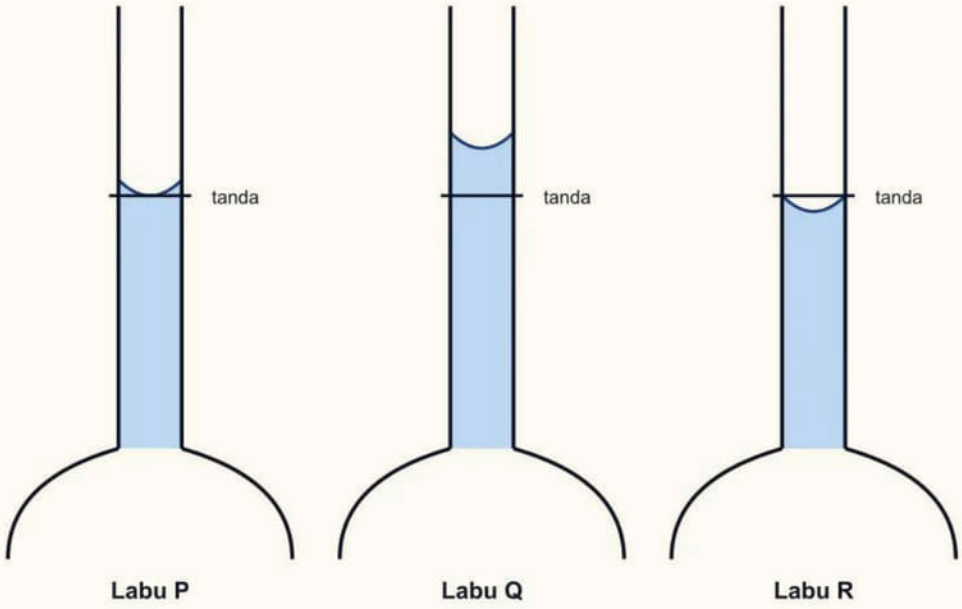
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

9. Tiga siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik detergen (2027) masing-masing membuat 100,0 mL larutan standar natrium karbonat dari padatan yang ditimbang teliti. Gambar memperlihatkan leher labu ukur mereka setelah penambahan air suling. Larutan belum dikocok.

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)

Pernyataan yang paling tepat adalah ....

Leher tiga labu ukur 100 mL setelah ditepatkan (dilihat sejajar mata)



A. Hanya P tepat; larutan Q dibuat ulang, sedangkan R ditambah air sampai dasar meniskus di tanda

B. Hanya R tepat; larutan P dan Q ditambah atau dikurangi air sampai permukaan atas meniskus di tanda

C. Hanya P tepat; kelebihan air di Q dipipet keluar sampai dasar meniskus di tanda, lalu dikocok

D. P dan Q tepat karena keduanya sudah melewati tanda; R ditambah air sampai dasar meniskus di tanda

E. Hanya P tepat; Q dibiarkan karena kelebihannya hanya beberapa tetes, R ditambah air sampai tanda

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

10. Analis di laboratorium sebuah pabrik minyak atsiri (2026) memindahkan kloroform dari botol 2,5 L ke botol kerja kaca cokelat 500 mL. Label botol asal memuat piktogram bahaya kesehatan dan tanda seru serta kata sinyal "BAHAYA".
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Botol kaca cokelat dipilih karena kloroform dapat terurai bila terkena cahaya.	○	○
Label botol kerja hanya memuat nama bahan dan tanggal, karena bahayanya sudah tercantum di botol asal.	○	○
Botol kerja disimpan di lemari berventilasi, jauh dari basa kuat dan logam reaktif.	○	○

11. Laboratorium lingkungan sebuah pabrik kertas daur ulang (2027) tidak sempat menyaring sampel untuk TSS, tetapi memiliki data sampel yang sama: padatan total (TS) dari 50 mL sampel yang tidak disaring lalu diuapkan memberi residu 62,5 mg; padatan terlarut (TDS) dari 100 mL filtrat yang diuapkan memberi residu 118,0 mg. Batas TSS internal perusahaan 50 mg/L.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang paling tepat adalah ....

A. TSS 70 mg/L; melebihi batas internal perusahaan
B. TSS 7,0 mg/L; memenuhi batas internal perusahaan
C. TSS 55,5 mg/L; melebihi batas internal perusahaan
D. TSS 555 mg/L; melebihi batas internal perusahaan
E. TSS 1.180 mg/L; melebihi batas internal perusahaan

12. Di laboratorium sebuah pabrik obat tradisional (2026), analis memisahkan tiga komponen ekstrak dengan KLT silika gel. Dengan n-heksana, ketiga bercak tertahan di garis awal. Dengan metanol, ketiganya bergerak sampai dekat garis depan dan bertumpuk.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Pemisahan akan membaik bila pelat diganti pelat silika yang lebih tebal sementara eluen tetap metanol.	○	○
Metanol terlalu polar sehingga semua komponen terbawa jauh dan tidak terpisah.	○	○
Campuran n-heksana–etil asetat dengan perbandingan tertentu dapat memberi kepolaran di antara keduanya.	○	○

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik susu fermentasi (2026) menyiapkan uji: larutan antibiotik yang rusak oleh panas, cawan petri kaca, tabung sentrifus polipropilena (tahan autoklaf), media cair dalam botol tertutup, dan spatula logam.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Rencana sterilisasi yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Larutan antibiotik disterilkan dengan penyaringan membran berpori 0,22 µm.
☐ B. Cawan petri kaca dibungkus kertas lalu disterilkan dengan oven 170 °C.
☐ C. Media cair dalam botol tertutup disterilkan dengan menyinarinya memakai lampu UV.
☐ D. Tabung sentrifus polipropilena disterilkan dengan autoklaf.
☐ E. Spatula logam dicelup alkohol lalu dibakar sebelum mengambil sampel.

14. Laboratorium sebuah pabrik es balok (2027) menguji koliform air baku dengan empat seri tabung (masing-masing 3 tabung). SOP: pilih seri dengan volume terkecil yang ketiga tabungnya positif, beserta dua seri berikutnya. Tabel APM laboratorium disusun untuk seri 10 mL, 1 mL, 0,1 mL; kutipannya: 3-2-0 = 93; 3-3-0 = 240; 3-3-2 = 1.100 APM/100 mL.

Volume sampel per tabung	10 mL	1 mL	0,1 mL	0,01 mL
Tabung positif	3	3	2	0

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Nilai APM sampel adalah ....

A. 93 APM/100 mL
B. 930 APM/100 mL
C. 1.100 APM/100 mL
D. 2.400 APM/100 mL
E. 9.300 APM/100 mL

15. Laboratorium mikrobiologi sebuah depot air isi ulang (2026) menguji bakteri dalam air dengan metode filtrasi membran. SOP: pakai membran dengan 20–80 koloni dan laporkan per 100 mL.

Volume sampel disaring	1 mL	10 mL	100 mL
Jumlah koloni pada membran	4	38	terlalu banyak untuk dihitung

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Hasil yang dilaporkan adalah ....

A. 38 koloni/100 mL
B. 380 koloni/100 mL
C. 400 koloni/100 mL
D. 3.800 koloni/100 mL
E. 38.000 koloni/100 mL

16. Di laboratorium praktik sebuah SMK analis kimia (2027), siswa membuat etil asetat dengan memanaskan etanol, asam asetat, dan sedikit H_2SO_4 pekat. Setelah dituang ke air dingin, terbentuk dua lapisan; lapisan atas berbau buah. Saat lapisan atas dikocok dengan larutan $NaHCO_3$, muncul sedikit gelembung gas.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Pernyataan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

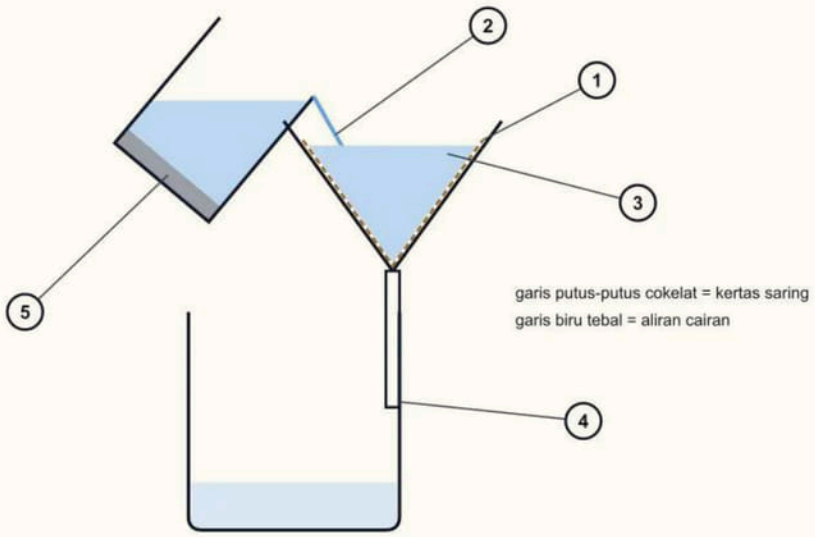
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Lapisan atas adalah air karena massa jenis etil asetat lebih besar daripada air.
☐ B. Bau buah pada lapisan atas menunjukkan terbentuknya ester.
☐ C. Etil asetat bereaksi dengan $NaHCO_3$ menghasilkan gas CO_2.
☐ D. Gelembung dengan $NaHCO_3$ menunjukkan produk masih mengandung sisa asam.
☐ E. Produk dicuci dengan larutan $NaHCO_3$ sampai tidak bergelembung lagi untuk menghilangkan sisa asam.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

17. Di laboratorium sebuah pabrik kapur pertanian (2026), siswa PKL menyaring endapan kalsium oksalat untuk gravimetri seperti gambar. Pembimbing meminta siswa lain menilai bagian bernomor.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Penilaian yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Penyaringan endapan oleh siswa PKL



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Bagian 1 perlu diperbaiki karena tepi kertas saring seharusnya lebih tinggi daripada tepi corong.

☐ B. Bagian 2 perlu diperbaiki: cairan dituang melalui batang pengaduk agar tidak memercik dan tidak tumpah.

☐ C. Bagian 3 perlu diperbaiki: permukaan cairan di corong dijaga di bawah sekitar dua pertiga tinggi kertas.

☐ D. Bagian 4 perlu diperbaiki: ujung tangkai corong dijauhkan dari dinding gelas agar filtrat tidak memercik.

☐ E. Bagian 5 sudah benar: endapan dibiarkan mengendap agar cairan jernih dapat dituang lebih dulu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

18. Sebuah pabrik suplemen (2026) mengklaim tabletnya berisi besi(II) fumarat. Laboratorium mutu melarutkan tablet dalam asam encer dan menambahkan KSCN: larutan hampir tidak berwarna. Setelah ditambah beberapa tetes H_2O_2, larutan segera menjadi merah darah.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Sampel tidak mengandung besi karena KSCN pada awalnya tidak memberi warna
B. Sampel mengandung sedikit Fe^{3+} yang baru terlihat setelah H_2O_2 menaikkan kepekaan uji
C. H_2O_2 bereaksi langsung dengan SCN^- membentuk senyawa berwarna merah
D. Sampel mengandung Fe^{2+} dan Fe^{3+} sama banyak sejak tablet dilarutkan
E. Fe^{2+} dalam sampel dioksidasi H_2O_2 menjadi Fe^{3+} yang bereaksi dengan SCN^-

19. Laboratorium mutu sebuah pabrik susu kedelai bubuk (2027) menguji protein. Sebanyak 1 g sampel dilarutkan dalam 100 mL air, lalu larutan itu diencerkan lagi 100 kali sebelum diuji biuret. Warnanya tetap biru muda, sehingga analis muda menyimpulkan "sampel tidak mengandung protein". Supervisor meragukan kesimpulan itu karena susu kedelai biasanya kaya protein.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tindak lanjut yang paling tepat adalah ....

A. Menerima kesimpulan karena uji biuret pada sampel memberi hasil negatif
B. Mengganti uji dengan ninhidrin karena biuret tidak mendeteksi protein kedelai
C. Menambah pereaksi biuret dua kali lebih banyak pada larutan encer yang sama
D. Mengulang biuret memakai larutan yang lebih pekat, disertai kontrol positif
E. Memanaskan larutan sampai mendidih agar protein menggumpal, lalu mengujinya kembali

20. Di laboratorium sebuah usaha air minum isi ulang (2027), spektrofotometer dinolkan dengan air suling. Kadar besi ditentukan dengan pereaksi warna yang sedikit menyerap pada panjang gelombang kerja.

Larutan	Absorbans
Blanko pereaksi (air suling + pereaksi)	0,102
Standar besi 2,00 mg/L + pereaksi	0,452
Sampel + pereaksi	0,277

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kadar besi dalam sampel adalah ....

A. 0,50 mg/L
B. 0,77 mg/L
C. 1,00 mg/L
D. 1,23 mg/L
E. 1,58 mg/L

21. Siswa PKL di laboratorium sebuah pabrik minuman isotonik (2026) bertugas merawat pH meter. Pembimbing memintanya menilai catatan kebiasaan analis sebelumnya.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kebiasaan yang tepat adalah ....
(Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Bola kaca elektrode yang kotor digosok kuat dengan tisu kasar sampai bersih.
☐ B. Elektrode disimpan terendam larutan penyimpan KCl sesuai petunjuk, bukan dalam air suling.
☐ C. Elektrode dibilas air suling dan ditempel tisu lembut setiap pindah larutan.
☐ D. Pembacaan dicatat setelah angka di layar stabil, bukan pada detik pertama elektrode dicelupkan.
☐ E. Elektrode yang kering beberapa hari langsung dipakai karena kesalahannya akan dikoreksi oleh kalibrasi.

22. Laboratorium sebuah penggilingan padi (2026) menetapkan kadar air gabah panen 22% (basis basah). Gabah 1.000 kg harus dikeringkan sampai kadar air 14% sebelum digiling.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Massa air yang harus diuapkan adalah sekitar ....

A. 80 kg
B. 93 kg
C. 140 kg
D. 220 kg
E. 907 kg

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

23. Laboratorium mikrobiologi sebuah pabrik selai buah (2027) membuat PDA bersuasana asam (pH 3,5) untuk menghitung kapang dan khamir. Minggu lalu asam tartrat steril ditambahkan sebelum media diautoklaf, dan media tidak memadat di cawan. Pita indikator autoklaf berubah warna dan takaran serbuk sudah sesuai label.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Cara kerja yang paling tepat untuk pembuatan berikutnya adalah ....

A. Menambahkan asam tartrat steril setelah media diautoklaf dan agak dingin, sesaat sebelum dituang
B. Menambahkan asam tartrat sebelum autoklaf seperti biasa, tetapi dengan takaran serbuk agar dua kali lipat
C. Menuang media lebih dulu, lalu meneteskan asam tartrat ke permukaan agar setelah media memadat
D. Merebus media 15 menit sebagai pengganti autoklaf agar agar tidak rusak oleh suhu tinggi
E. Menambahkan asam tartrat sebelum autoklaf, lalu memperpanjang waktu autoklaf agar agar larut sempurna

24. Laboratorium sebuah pabrik tahu (2027) menguji air sumur untuk perebusan kedelai. Saat air dididihkan, terbentuk endapan putih. Setelah disaring, air hasil pendidihan menghasilkan busa sabun yang banyak, sedangkan air sebelum dididihkan sulit berbusa.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Endapan putih saat pendidihan berasal dari kalsium bikarbonat yang berubah menjadi kalsium karbonat.	○	○
Busa yang banyak setelah pendidihan menunjukkan kesadahan air itu sebagian besar kesadahan sementara.	○	○
Pendidihan juga menghilangkan kesadahan yang berasal dari $CaSO_4$ dan $MgCl_2$.	○	○

25. Laboratorium mutu sebuah pabrik obat generik (2027) memeriksa bahan baku parasetamol dengan KLT. Pada pelat yang sama, standar parasetamol murni memberi satu bercak dengan Rf 0,45. Sampel memberi bercak besar dengan Rf 0,45 dan bercak kecil dengan Rf 0,70.
(Nama orang, lembaga, dan data disusun untuk latihan soal; fiktif.)
Kesimpulan yang paling tepat adalah ....

A. Sampel parasetamol murni karena bercak utamanya sama dengan standar
B. Sampel bukan parasetamol karena memberi dua bercak
C. Eluen tidak sesuai karena sampel memberi lebih dari satu bercak
D. Sampel parasetamol yang mengandung pengotor dengan Rf 0,70
E. Parasetamol dalam sampel terurai selama elusi menjadi dua zat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lembar jawaban

No	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	○
2					
3					
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○
7					
8	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
10					
11	○	○	○	○	○
12					
13					
14	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○
16					
17					
18	○	○	○	○	○

No	A	B	C	D	E
19	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○
21					
22	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○
24					
25	○	○	○	○	○

Soal PG kompleks / Benar–Salah (nomor 2, 3, 7, 10, 12, 13, 16, 17, 21, 24): jawab langsung pada soalnya.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya	7	___ / 1	Ulangi hlm. 9
Sub bab 1.2 · Pengelolaan alat gelas laboratorium	5	___ / 1	Ulangi hlm. 28
Sub bab 1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum	4	___ / 1	Ulangi hlm. 43
Sub bab 2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan	6	___ / 1	Ulangi hlm. 72
Sub bab 2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator	9	___ / 1	Ulangi hlm. 85
Sub bab 2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram	10	___ / 1	Ulangi hlm. 99
Sub bab 3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan	8	___ / 1	Ulangi hlm. 139
Sub bab 3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi	3	___ / 1	Ulangi hlm. 154
Sub bab 3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi	1	___ / 1	Ulangi hlm. 169
Sub bab 3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan	2, 17	___ / 2	Ulangi hlm. 184
Sub bab 4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi	16	___ / 1	Ulangi hlm. 215
Sub bab 4.3 · Analisis kualitatif protein	19	___ / 1	Ulangi hlm. 241
Sub bab 4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air	22	___ / 1	Ulangi hlm. 254
Sub bab 5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah	24	___ / 1	Ulangi hlm. 279
Sub bab 5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi	18	___ / 1	Ulangi hlm. 293
Sub bab 5.3 · Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air	11	___ / 1	Ulangi hlm. 307
Sub bab 6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia	21	___ / 1	Ulangi hlm. 334
Sub bab 6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri	20	___ / 1	Ulangi hlm. 350
Sub bab 6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi	12	___ / 1	Ulangi hlm. 364

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi	25	___ / 1	Ulangi hlm. 376
Sub bab 7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan	13	___ / 1	Ulangi hlm. 409
Sub bab 7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi	23	___ / 1	Ulangi hlm. 423
Sub bab 7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number	14, 15	___ / 2	Ulangi hlm. 435

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Bagian D · Kunci dan Pembahasan

Urutan sama dengan buku. Setiap pembahasan memuat konsep, langkah, dan alasan tiap pilihan. Baca pembahasan soal yang kamu jawab salah — dan juga yang kamu jawab benar tetapi menebak.

Latihan sub bab 1.1

No. 1 Kunci: A, C

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Penanganan bahan kimia mempertimbangkan jenis (mudah menyala, pengoksidasi, korosif), jumlah (batas penyimpanan di ruang kerja), dan tingkat bahaya. Cairan mudah menyala dijauhkan dari sumber panas/api dan dari pengoksidasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Jumlah di ruang kerja menjadi 10 L (sesuai batas SOP), dan kelebihannya disimpan di gudang khusus.

• **Pernyataan 2** ✗ Jumlahnya 20 L, melebihi batas 10 L, dan tidak berada di lemari bahan mudah menyala.

• **Pernyataan 3** ✓ Penuangan di lemari asam mengurangi uap di ruangan dan jauh dari api; botol kecil tetap disimpan di lemari bahan mudah menyala sehingga jumlah total di ruangan tidak melebihi 10 L.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: tutup rapat tidak menghilangkan bahaya; oven adalah sumber panas dan jeriken itu juga berada di luar lemari bahan mudah menyala.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: baki menampung tumpahan, tetapi asam nitrat pekat adalah pengoksidasi kuat yang dapat bereaksi hebat dengan etanol; keduanya harus dipisahkan.

Jawaban: pernyataan 1, 3.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Penanganan tumpahan ditentukan oleh jenis, jumlah, dan tingkat bahaya bahan. Tumpahan besar yang menimbulkan uap korosif ditangani tim dengan APD pernapasan; orang lain mengamankan area dan melapor.

Langkah:

1. Jumlah 2,5 L dan banyak uap → golongan tumpahan besar menurut SOP.
2. Yoga sendirian dan tanpa respirator → tidak boleh menangani sendiri.
3. Tindakan: keluar, cegah orang masuk, laporkan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: respirator memang diperlukan, tetapi menurut SOP tumpahan lebih dari 1 L ditangani tim tanggap darurat, bukan satu orang sendirian.

• **B.** ✗ Air memperluas genangan dan uap, lalu asam masuk ke saluran pembuangan.

• **C.** ✓ Sesuai SOP untuk tumpahan besar: amankan area, cegah orang masuk, panggil tim yang berperalatan.

• **D.** ✗ Jebakan: menutup pintu memang membatasi uap, tetapi tidak ada tanda larangan masuk dan tidak ada laporan ke tim; penanganan tetap dilakukan sendiri.

• **E.** ✗ Kain lap tidak menghentikan uap HCl dan menunggu di dalam ruangan membuat Yoga terus terpapar.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Air dan larutan membasahi kaca bersih secara merata. Tetesan yang menempel menandakan lapisan lemak di dinding; buret harus dicuci dengan larutan pembersih/deterjen, dibilas air dan air suling, lalu dibilas dengan titran sebelum diisi.

Langkah:

1. Penyebab: dinding berlemak (hanya dibilas air).
2. Lemak tidak hilang oleh pembilasan titran atau pemanasan, dan koreksi angka sembarang tidak sah.
3. Cuci dengan deterjen + sikat, bilas air suling, bilas titran.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: membilas dengan titran memang langkah yang benar sebelum mengisi buret, tetapi tidak menghilangkan lapisan lemak.
- **B.** ✗ Alat volumetrik tidak boleh dipanaskan, dan lemak tidak hilang dengan pengeringan.
- **C.** ✗ Jebakan: air hangat melunakkan kotoran biasa, tetapi tidak melarutkan lapisan lemak; tanpa deterjen dinding tetap tidak terbasahi rata.
- **D.** ✗ Jebakan: menunggu memang dianjurkan agar cairan di dinding turun, tetapi pada dinding berlemak tetesan tetap menempel sehingga volume tetap salah.
- **E.** ✓ Penyebab (lemak) dihilangkan, lalu buret dikondisikan dengan titran sehingga pembacaan kembali tepat.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Alat volumetrik (pipet volumetrik, labu ukur, buret) dipakai bila volume harus tepat; gelas ukur dan gelas kimia untuk volume perkiraan.

Langkah:

1. (1) harus tepat 25,00 mL → pipet volumetrik (buret juga mungkin).
2. (2) cukup perkiraan → gelas ukur.
3. (3) harus tepat 100,0 mL → labu ukur.
4. Hanya opsi E yang benar untuk ketiganya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Gelas ukur tidak memberi ketelitian 25,00 mL untuk sampel; pipet volumetrik untuk penyangga tidak salah tetapi tugas (1) sudah gagal.
- **B.** ✗ Jebakan: tugas (1) dan (2) terpenuhi, tetapi larutan standar tidak dapat dibuat tepat 100,0 mL di gelas kimia.
- **C.** ✗ Gelas ukur 100 mL tidak memberi ketelitian larutan standar.
- **D.** ✗ Jebakan: buret dapat mengeluarkan 25,00 mL dengan teliti, tetapi erlenmeyer bertanda bukan alat volumetrik untuk larutan standar.
- **E.** ✓ Pipet volumetrik untuk volume tepat, gelas ukur untuk volume perkiraan, labu ukur untuk larutan standar.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: A

Konsep: Neraca analitik peka terhadap arus udara, perubahan suhu, dan getaran. Tempat yang baik: meja kokoh (beton/antigetar), jauh dari pintu, lemari asam, oven/tanur, dan alat bergetar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Posisi 1: meja dinding (beton), jauh dari pintu, lemari asam, oven, dan sentrifus → memenuhi semua syarat.
2. Posisi 2: di samping pintu utama (arus udara).
3. Posisi 3: meja tengah bersebelahan dengan sentrifus (getaran).
4. Posisi 4: tepat di samping lemari asam (arus udara kipas).
5. Posisi 5: bersebelahan dengan oven dan tanur (panas).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Meja dinding beton yang jauh dari semua sumber gangguan.
- **B.** ✗ Jebakan: mejanya di dinding, tetapi berada tepat di depan pintu utama yang sering dibuka-tutup.
- **C.** ✗ Di meja tengah yang juga ditempati sentrifus; getaran sentrifus mengganggu penimbangan.
- **D.** ✗ Jebakan: posisi di meja dinding yang tenang, tetapi bersebelahan dengan lemari asam yang kipasnya menarik udara.
- **E.** ✗ Bersebelahan dengan oven dan tanur yang memancarkan panas.

Jawaban: A.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Titik akhir ditentukan oleh jumlah mol analit dan mol titran yang bereaksi, bukan oleh volume total larutan. Air yang tersisa di erlenmeyer hanya menambah volume total; jumlah mol analit yang sudah dipipet tidak berubah. Pipet dan buret berbeda: air sisa di dindingnya mengencerkan larutan yang akan dipindahkan, sehingga harus dibilas dengan larutannya sendiri.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: air tidak mengurangi mol analit; pengeringan oven tidak diperlukan.
- **B.** ✗ Jebakan: pembilasan dengan larutan berlaku untuk pipet dan buret, bukan untuk erlenmeyer tempat titrasi.
- **C.** ✗ Jebakan: volume total tidak menggeser titik akhir; yang menentukan adalah mol analit.
- **D.** ✗ Jebakan: tidak ada koreksi yang diperlukan karena volume total tidak masuk perhitungan.
- **E.** ✓ Mol analit tetap sama, sehingga hasil titrasi tidak berubah.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: A

Konsep: SDS (*safety data sheet*) disusun dalam 16 bagian yang urutannya baku. Bagian yang menjawab "pakai apa" adalah pengendalian pajanan/perlindungan diri (APD), sedangkan "bila terkena kulit" dijawab bagian tindakan pertolongan pertama.

Langkah:

1. Kebutuhan 1: APD yang diwajibkan → bagian pengendalian pajanan dan perlindungan diri.
2. Kebutuhan 2: tindakan bila terkena kulit → bagian tindakan pertolongan pertama.
3. Cari opsi yang memuat keduanya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Memuat bagian APD dan bagian pertolongan pertama.
- **B.** ✗ Jebakan: sifat fisika-kimia dan pengangkutan memang ada di SDS, tetapi tidak menjawab APD dan pertolongan pertama.
- **C.** ✗ Jebakan: ekologi dan pembuangan menjawab dampak lingkungan dan limbah, bukan keselamatan saat bekerja.
- **D.** ✗ Jebakan: komposisi dan peraturan memberi identitas dan dasar hukum bahan, bukan tindakan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **E.** ✗ Jebakan: toksikologi memang membahas efek pada tubuh, tetapi bukan tindakan penanganannya; stabilitas membahas kondisi yang harus dihindari.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: A

Konsep: Pelarut mudah menyala dipanaskan dengan penangas air atau mantel pemanas yang dirancang untuk itu, bukan dengan nyala langsung atau permukaan membara. Yang menyala adalah uapnya, dan uap itu berat sehingga menyebar di dekat meja sampai menemui sumber nyala.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penangas air bersuhu terkendali tidak melampaui suhu airnya dan tidak memiliki permukaan membara; botol lain dijauhkan.

• **B.** ✗ Jebakan: nyala Bunsen walaupun kecil adalah sumber api langsung di dekat uap etanol.

• **C.** ✗ Jebakan: oven biasa memiliki elemen pemanas dan percikan di dalam ruang tertutup; uap yang menumpuk dapat menyala.

• **D.** ✗ Jebakan: tutup kaca arloji tidak menghentikan uap, dan pelat membara tetap menjadi sumber nyala.

• **E.** ✗ Jebakan: memantau suhu tidak menghilangkan sumber nyala; pelat yang membara jauh di atas titik nyala etanol.

Jawaban: A.

No. 4 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Labu ukur berlabel "In 20 °C" dikalibrasi untuk 20 °C, sehingga volume ditepatkan pada suhu ruang. Setelah dikocok, sebagian larutan membasahi dinding leher labu sehingga permukaan turun sedikit; hal ini wajar. Gelas ukur dan pipet volumetrik berbeda ketelitiannya karena dibuat untuk tujuan berbeda.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Cairan hangat memuai; setelah dingin volumenya menyusut sehingga konsentrasi menjadi keliru bila ditepatkan saat hangat.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: gelas ukur ketelitiannya jauh di bawah pipet volumetrik; membaca dengan teliti tidak menutup perbedaan itu.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Menambah air setelah dikocok membuat larutan lebih encer dari seharusnya; penurunan permukaan karena dinding leher yang basah adalah hal biasa.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 5 Kunci: B

Konsep: Basa kuat yang lama berada di alat gelas pelan-pelan mengikis permukaannya dan membuat keran serta sumbat macet. Karena itu NaOH tidak disimpan di buret atau labu ukur. Alat volumetrik juga tidak dipanaskan atau dioven.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: NaOH tidak menguap; yang terjadi adalah pengikisan kaca dan keran macet selama semalam.

• **B.** ✓ Sisa dibuang ke wadah limbah basa dan buret dibilas bersih, sehingga kaca dan keran tidak rusak.

• **C.** ✗ Jebakan: oven merusak kalibrasi alat volumetrik, dan NaOH panas lebih cepat mengikis kaca.

• **D.** ✗ Jebakan: labu ukur bukan tempat menyimpan, dan NaOH mengikis kaca labu yang dikalibrasi.

• **E.** ✗ Jebakan: pelumas berlebih mengotori larutan dan tidak menghentikan pengikisan oleh NaOH di dalam buret.

Jawaban: B.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 6 Kunci: D

Konsep: Neraca analitik harus rata. Gelembung waterpass di tengah lingkaran menandakan neraca mendatar; bila tidak, kaki ulir diputar sampai gelembung berada di tengah, lalu neraca diperiksa dengan anak timbang standar sebelum dipakai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: koreksi tetap yang ditebak tidak menghilangkan kesalahan, karena besarnya berubah menurut posisi bahan.

• **B.** ✗ Jebakan: ganjalan kertas tidak stabil dan dapat bergeser; kaki ulir dirancang untuk mengatur tinggi.

• **C.** ✗ Jebakan: menggeser bahan membuat hasil tergantung posisi, bukan menimbang secara benar.

• **D.** ✓ Kaki ulir diatur sampai rata, lalu anak timbang standar memastikan neraca menunjukkan massa yang benar.

• **E.** ✗ Jebakan: menunggu menghilangkan kesalahan suhu, tetapi tidak membetulkan kemiringan.

Jawaban: D.

No. 7 Kunci: B

Konsep: SDS dibaca per bagian pada saat yang tepat. Sebelum bekerja dibaca bagian identifikasi bahaya (2), penanganan dan penyimpanan (7), pengendalian pajanan dan APD (8), serta reaktivitas (10). Rencana kerja yang aman harus memenuhi semua bagian itu sekaligus, bukan sebagian.

Langkah:

1. Bagian 2: cairan dan uap sangat mudah menyala, dapat menyebabkan kantuk dan pusing, mengiritasi mata → kerja di lemari asam, jauh dari api.
2. Bagian 8: neoprena tebal tahan lebih dari 480 menit, sedangkan nitril tipis ditembus dalam 5 menit → pilih neoprena tebal.
3. Bagian 7: simpan di lemari bahan mudah menyala, jauh dari panas dan nyala.
4. Bagian 10: hindari pengoksidasi kuat (asam nitrat pekat) → tidak boleh berdekatan.
5. Pilih opsi yang memenuhi keempat bagian.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: sarung tangan dan tempat kerja benar, tetapi penyimpanan di rak asam nitrat pekat melanggar bagian 10 (pengoksidasi bertemu pelarut mudah menyala).

• **B.** ✓ Neoprena tebal (bagian 8), lemari asam (bagian 2 dan 8), lemari bahan mudah menyala (bagian 7); jauh dari pengoksidasi.

• **C.** ✗ Jebakan: nitril tipis lazim dipakai, tetapi waktu tembusnya hanya 5 menit sehingga tidak melindungi dari PX-7.

• **D.** ✗ Jebakan: uap yang menyebabkan kantuk dan pusing menuntut lemari asam; meja kerja tidak memenuhi bagian 8.

• **E.** ✗ Jebakan: pelarut mudah menyala tidak disimpan di kulkas rumah tangga karena komponen listriknya dapat memercik di ruang yang penuh uap.

Jawaban: B.

No. 8 Kunci: A, C, D

Konsep: Sampel harus mewakili bahan yang diperiksa dan tidak berubah sampai diuji. Sampel bersuspensi dikocok sampai homogen sebelum bagian uji diambil; sifat yang cepat berubah (pH, suhu) diukur di tempat; sampel disimpan dingin dan diuji sebelum batas waktu simpan; label memakai tinta tahan air.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Tanpa pengocokan, partikel yang mengendap tidak ikut terambil dan TSS terukur terlalu rendah.

• **B.** ✗ Jebakan: mengambil bagian atas sampel yang didiamkan tidak mewakili aliran limbah; partikel

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

yang mengendap terlewat.

• **C.** ✓ pH dan suhu dapat berubah selama pengangkutan, sehingga dicatat di lokasi.

• **D.** ✓ Pendinginan memperlambat perubahan, dan analisis sebelum batas 7 hari menjaga sampel tetap mewakili.

• **E.** ✗ Jebakan: spidol biasa dapat luntur oleh air es dan kondensasi; sampel dengan label tak terbaca tidak dianalisis sebelum identitasnya dipastikan.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Bahan tanpa label tidak boleh dipakai, dicium, atau dicicipi karena identitas dan bahayanya tidak diketahui. Kejernihan dan pH netral tidak membuktikan bahwa cairan itu air. Bahan dipisahkan, ditandai, dan dilaporkan agar diperiksa dan dikelola sebagai limbah B3 bila perlu; ini juga bagian dari budaya kerja yang rapi dan jujur.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: mencium bahan tak dikenal berbahaya, dan label dari tebakan menyesatkan orang lain.

• **B.** ✗ Jebakan: pH netral dimiliki banyak cairan lain (pelarut organik, larutan garam), sehingga tidak membuktikan air suling.

• **C.** ✗ Jebakan: bening tidak berarti aman; isi yang tak dikenal dapat berupa pelarut atau larutan berbahaya.

• **D.** ✗ Jebakan: memberi label tanpa bukti membuat orang lain memakai cairan yang tak dikenal.

• **E.** ✓ Dipisahkan, diberi tanda larangan, dan dilaporkan sesuai SOP.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: C

Konsep: Skala tercetak di dinding depan tabung, sedangkan dasar meniskus berada di tengah tabung. Mata yang lebih tinggi memotong skala di titik yang lebih tinggi daripada dasar meniskus; mata yang lebih rendah memotongnya di titik yang lebih rendah. Pada buret angka 0 di atas, sehingga titik yang lebih tinggi berarti angka yang lebih kecil.

Langkah:

1. Awal dibaca dari atas → titik terbaca lebih tinggi → angka terbaca **terlalu kecil**.
2. Akhir dibaca dari bawah → titik terbaca lebih rendah → angka terbaca **terlalu besar**.
3. Volume titran = akhir − awal → akhir yang membesar dikurangi awal yang mengecil, sehingga kedua kesalahan menambah selisih: volume terlalu besar.
4. Kadar sampel sebanding dengan volume titran → kadar terhitung **terlalu tinggi**.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: arah paralaks dibalik, seolah buret dibaca seperti gelas ukur (angka naik ke atas).

• **B.** ✗ Jebakan: selisih tetap hanya bila kedua pembacaan salah searah dengan besar sama; di sini arahnya berlawanan sehingga kesalahan menumpuk.

• **C.** ✓ Awal terlalu kecil, akhir terlalu besar, volume dan kadar terlalu tinggi.

• **D.** ✗ Jebakan: arah pembacaan benar, tetapi simpulan kadar keliru; kadar sebanding dengan volume titran, bukan berbanding terbalik.

• **E.** ✗ Jebakan: kesalahan baca tidak mengubah reaksi, tetapi mengubah volume yang dimasukkan ke perhitungan sehingga kadar ikut keliru.

Jawaban: C.

No. 11 Kunci: D

Konsep: Pada buret angka 0 berada di atas sehingga skala naik ke bawah, dan volume titran = pembacaan akhir − pembacaan awal. Pembacaan dilakukan pada dasar meniskus; garis kecil di antara dua angka dibaca ke bawah dari angka di atasnya, dan angka terakhir ditaksir di antara dua garis.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Awal: dasar meniskus berada di tengah antara garis 2,4 dan 2,5 → 2,45 mL.
2. Akhir: dasar meniskus tepat pada garis kedua di bawah angka 31 → 31,20 mL.
3. Volume titran = 31,20 − 2,45 = **28,75 mL**.
4. Cek: akhir harus lebih besar daripada awal, dan selisih 28,75 mL wajar untuk buret 50 mL.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 31,20 mL hanya pembacaan akhir; awal dianggap nol padahal buret dimulai dari 2,45 mL.

• **B.** ✗ Jebakan: 33,65 mL = 2,45 + 31,20; kedua pembacaan dijumlahkan, bukan dikurangkan.

• **C.** ✗ Jebakan: skala dibaca naik ke atas seperti gelas ukur (awal 3,55; akhir 32,80), sehingga selisihnya 29,25 mL.

• **D.** ✓ 31,20 − 2,45 = 28,75 mL.

• **E.** ✗ Jebakan: pembacaan awal diambil pada tepi atas meniskus (2,30) dan akhir pada dasar (31,20); cara baca harus sama dan memakai dasar meniskus untuk larutan bening.

Jawaban: D.

No. 12 Kunci: B, D, E

Konsep: Pada paparan bahan korosif, kecepatan membilas menentukan akibatnya. Mata dan kulit dibilas lebih dulu dengan air mengalir sedikitnya 15 menit; pakaian dan perhiasan yang terkena dilepas; setelah itu penilaian medis dan pelaporan. Basa kuat menembus jaringan lebih dalam daripada asam, sehingga setiap menit penundaan menambah kerusakan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menunggu perih mereda menunda pembilasan; basa kuat terus merusak mata walaupun rasa perih tampak berkurang.

• **B.** ✓ Pembilasan mata sedikitnya 15 menit dengan kelopak terbuka mengencerkan dan membuang basa dari permukaan mata.

• **C.** ✗ Jebakan: menetralkan di tubuh dengan asam tampak masuk akal, tetapi reaksi netralisasi melepas panas tambahan; air mengalir mengencerkan dan mendinginkan tanpa risiko itu.

• **D.** ✓ Pakaian dan perhiasan yang basah oleh basa menahan bahan di kulit; dilepas sambil membilas dengan air mengalir sedikitnya 15 menit.

• **E.** ✓ Setelah pembilasan, insiden dilaporkan dan korban diperiksa petugas medis karena luka basa dapat tidak tampak parah pada awalnya.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 13 Kunci: A, C, E

Konsep: Limbah laboratorium dikelola menurut sifat bahayanya. Bahan yang tidak cocok tidak boleh dicampur: oksidator kuat (asam nitrat pekat) bersama pelarut organik (aseton) dapat bereaksi hebat. Setiap wadah diberi label, dan pelarut organik tidak dibuang ke saluran air.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Asam nitrat pekat dan aseton ditampung di wadah berbeda agar tidak bereaksi.

• **B.** ✗ Jebakan: mencampur semua sisa dalam satu jeriken dapat memicu reaksi berbahaya dan membuat limbah tidak dapat ditangani sesuai jenisnya.

• **C.** ✓ Label isi, bahaya, dan tanggal memungkinkan petugas pengelola limbah menangani wadah dengan aman.

• **D.** ✗ Jebakan: aseton memang larut dalam air, tetapi pelarut organik mudah menyala dan berbahaya bagi saluran dan lingkungan; kelarutan bukan izin pembuangan.

• **E.** ✓ Wadah tertutup ditempatkan di penampungan sementara dan dipisahkan dari bahan yang tidak cocok.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 14 Kunci: A

Konsep: Labu ukur bertanda "In" dikalibrasi dengan volume yang ditampungnya. Volume dihitung dari massa air di dalamnya: V = m ÷ ρ, dengan ρ air pada suhu yang dipakai. Alat layak bila selisih terhadap nilai nominal tidak melebihi toleransi; alat tidak harus persis sama dengan nominal.

Langkah:

1. Massa air = 80,3310 − 30,5210 = 49,8100 g.
2. V = 49,8100 ÷ 0,99565 = 50,028 mL (dibulatkan tiga desimal).
3. Selisih = 50,028 − 50,000 = +0,028 mL.
4. |+0,028| < 0,06 → labu **layak**, volume terkalibrasi 50,028 mL.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 49,8100 ÷ 0,99565 = 50,028 mL; selisih +0,028 mL dalam toleransi.

• **B.** ✗ Jebakan: 49,810 mL mengabaikan massa jenis air (dianggap 1,000 g/mL), sehingga volume tampak terlalu kecil.

• **C.** ✗ Jebakan: 49,593 mL berasal dari massa × massa jenis, bukan massa ÷ massa jenis.

• **D.** ✗ Jebakan: volume yang tidak persis nominal tetap layak selama selisihnya dalam toleransi.

• **E.** ✗ Jebakan: 49,900 mL memakai massa jenis air pada 20 °C (0,99820 g/mL), padahal air ditimbang pada 30 °C.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Buku catatan adalah rekaman resmi dari apa yang benar-benar terjadi. Data mentah ditulis langsung saat bekerja; kesalahan dikoreksi dengan satu coretan lurus disertai paraf, tanggal, dan alasan sehingga tulisan lama tetap terbaca; hasil yang ditolak tetap dicatat.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: paraf dan tanggal memang diperlukan, tetapi angka lama harus tetap terbaca di balik satu coretan lurus; penghapus menyembunyikan data.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Hasil yang ditolak tetap dicatat dengan alasan agar ketertelusuran terjaga; laporan memakai hasil ulang yang lolos.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: isi salinan boleh sama, tetapi salinan itu bukan data asli; data harus ditulis langsung di buku bernomor halaman.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 16 Kunci: A, C, E

Konsep: NaOH bersifat higroskopis dan menyerap CO_2: massanya naik selama berada di udara terbuka. Bahan seperti ini ditimbang dengan penimbangan selisih memakai botol timbang bertutup, atau secepat mungkin dengan wadah ditutup kembali.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penjelasan yang benar tentang naiknya massa.
• **B.** ✗ Jebakan: kesimpulan berlebihan; neraca bekerja baik, yang berubah adalah massa zat.
• **C.** ✓ Penimbangan selisih mengurangi kontak dengan udara dan mengurangi kesalahan.
• **D.** ✗ Jebakan: massa tidak akan berhenti naik di udara terbuka; menunggu justru membuat massa makin menyimpang.
• **E.** ✓ Waktu kontak yang singkat dan botol yang segera ditutup mencegah penyerapan lebih lanjut.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 17 Kunci: D

Konsep: Sampel komposit sebanding debit (*flow-proportional*) dibuat dengan mengambil volume yang sebanding dengan debit saat itu. Dengan begitu waktu beraliran besar menyumbang lebih banyak ke sampel, sesuai porsinya dalam aliran sebenarnya.

Langkah:

1. Jumlah debit = 20 + 50 + 30 = 100 L/detik.
2. Bagian pukul 12.00 = 50 ÷ 100 = 0,5 dari total.
3. Volume = 0,5 × 2.000 mL = **1.000 mL**.
4. Cek: 08.00 → 400 mL; 16.00 → 600 mL; jumlah 400 + 1.000 + 600 = 2.000 mL ✓.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 400 mL adalah bagian pukul 08.00, bukan pukul 12.00.
• **B.** ✗ Jebakan: 600 mL adalah bagian pukul 16.00.
• **C.** ✗ Jebakan: 2.000 ÷ 3 membagi sama rata dan mengabaikan debit; itu komposit waktu, bukan proporsional debit.
• **D.** ✓ 50 ÷ 100 × 2.000 mL = 1.000 mL.
• **E.** ✗ Jebakan: 2.000 × 50 ÷ 80 membagi dengan 80, yaitu jumlah debit pukul 12.00 dan 16.00 saja (debit pukul 08.00 terlupa), sehingga bagian terlalu besar.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Presisi hasil ulangan dinilai dengan rentang relatif terhadap batas SOP. Rentang dibagi rata-rata (bukan jumlah dan bukan dibandingkan langsung dengan angka batas persen). Bila gagal, SOP menyuruh mengulang, bukan memilih atau membuang hasil.

Langkah:

1. Rata-rata = (24,6 + 25,1 + 25,8) ÷ 3 = 75,5 ÷ 3 = 25,167 mg/100 mL.
2. Rentang = 25,8 − 24,6 = 1,2 mg/100 mL.
3. Rentang relatif = 1,2 ÷ 25,167 × 100 % = 4,77 % ≈ 4,8 %.
4. 4,8 % > 3,0 % → triplo **ditolak**; seluruh analisis diulang, hasil lama dicatat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 1,6 % berasal dari rentang dibagi jumlah ketiga hasil (1,2 ÷ 75,5), bukan rata-rata.
• **B.** ✗ Jebakan: membandingkan 1,2 mg/100 mL dengan batas 3,0 % mencampur satuan; batas adalah persen terhadap rata-rata.
• **C.** ✓ Rentang relatif 4,8 % melebihi 3,0 %; analisis diulang seluruhnya dan hasil lama dicatat.
• **D.** ✗ Jebakan: keputusan menolak benar, tetapi membuang satu hasil lalu melaporkan rata-rata sisanya melanggar SOP.
• **E.** ✗ Jebakan: keputusan menolak benar, tetapi melaporkan nilai tengah dari triplo yang gagal melewati aturan SOP.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 19 Kunci: B

Konsep: Ketelitian hasil dibatasi oleh alat dengan ketidakpastian relatif terbesar, yaitu toleransi dibagi nilai yang diukur, bukan toleransi mutlak yang terbesar. Pada buret, volume titran adalah selisih dua pembacaan sehingga ketidakpastiannya menjumlahkan toleransi kedua pembacaan.

Langkah:

1. Neraca: 0,0002 ÷ 0,2500 × 100 % = 0,08 %.
2. Labu ukur: 0,10 ÷ 100,0 × 100 % = 0,10 %.
3. Pipet volumetrik: 0,03 ÷ 25,00 × 100 % = 0,12 %.
4. Buret: dua pembacaan → 0,05 + 0,05 = 0,10 mL; 0,10 ÷ 12,50 × 100 % = **0,80 %**.
5. Terbesar: buret, 0,80 %.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: ±0,10 mL memang angka mutlak terbesar, tetapi dibagi 100,0 mL hasilnya hanya 0,10 %.
- **B.** ✓ 0,10 mL ÷ 12,50 mL = 0,80 %, tertinggi di antara keempat alat.
- **C.** ✗ Jebakan: angka 0,40 % lupa bahwa volume titran diperoleh dari dua pembacaan, sehingga toleransinya dijumlahkan.
- **D.** ✗ Jebakan: 0,12 % benar untuk pipet, tetapi bukan yang terbesar.
- **E.** ✗ Jebakan: 0,08 % benar untuk neraca, tetapi justru yang terkecil.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: A, B, E

Konsep: Benda hangat memanaskan udara di sekitarnya; arus udara naik mengangkat piringan secara semu sehingga hasil timbang lebih kecil dan berubah-ubah sampai benda mencapai suhu ruang. Penyebab ini berbeda dari bahan higroskopis, yang massanya naik karena menyerap uap air. Benda ditimbang setelah dingin di desikator, dipegang dengan penjepit, dan ditimbang dengan alat yang sama.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Pendinginan di desikator menghilangkan arus konveksi tanpa memberi kesempatan menyerap uap air.
- **B.** ✓ Minyak dan kelembapan dari jari menambah massa; cawan dipegang dengan penjepit.
- **C.** ✗ Jebakan: angka naik karena cawan hangat, bukan karena menyerap uap air; porselen kosong tidak higroskopis.
- **D.** ✗ Jebakan: pintu terbuka membiarkan arus udara mengganggu; menimbang cawan yang belum dingin tetap menghasilkan massa yang keliru.
- **E.** ✓ Neraca dan cawan yang sama membuat selisih penimbangan dapat dibandingkan tanpa menambah ketidakpastian dari alat berbeda.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Cara memadamkan api ditentukan oleh ukuran dan keterjangkauannya, sesuai SOP. Api kecil di dalam wadah ditutup; api yang sudah menjalar tetapi masih terjangkau dipadamkan dengan APAR yang sesuai sambil memberi tahu orang lain; api yang tak terkendali ditinggalkan dengan menutup pintu.

Langkah:

1. Klasifikasikan api: sudah menjalar di meja seluas ±1 m^2, bukan lagi api kecil di dalam wadah; asap belum tebal sehingga masih terjangkau.
2. Menurut SOP, kategori ini dipadamkan dengan APAR yang sesuai (CO_2 tersedia) sambil memberi tahu orang lain.
3. Tetap siap keluar bila api membesar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: mengibaskan lap memberi oksigen dan dapat menyebarkan nyala.

• **B.** ✗ Jebakan: penutup seukuran gelas kimia tidak menutup nyala seluas meja, dan menahannya dengan tangan melukai.

• **C.** ✗ Jebakan: memindahkan botol tampak hati-hati, tetapi membiarkan api menyebar ketika alat pemadam sudah tersedia.

• **D.** ✗ Jebakan: kategori ini sudah diatur SOP untuk dipadamkan sendiri; meninggalkan api yang masih terjangkau membiarkannya membesar.

• **E.** ✓ Sesuai SOP untuk api yang menjalar tetapi terjangkau: APAR CO_2, jarak aman, memberi tahu orang lain, dan siap keluar.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: C

Konsep: Pengendalian risiko disusun dari yang paling kuat ke yang paling lemah: (1) mengganti bahan berbahaya dengan yang lebih aman, (2) pengendalian teknik seperti lemari asam, (3) pengendalian administratif (SOP, jadwal, pelatihan, tanda), (4) alat pelindung diri. Bahan yang dihilangkan dari proses tidak lagi menimbulkan bahaya sama sekali.

Langkah:

1. Stem menyatakan penggantian diizinkan dan hasilnya setara; langkah terkuat adalah menghilangkan sumber bahaya.
2. Urutkan opsi: penggantian > lemari asam > jadwal dan tanda > APD.
3. Pilih penggantian.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: APD adalah lapis terakhir dan lateks tipis mudah ditembus banyak pelarut.

• **B.** ✗ Jebakan: mempersingkat paparan setiap orang tidak menghilangkan bahaya; ini pengendalian administratif.

• **C.** ✓ Mengganti benzena menghilangkan sumber bahaya pada asalnya.

• **D.** ✗ Jebakan: lemari asam sangat berguna (pengendalian teknik), tetapi benzena tetap ada dan tetap dapat terpapar bila lemari gagal; ia berada di bawah penggantian.

• **E.** ✗ Jebakan: tanda peringatan hanya memberi tahu bahaya; tidak mengurangi paparan.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: APD dipilih menurut bahan yang ditangani. Pelindung wajah menambah perlindungan, tidak menggantikan kacamata. Masker bedah hanya menahan percikan dan partikel besar, bukan uap atau gas; uap dikendalikan dengan lemari asam dan, bila perlu, respirator berkartrid yang sesuai bagi orang yang terlatih.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: masker bedah tidak melindungi dari uap amonia, berapa pun singkatnya pekerjaan; uap dikendalikan dengan lemari asam.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Pelindung wajah menahan percikan ke wajah, tetapi celah di sekitarnya tetap memerlukan kacamata rapat.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Bahan sarung tangan berbeda ketahanannya terhadap tiap bahan; daftarnya ada di bagian 8 SDS.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 24 Kunci: A, B, D

Konsep: Noda cokelat pada buret bekas $KMnO_4$ adalah MnO_2 yang dilarutkan oleh pereduksi dalam suasana asam. Buret dibilas dengan titran sendiri agar air sisa tidak mengencerkannya. Pada larutan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

yang sangat gelap, dasar meniskus tidak terlihat sehingga dibaca tepi atasnya, dengan cara yang sama setiap kali.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Asam oksalat yang diasamkan mereduksi MnO_2 menjadi Mn^{2+} yang larut dan tak berwarna.
• **B.** ✓ Pembilasan dengan titran membuat dinding buret terkondisikan oleh larutan yang sama.
• **C.** ✗ Jebakan: campuran kromat–asam sulfat dulu dipakai, tetapi kini ditinggalkan karena kromium(VI) bersifat karsinogen.
• **D.** ✓ Tepi atas dibaca pada larutan gelap, dan cara baca yang konsisten membuat selisih akhir − awal tetap benar.
• **E.** ✗ Jebakan: air sisa pada dinding buret mengencerkan titran sehingga konsentrasinya berubah; buret harus dibilas dengan titran.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 25 Kunci: B, C, E

Konsep: Tumpahan pelarut mudah menyala ditangani menurut urutan: amankan (matikan sumber nyala, beri tahu orang), batasi, serap dengan bahan lembam, kumpulkan sebagai limbah B3. Pelarut tidak dinetralkan karena bukan asam atau basa, dan tidak dibuang ke saluran. Jumlah 250 mL berada di bawah batas SOP 500 mL, tanpa korban, sehingga Wira boleh menanganinya sendiri.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: heksana tidak larut dalam air; air menyebarkan cairan yang mudah menyala dan uapnya mencapai sumber nyala atau lingkungan melalui saluran.
• **B.** ✓ Uap pelarut dapat menyala oleh pelat pemanas; sumber nyala dimatikan lebih dulu dan orang sekitar diberi tahu.
• **C.** ✓ Tanggul penyerap lembam membatasi genangan, lalu penyerapan dari tepi ke tengah mencegah genangan melebar.
• **D.** ✗ Jebakan: natrium bikarbonat adalah penetral asam; pada pelarut tidak ada yang dinetralkan.
• **E.** ✓ Penyerap yang sudah basah oleh pelarut tetap berbahaya dan dikelola sebagai limbah B3 dalam wadah bertutup dan berlabel.

Jawaban: B, C, dan E.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: D

Konsep: Mol = M × V (liter); massa murni = mol × Mr. Bila padatan hanya 98% NaOH, massa yang ditimbang = massa murni ÷ 0,98.

Langkah:

1. Mol NaOH = 0,20 × 0,250 = 0,050 mol → massa murni = 0,050 × 40 = 2,00 g.
2. Massa pelet = 2,00 ÷ 0,98 = 2,04 g.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jumlah mol (0,050) dibagi 0,98, belum dikalikan Mr.
• **B.** ✗ Jebakan: kadar dipakai untuk mengalikan (2,00 × 0,98), padahal pelet yang tidak murni harus ditimbang lebih banyak.
• **C.** ✗ Jebakan: massa NaOH murni, tetapi kadar pelet 98% tidak diperhitungkan.
• **D.** ✓ 2,00 g ÷ 0,98 = 2,04 g.
• **E.** ✗ Volume 0,250 L tidak diperhitungkan (0,20 × 40 ÷ 0,98).

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: D

Konsep: Larutan 1% (b/v) berisi 1 g zat dalam 100 mL larutan.

Langkah:

1. 1% (b/v) → 1 g per 100 mL.
2. Untuk 50 mL: 1 × 50 ÷ 100 = 0,50 g.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Volume dikalikan langsung tanpa dibagi 100.
- **B.** ✗ Salah letak koma (dibagi 10, bukan 100).
- **C.** ✗ Jebakan: 1 g adalah untuk 100 mL, bukan 50 mL.
- **D.** ✓ 1 g per 100 mL → 0,50 g per 50 mL.
- **E.** ✗ Dibagi 1000, seolah-olah persen per liter.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: D

Konsep: Massa yang ditimbang dihitung dengan Mr zat yang benar-benar ditimbang. Air kristal ikut tertimbang sehingga Mr hidrat yang dipakai.

Langkah:

1. Mol = 0,0500 × 0,2500 = 0,01250 mol.
2. Padatan berupa dihidrat → massa = 0,01250 × 126 = 1,575 g.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Mr anhidrat dipakai lalu hasilnya dibagi 2 karena mengira asam diprotik memerlukan setengah mol.
- **B.** ✗ Mr hidrat benar, tetapi hasilnya dibagi 2 karena salah mengira asam diprotik.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai Mr anhidrat (90), padahal yang ditimbang padatan dihidrat sehingga larutan menjadi lebih encer dari 0,0500 M.
- **D.** ✓ 0,01250 mol × 126 g/mol = 1,575 g.
- **E.** ✗ Volume 250 mL tidak diperhitungkan (0,0500 × 126).

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Standar primer ditimbang teliti; mol standar dihitung dengan Mr zat yang ditimbang (dekahidrat). Mol HCl = 2 × mol boraks; M HCl = mol HCl ÷ volume HCl.

Langkah:

1. Mol boraks = 0,3814 ÷ 381,4 = 1,000 mmol.
2. Mol HCl = 2 × 1,000 = 2,000 mmol.
3. M HCl = 2,000 ÷ 20,00 = 0,1000 M.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: mol HCl dibagi volume air di erlenmeyer (50 mL), padahal yang dibagi adalah volume HCl yang terpakai.
- **B.** ✗ Jebakan: perbandingan mol dianggap 1 : 1.
- **C.** ✗ Memakai Mr anhidrat dan perbandingan 1 : 1 sekaligus.
- **D.** ✓ 2 × 1,000 mmol ÷ 20,00 mL = 0,1000 M.
- **E.** ✗ Jebakan: memakai Mr anhidrat (201,2), padahal yang ditimbang boraks dekahidrat.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: A, B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Botol kerja (wadah sekunder) diberi label yang memuat identitas larutan, konsentrasi, tanggal, pembuat, serta piktogram dan kata sinyal bahaya; disimpan sesuai sifat bahayanya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Identitas, konsentrasi, tanggal, dan pembuat membuat larutan dapat ditelusuri dan tidak tertukar.

• **Pernyataan 2** ✓ Bahaya larutan tetap ada walaupun volumenya kecil; pengguna lain harus dapat melihatnya.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: tampak hemat, tetapi larutan yang sudah dipakai bergantian dapat tercemar dan akan mencemari seluruh isi botol stok; sisa diperlakukan sebagai limbah sesuai SOP.

• **Pernyataan 4** ✓ Larutan korosif disimpan rendah dengan penampung tumpahan dan dipisahkan dari bahan yang bereaksi dengannya.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: kata sinyal ditentukan oleh tingkat bahaya bahan, bukan oleh volumenya; HCl 6 M tetap "BAHAYA" seperti botol stok.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 2 Kunci: B, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Label larutan kerja menjamin ketertelusuran (nama, konsentrasi, tanggal, pembuat) dan keselamatan (piktogram). Wadah dipilih sesuai sifat larutan: basa kuat tidak memakai tutup kaca asah.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Gambar sudah memuat "Dibuat: 14-01-2027". Temuan ini salah baca gambar.

• **Pernyataan 2** ✓ Baris "Oleh" pada label masih kosong.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: nama dan konsentrasi memang ada, tetapi nama pembuat dan piktogram bahaya belum ada.

• **Pernyataan 4** ✓ NaOH 1 M bersifat korosif; label pada gambar tidak memuat piktogram apa pun.

• **Pernyataan 5** ✓ Botol pada gambar bertutup kaca asah; NaOH dapat membuat tutup itu macet.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: Setiap mol Ca dalam sampel menjadi satu mol CaO. Kadar = massa $CaCO_3$ setara ÷ massa sampel, atau perbandingan massa CaO hasil dengan massa CaO perkiraan untuk sampel murni.

Langkah:

1. Mol CaO = 0,252 ÷ 56 = 0,00450 mol = mol $CaCO_3$.
2. Massa $CaCO_3$ = 0,00450 × 100 = 0,450 g.
3. Kadar = 0,450 ÷ 0,500 × 100% = 90,0% (sama dengan 0,252 ÷ 0,280).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Faktor dibalik: massa CaO dikali 56 ÷ 100 lalu dibagi massa sampel (0,252 × 0,56 ÷ 0,500).
- **B.** ✗ Massa CaO dibagi 0,560 (salah letak koma pada perkiraan).
- **C.** ✗ Jebakan: massa CaO langsung dibagi massa sampel, tanpa diubah menjadi $CaCO_3$.
- **D.** ✗ Itu persentase massa CaO dalam $CaCO_3$ (56 ÷ 100), bukan kadar sampel.
- **E.** ✓ 0,252 ÷ 0,280 × 100% = 90,0%.

Jawaban: E.

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: C

Konsep: Persen bobot per volume (% b/v) menyatakan gram zat terlarut dalam 100 mL larutan. Jadi 5 % (b/v) berarti 5 g KSCN tiap 100 mL larutan.

Langkah:

1. 5 % (b/v) = 5 g per 100 mL.
2. Untuk 250 mL: massa = 5 g × (250 ÷ 100) = 12,5 g.
3. Cek: 12,5 g ÷ 250 mL × 100 = 5 % ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 5 % dibaca sebagai 0,5 g per 100 mL (faktor 10 meleset), sehingga massa terlalu kecil.
- **B.** ✗ Jebakan: hanya 5 g per 100 mL; volume 250 mL tidak diperhitungkan.
- **C.** ✓ 5 × 250 ÷ 100 = 12,5 g.
- **D.** ✗ Jebakan: 5 % b/v sama dengan 50 g per liter; angka ini untuk 1.000 mL, bukan 250 mL.
- **E.** ✗ Jebakan: 5 dikali 250 tanpa dibagi 100, seakan-akan persen adalah gram per mL.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Pada pengenceran bertingkat, faktor pengenceran total = hasil kali faktor tiap tahap. Faktor tiap tahap = volume labu ÷ volume pipet.

Langkah:

1. Tahap 1: 250,0 ÷ 5,00 = 50. Tahap 2: 100,0 ÷ 10,00 = 10. Tahap 3: 50,0 ÷ 2,00 = 25.
2. Faktor total = 50 × 10 × 25 = 12.500.
3. Konsentrasi akhir = 2.500 ÷ 12.500 = 0,200 mg/L.
4. Cek bertahap: 2.500 → 50 → 5,00 → 0,200 mg/L ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 2.500 ÷ 12.500 = 0,200 mg/L.
- **B.** ✗ Jebakan: tahap 2 terlewat (faktor 50 × 25 = 1.250), sehingga 2.500 ÷ 1.250 = 2,00.
- **C.** ✗ Jebakan: tahap 3 terlewat (faktor 50 × 10 = 500), sehingga 2.500 ÷ 500 = 5,00.
- **D.** ✗ Jebakan: tahap 1 terlewat (faktor 10 × 25 = 250), sehingga 2.500 ÷ 250 = 10,0.
- **E.** ✗ Jebakan: hanya faktor tahap terakhir yang dipakai (2.500 ÷ 25 = 100); tahap sebelumnya dianggap tidak ikut mengencerkan.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pada padatan tidak murni, massa yang ditimbang = massa murni ÷ kadar, sehingga selalu lebih besar daripada massa murni. Larutan dari padatan berkadar rendah tidak otomatis menjadi larutan standar.

Langkah:

1. Mol Na_2CO_3 = 0,50 × 0,250 = 0,125 mol; massa murni = 0,125 × 106 = 13,25 g.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Massa serbuk = 13,25 ÷ 0,96 = 13,80 g.
3. Bila 12,7 g ditimbang: Na_2CO_3 murni = 12,7 × 0,96 = 12,19 g = 0,115 mol; M = 0,115 ÷ 0,250 = 0,460 M.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** 13,25 ÷ 0,96 = 13,80 g (sekitar 13,8 g).
• **Pernyataan 2 → Benar.** Mengalikan dengan 0,96 memberi massa serbuk terlalu kecil; konsentrasi sebenarnya sekitar 0,46 M.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: kadar 96 % belum cukup; kemurnian standar primer sekitar 99,9 % atau lebih. Larutan dari serbuk teknis sah sebagai pereaksi, tetapi bila dipakai untuk menghitung kadar harus dibakukan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 4 Kunci: B

Konsep: Kadar pada label (% b/b) dan massa jenis diubah dulu menjadi molaritas dengan M = 10 × ρ × % ÷ Mr, baru dipakai dalam $M_1V_1 = M_2V_2$.

Langkah:

1. M_1 = 10 × 1,69 × 85 ÷ 98 = 1.436,5 ÷ 98 = 14,66 M.
2. $M_1V_1 = M_2V_2$ → 14,66 × V_1 = 0,10 × 500.
3. V_1 = 50 ÷ 14,66 = 3,41 mL.
4. Cek: faktor pengenceran = 14,66 ÷ 0,10 ≈ 147; 500 ÷ 147 = 3,41 mL ✓.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kadar 85 % dianggap 100 % (zat murni), sehingga M_1 = 17,2 M dan V_1 terlalu kecil.
• **B.** ✓ 50 ÷ 14,66 = 3,41 mL.
• **C.** ✗ Jebakan: massa jenis terlupa; M_1 = 10 × 85 ÷ 98 = 8,67 M sehingga V_1 = 5,76 mL.
• **D.** ✗ Jebakan: faktor 10 terlupa; M_1 = 1,69 × 85 ÷ 98 = 1,47 M sehingga V_1 = 34,1 mL.
• **E.** ✗ Jebakan: massa jenis dan faktor 10 sama-sama terlupa; M_1 = 85 ÷ 98 = 0,867 M sehingga V_1 = 57,6 mL.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: D

Konsep: Asam pekat dihitung volumenya lewat molaritas (M = 10 × ρ × % ÷ Mr) dan $M_1V_1 = M_2V_2$. Asam selalu dituang ke dalam air, larutan didinginkan dulu, dan volume akhir ditepatkan di labu ukur (V_2 adalah volume akhir, bukan volume air yang ditambahkan).

Langkah:

1. M_1 = 10 × 1,39 × 65 ÷ 63 = 903,5 ÷ 63 = 14,34 M.
2. 14,34 × V_1 = 2,0 × 1.000 → V_1 = 2.000 ÷ 14,34 = 139 mL.
3. Cara kerja: pipet 139 mL asam ke dalam air di gelas kimia (asam ke air), dinginkan, pindahkan ke labu ukur 1.000 mL, bilas, tepatkan sampai tanda.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: volumenya benar, tetapi air dituang ke asam pekat; pelepasan panas dapat memercikkan asam. Asam harus dituang ke dalam air.
• **B.** ✗ Jebakan: massa jenis terlupa; M_1 = 10 × 65 ÷ 63 = 10,3 M sehingga V_1 = 194 mL, terlalu banyak.
• **C.** ✗ Jebakan: kadar dianggap 100 % (V_1 = 91 mL), dan asam dimasukkan ke 1.000 mL air sehingga volume akhir lebih dari 1,000 L.
• **D.** ✓ 139 mL, asam ke air, didinginkan, ditepatkan di labu ukur.
• **E.** ✗ Jebakan: volume dan urutan benar, tetapi volume ditepatkan saat larutan masih panas; setelah dingin volume menyusut sehingga larutan menjadi lebih pekat dari 2,0 M.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 6 Kunci: B, D, E

Konsep: Konsentrasi ppm dihitung terhadap logamnya (Cu), padahal yang ditimbang adalah kristal hidrat. Massa kristal = massa Cu × (Mr hidrat ÷ Ar Cu). Air kristal ikut tertimbang tetapi bukan bagian dari tembaga yang diukur.

Langkah:

1. Massa Cu = 1.000 mg/L × 0,2500 L = 250 mg = 0,2500 g.
2. Massa kristal = 0,2500 × 249,5 ÷ 63,5 = 0,982 g.
3. Bila dipakai Mr anhidrat: 0,2500 × 159,5 ÷ 63,5 = 0,628 g kristal. Tembaga di dalamnya = 0,628 × 63,5 ÷ 249,5 = 0,160 g, jadi konsentrasi = 0,160 ÷ 0,2500 = 639 mg/L (lebih encer).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: massa tembaga 250 mg benar, tetapi kristal mengandung air kristal dan unsur lain sehingga massanya jauh lebih besar.
- **B.** ✓ 1.000 × 0,2500 = 250 mg Cu.
- **C.** ✗ Jebakan: Mr anhidrat (159,5) dipakai untuk kristal hidrat; massa 0,628 g hanya cukup untuk sekitar 639 mg/L.
- **D.** ✓ 0,2500 × 249,5 ÷ 63,5 = 0,982 g.
- **E.** ✓ Massa kristal terlalu kecil sehingga tembaga kurang: konsentrasi sekitar 639 mg/L.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 7 Kunci: A, C, D

Konsep: NaOH adalah standar sekunder: pelet menyerap air dan CO_2 sehingga konsentrasi larutannya harus dibakukan dengan standar primer (KHP). KHP ditimbang kering. Titik akhir adalah perubahan warna yang bertahan sekitar 30 detik setelah labu digoyang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Botol plastik mencegah tutup kaca asah merekat dan melindungi larutan dari CO_2; NaOH berubah konsentrasinya sehingga dibakukan ulang.
- **B.** ✗ Jebakan: warna yang hilang dalam beberapa detik belum titik akhir; volume yang dicatat terlalu kecil.
- **C.** ✓ Massa KHP lembap lebih besar dari zat KHP sebenarnya; karena itu KHP dikeringkan dan ditimbang kering.
- **D.** ✓ Titik akhir adalah merah muda yang bertahan sekitar 30 detik.
- **E.** ✗ Jebakan: NaOH higroskopis dan menyerap CO_2, jadi bukan standar primer; justru karena itulah pembakuan wajib.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 8 Kunci: E

Konsep: Untuk larutan encer, 1 ppm = 1 mg zat terlarut per liter larutan. Massa zat dalam labu = konsentrasi (mg/L) × volume (L).

Langkah:

1. 40 ppm = 40 mg/L.
2. Volume = 250 mL = 0,250 L.
3. Massa = 40 mg/L × 0,250 L = 10 mg.
4. Cek: 10 mg dalam 0,250 L → 10 ÷ 0,250 = 40 mg/L ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: angka konsentrasi disalin sebagai massa; volume labu tidak dikalikan.
- **B.** ✗ Jebakan: 250 mL ditulis 0,025 L (koma bergeser), sehingga hasil sepersepuluh.
- **C.** ✗ Jebakan: 40 dibagi 0,250 (bukan dikali), sehingga hasil naik empat kali.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Jebakan: angka benar (10) tetapi satuan mg tertukar dengan g.
- **E.** ✓ 40 × 0,250 = 10 mg.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: C

Konsep: Jumlah mol titran dihitung dari konsentrasi hasil pembakuan (M sebenarnya), bukan konsentrasi nominal pada label. mmol = M (mol/L) × V (mL).

Langkah:

1. F = 0,0984 ÷ 0,1000 = 0,984.
2. mmol NaOH = 0,0984 × 19,60 = 1,929 mmol.
3. Cek lewat F: nominal 0,1000 × 19,60 = 1,960 mmol, lalu × 0,984 = 1,929 mmol ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: konsentrasi nominal 0,1000 M dipakai; hasil pembakuan diabaikan.
- **B.** ✗ Jebakan: F dipakai terbalik (1,960 ÷ 0,984); arah koreksi salah.
- **C.** ✓ 0,0984 × 19,60 = 1,929 mmol.
- **D.** ✗ Jebakan: F (0,984) dikalikan volume (19,60) tanpa memakai M nominal 0,1000.
- **E.** ✗ Jebakan: hasil benar dalam mol (0,001929 mol) tetapi ditulis dengan satuan mmol; satuan tertukar.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: A

Konsep: Massa standar primer = M × V (liter) × Mr. Natrium oksalat di sini anhidrat sehingga memakai Mr yang diberikan.

Langkah:

1. Mol = 0,0100 mol/L × 0,2500 L = 0,00250 mol.
2. Massa = 0,00250 × 134 = 0,335 g.
3. Cek: 0,335 ÷ 134 = 0,00250 mol; 0,00250 ÷ 0,2500 = 0,0100 M ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 0,0100 × 0,2500 × 134 = 0,335 g.
- **B.** ✗ Jebakan: volume 1 L dipakai, bukan 250 mL (0,0100 × 1 × 134).
- **C.** ✗ Jebakan: koma bergeser (0,0100 × 0,02500 × 134); hasil sepersepuluh.
- **D.** ✗ Jebakan: konsentrasi dibaca 0,100 M, bukan 0,0100 M.
- **E.** ✗ Jebakan: Mr dibagi dua (67) karena dua elektron dalam reaksi redoks; massa timbang memakai Mr rumus penuh.

Jawaban: A.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Bahan yang membawa beberapa piktogram dikelola menurut semua bahayanya: nyala api → lemari bahan mudah menyala; tengkorak (toksik akut) → terkunci; pengoksidasi dijauhkan; dan label botol kerja memuat seluruh piktogram, bukan sebagian.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tidak adanya piktogram korosi dianggap izin untuk rak asam; metanol mudah menyala dan beracun, dan hanya satu piktogram dicantumkan.
- **B.** ✗ Jebakan: lemari benar tetapi tidak terkunci (padahal toksik akut) dan dekat $KMnO_4$ (pengoksidasi).
- **C.** ✗ Jebakan: toksik akut memang terkunci, tetapi rak pengoksidasi menaruh bahan mudah menyala berdekatan dengan pengoksidasi.
- **D.** ✗ Jebakan: penyimpanan benar, tetapi label botol kerja hanya memuat satu dari tiga piktogram.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **E.** ✓ Lemari bahan mudah menyala yang terkunci, jauh dari pengoksidasi, dan label memuat ketiga piktogram.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: E

Konsep: Volume titran = bacaan akhir − bacaan awal (dibaca pada dasar meniskus). Pada titik akhir, mol NaOH = mol KHP (perbandingan 1 : 1), dan M = mol ÷ volume (liter).

Langkah:

1. Bacaan awal 0,70 mL; bacaan akhir 25,30 mL → V = 25,30 − 0,70 = 24,60 mL = 0,02460 L.
2. Mol KHP = 0,5086 ÷ 204 = 0,002493 mol = mol NaOH.
3. M NaOH = 0,002493 ÷ 0,02460 = 0,1013 M.
4. Cek: 0,1013 × 0,02460 × 204 = 0,5084 g ≈ 0,5086 g ✓.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: KHP dianggap diprotik (NaOH separuh mol KHP); padahal KHP monoprotik dan bereaksi 1 : 1.
• **B.** ✗ Jebakan: kedua bacaan dijumlahkan (25,30 + 0,70 = 26,00 mL), bukan dikurangkan.
• **C.** ✗ Jebakan: hanya bacaan akhir (25,30 mL) yang dipakai; bacaan awal tidak dikurangkan.
• **D.** ✗ Jebakan: perbandingan dibalik, mol NaOH dianggap dua kali mol KHP.
• **E.** ✓ 0,002493 ÷ 0,02460 = 0,1013 M.

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Tata kelola penyimpanan: botol korosif di rak bawah dengan baki penampung (bukan di atas ketinggian mata), pemakaian *first in, first out* (yang lebih dulu masuk dipakai lebih dulu), dan limbah diberi label lengkap (isi, tanggal, penanggung jawab).

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Rak bawah berbaki mengurangi risiko wajah terkena asam bila botol jatuh atau bocor.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: stok lama dipakai lebih dulu agar tidak melewati masa pakai; menumpuk stok lama justru berisiko.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: limbah wajib berlabel "LIMBAH", isi (mis. mengandung perak), tanggal, dan penanggung jawab; isi tidak dapat dikenali hanya dengan melihat cairannya.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 14 Kunci: A, B, D

Konsep: Indikator dipilih menurut pH titik ekuivalen. Indikator yang berubah warna jauh di bawah pH ekuivalen menghentikan titrasi terlalu cepat, sehingga volume titran dan kadar yang dihitung terlalu rendah.

Langkah:

1. Metil merah berubah di pH 4,4–6,2, padahal pH ekuivalen 8,7 → titrasi dihentikan sebelum ekuivalen.
2. Volume NaOH yang tercatat lebih kecil → mol NaOH lebih kecil → kadar asam asetat terhitung terlalu rendah.
3. Fenolftalein (8,3–10,0) mencakup pH 8,7; metil jingga (3,1–4,4) berubah lebih awal lagi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Titik akhir tercapai sebelum titik ekuivalen.
• **B.** ✓ Daerah perubahan warna fenolftalein mencakup pH 8,7.
• **C.** ✗ Jebakan: volume yang kurang menghasilkan kadar terlalu rendah, bukan terlalu tinggi.
• **D.** ✓ Metil jingga berubah pada pH yang lebih rendah lagi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **E.** ✗ Jebakan: jumlah indikator tidak menggeser daerah perubahan warna; indikator berlebih justru ikut menghabiskan titran.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Mol standar primer dalam tiap erlenmeyer = mol seluruhnya × (volume pipet ÷ volume labu). Perbandingan Na_2CO_3 : HCl = 1 : 2, sehingga mol HCl = 2 × mol Na_2CO_3. Konsentrasi dihitung dari volume rata-rata bila selisih ulangan memenuhi SOP.

Langkah:

1. Selisih ulangan 25,15 − 25,05 = 0,10 mL → memenuhi; rata-rata = (25,05 + 25,10 + 25,15) ÷ 3 = 25,10 mL.
2. Mol Na_2CO_3 seluruhnya = 1,3250 ÷ 106 = 0,01250 mol; tiap erlenmeyer = 0,01250 × (25,00 ÷ 250,0) = 0,001250 mol.
3. Mol HCl = 2 × 0,001250 = 0,002500 mol.
4. M HCl = 0,002500 ÷ 0,02510 = 0,0996 M.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: perbandingan 1 : 1 dipakai (0,001250 ÷ 0,02510); koefisien 2 pada HCl terlupa.
• **B.** ✓ 0,002500 ÷ 0,02510 = 0,0996 M.
• **C.** ✗ Jebakan: perbandingan dibalik (mol HCl = ½ × mol Na_2CO_3).
• **D.** ✗ Jebakan: koefisien 2 dipakai dua kali (mol HCl = 4 × mol Na_2CO_3 per erlenmeyer).
• **E.** ✗ Jebakan: faktor pipet (25,00 ÷ 250,0) terlupa; seluruh Na_2CO_3 dianggap ada di erlenmeyer, sehingga hasil sepuluh kali terlalu besar.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: B, C, E

Konsep: Audit label memeriksa dua hal: kelengkapan isi label menurut SOP, dan masa pakai (tanggal berlaku = tanggal pembuatan + masa pakai) terhadap tanggal audit. Piktogram mengikuti SDS larutan pada konsentrasi yang dipakai.

Langkah (tanggal audit 10-03-2027):

1. Botol 1: lengkap; berlaku sampai 04-08-2027; HCl 0,1 M tidak mewajibkan piktogram → memenuhi.
2. Botol 2: pembuat kosong → belum memenuhi; berlaku sampai 15-03-2027 → belum habis.
3. Botol 3: berlaku sampai 20-02-2027 → sudah habis; piktogram lingkungan belum ada → belum memenuhi.
4. Botol 4: lengkap dengan piktogram yang sesuai; berlaku sampai 02-04-2027 → memenuhi dan masih berlaku.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 15-12-2026 + 3 bulan = 15-03-2027, setelah tanggal audit; botol 2 belum habis masa pakainya.
• **B.** ✓ Pembuat kosong, masa pakai sampai 15-03-2027.
• **C.** ✓ Botol 4 lengkap dan berlaku sampai 02-04-2027.
• **D.** ✗ Jebakan: SDS latihan HCl 0,1 M tidak mewajibkan piktogram; "tidak ada" sudah sesuai.
• **E.** ✓ 20-01-2027 + 1 bulan = 20-02-2027 sudah lewat; $AgNO_3$ juga wajib berpiktogram lingkungan, dan larutan perak dikumpulkan sebagai limbah.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 17 Kunci: D

Konsep: Ketelitian mengalir dari standar primer ke standar sekunder: konsentrasi NaOH dihitung dulu dari KHP, baru dipakai untuk membakukan HCl. Asam dan basa di sini monoprotik (perbandingan 1 : 1), sehingga M_HCl × V_HCl = M_NaOH × V_NaOH.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Mol KHP = 0,4896 ÷ 204 = 0,002400 mol = mol NaOH.
2. M NaOH = 0,002400 ÷ 0,02460 = 0,09756 M.
3. M HCl × 25,00 = 0,09756 × 24,10 → M HCl = 2,3512 ÷ 25,00 = 0,0940 M.
4. Cek: 0,0940 × 25,00 = 2,350 mmol ≈ 0,09756 × 24,10 = 2,351 mmol ✓.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: KHP dianggap diprotik pada langkah pertama, sehingga M NaOH separuhnya (0,0488) dan M HCl ikut separuh.
• **B.** ✗ Jebakan: konsentrasi nominal NaOH (0,1000 M) dipakai: 0,1000 × 24,10 ÷ 25,00 = 0,0964 M.
• **C.** ✗ Jebakan: M NaOH (0,0976 M) dianggap sama dengan M HCl; volume tidak dipakai pada langkah kedua.
• **D.** ✓ 0,09756 × 24,10 ÷ 25,00 = 0,0940 M.
• **E.** ✗ Jebakan: volume dibalik (0,09756 × 25,00 ÷ 24,10 = 0,1012 M).

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: B

Konsep: Piktogram dipilih dari pernyataan bahaya pada SDS. "Sangat mudah menyala" ditandai nyala api; "iritasi mata" ditandai tanda seru. Satu bahan dapat membawa beberapa piktogram sekaligus, dan piktogram botol kerja mengikuti bahaya bahannya, bukan ukuran botolnya.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: nyala di atas lingkaran berarti pengoksidasi (memicu kebakaran bahan lain), bukan bahan yang sendirinya mudah menyala; kedua gambar mirip.
• **B.** ✓ Nyala api untuk bahan mudah menyala dan tanda seru untuk iritasi mata.
• **C.** ✗ Jebakan: iritasi mata dikira korosi; korosi ditandai kerusakan kulit atau logam, bukan iritasi.
• **D.** ✗ Jebakan: kata "sangat" dikira racun akut; SDS tidak menyebut racun.
• **E.** ✗ Jebakan: tabung gas untuk gas bertekanan; isopropanol adalah cairan.

Jawaban: B.

No. 19 Kunci: D

Konsep: Massa endapan = massa (krus + endapan) − massa krus kosong. Massa Ag = massa AgCl × FG, dengan FG = Ar Ag ÷ Mr AgCl (1 : 1). Kadar dalam g/L = massa Ag ÷ volume sampel (liter).

Langkah:

1. Massa AgCl: 24,8301 − 24,5120 = 0,3181 g; 25,4238 − 25,1034 = 0,3204 g; 25,0953 − 24,7762 = 0,3191 g. Rata-rata = 0,3192 g.
2. Mr AgCl = 108 + 35,5 = 143,5; FG = 108 ÷ 143,5 = 0,7526.
3. Massa Ag = 0,3192 × 0,7526 = 0,2402 g dalam 25,00 mL.
4. Kadar = 0,2402 ÷ 0,02500 L = 9,61 g/L.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: analit tertukar; faktor klorida (35,5 ÷ 143,5) dipakai, bukan faktor perak.
• **B.** ✗ Jebakan: massa AgCl langsung dibagi volume tanpa faktor gravimetri (0,3192 ÷ 0,02500).
• **C.** ✗ Jebakan: faktor terbalik (143,5 ÷ 108), sehingga massa Ag lebih besar daripada massa AgCl.
• **D.** ✓ 0,2402 ÷ 0,02500 = 9,61 g/L.
• **E.** ✗ Jebakan: massa krus tidak dikurangkan; massa krus ikut dihitung sebagai endapan sehingga hasil tidak masuk akal.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 20 Kunci: B, C, D

Konsep: Piktogram dan kata sinyal ditentukan oleh bahaya larutan pada konsentrasi yang dipakai (menurut SDS), bukan oleh volume botol dan bukan disalin dari botol stok. Label larutan kerja tetap memuat nama, konsentrasi, tanggal, dan pembuat walaupun tidak ada piktogram.

Langkah:

1. 12 M ≥ 3 M → korosi dan tanda seru, BAHAYA (botol 100 mL tetap demikian).
2. 2 M berada pada rentang 0,5 M sampai kurang dari 3 M → tanda seru, PERINGATAN.
3. 0,1 M < 0,5 M → tanpa piktogram dan kata sinyal, tetapi label dasar tetap lengkap.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: ketiadaan piktogram dianggap menghapus kewajiban tanggal dan pembuat; kelengkapan dasar label tidak bergantung pada piktogram.
- **B.** ✓ Kata sinyal mengikuti bahaya larutan 12 M, bukan volume botol.
- **C.** ✓ 2 M termasuk rentang tanda seru dan PERINGATAN.
- **D.** ✓ 0,1 M tanpa piktogram, tetapi label dasar tetap lengkap.
- **E.** ✗ Jebakan: piktogram disalin dari botol stok; padahal larutan 2 M sudah lebih encer dan diklasifikasikan lebih ringan.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 21 Kunci: A, C, E

Konsep: Audit penyimpanan memeriksa tiap botol terhadap aturan SOP menurut piktogramnya. Nyala di atas lingkaran = pengoksidasi, berbeda dari nyala api (mudah menyala). Letak antarbotol (siapa berdampingan dengan siapa) ikut dinilai.

Langkah (membaca gambar):

1. Lemari mudah menyala memuat etanol (nyala api, tanda seru), KNO_3 (nyala di atas lingkaran), aseton (nyala api, tanda seru) → KNO_3 pengoksidasi berada satu ruang dengan dua bahan mudah menyala (aturan 2 dilanggar).
2. Rak bawah: HCl pekat, H_2SO_4 pekat, NaOH 2 M; semuanya korosif dan sudah di rak bawah berbaki (aturan 4 terpenuhi), tetapi H_2SO_4 pekat (asam) berdampingan dengan NaOH 2 M (basa) → aturan 3 dilanggar.
3. Etanol dan aseton sama-sama bahan mudah menyala di lemari yang benar → sesuai aturan 1.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ KNO_3 dipindah ke rak pengoksidasi tersendiri.
- **B.** ✗ Jebakan: dua gambar bernyala dianggap sama; padahal nyala api (mudah menyala) berbeda dari nyala di atas lingkaran (pengoksidasi).
- **C.** ✓ Asam pekat dan basa pekat tidak boleh berdampingan; NaOH dipindah ke rak basa.
- **D.** ✗ Jebakan: letak di rak bawah sudah benar, tetapi sama-sama korosi tidak berarti cocok; asam dan basa pekat tetap harus dipisah.
- **E.** ✓ Dua pelarut mudah menyala itu serasi dan sudah berada di lemari yang benar.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 22 Kunci: A

Konsep: Massa analit = massa bentuk timbang × faktor gravimetri. Untuk Ba dalam $BaSO_4$, satu $BaSO_4$ mengandung satu Ba, sehingga FG = Ar Ba ÷ Mr $BaSO_4$.

Langkah:

1. Mr $BaSO_4$ = 137 + 32 + 4 × 16 = 233.
2. FG = 137 ÷ 233 = 0,5880.
3. Massa Ba = 0,4660 × 0,5880 = 0,274 g.
4. Cek lewat mol: 0,4660 ÷ 233 = 0,002000 mol; 0,002000 × 137 = 0,274 g ✓.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 0,4660 × 137 ÷ 233 = 0,274 g.
- **B.** ✗ Jebakan: analit tertukar; faktor sulfat (96 ÷ 233) dipakai, padahal yang dicari barium.
- **C.** ✗ Jebakan: seluruh massa endapan dianggap barium; massa sulfat ikut terhitung.
- **D.** ✗ Jebakan: faktor terbalik (233 ÷ 137), sehingga massa analit lebih besar daripada massa endapan.
- **E.** ✗ Jebakan: massa endapan dibagi dua tanpa dasar; perbandingan mol Ba : $BaSO_4$ adalah 1 : 1.

Jawaban: A.

No. 23 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Bentuk timbang di sini adalah CaO. FG kalsium = Ar Ca ÷ Mr CaO = 40 ÷ 56. Bila hasil dinyatakan sebagai senyawa yang lebih berat ($CaCO_3$), FG-nya lebih dari 1 (100 ÷ 56). Pemijaran yang tidak sempurna meninggalkan $CaCO_3$ yang lebih berat per atom Ca sehingga massa endapan terukur lebih besar.

Langkah:

1. Massa Ca = 0,0420 × 40 ÷ 56 = 0,0300 g; kadar = 0,0300 ÷ 2,000 × 100 = 1,50 %.
2. Massa $CaCO_3$ = 0,0420 × 100 ÷ 56 = 0,0750 g (kadar 3,75 %).
3. Bila endapan masih campuran CaO dan $CaCO_3$, massa total lebih besar daripada massa CaO murni dengan jumlah Ca yang sama; kadar Ca terhitung naik.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** 0,0420 × 40 ÷ 56 = 0,0300 g; 0,0300 ÷ 2,000 = 1,50 %.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: faktor 56 ÷ 100 terbalik; yang benar 100 ÷ 56 = 1,786, sehingga $CaCO_3$ = 0,0750 g.
- **Pernyataan 3 → Benar.** $CaCO_3$ (100 g/mol) lebih berat daripada CaO (56 g/mol) untuk jumlah Ca yang sama; massa terukur terlalu besar sehingga kadar terlalu tinggi.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 24 Kunci: A, B, E

Konsep: Faktor gravimetri memperhitungkan koefisien dari perbandingan mol: 1 $Mg_2P_2O_7$ mengandung 2 Mg, sehingga FG = (2 × 24) ÷ 222. Untuk memprediksi massa endapan, massa analit dibagi FG (bukan dikali).

Langkah:

1. Massa Mg dalam 100,0 mL = 1,20 g/L × 0,1000 L = 0,1200 g.
2. FG = 48 ÷ 222 = 0,2162.
3. Massa $Mg_2P_2O_7$ = 0,1200 ÷ 0,2162 = 0,555 g.
4. Bila koefisien 2 terlupa: FG = 24 ÷ 222 = 0,1081; massa = 0,1200 ÷ 0,1081 = 1,11 g (dua kali lipat).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 0,1200 ÷ 0,2162 = 0,555 g.
- **B.** ✓ Bentuk timbang harus berumus pasti dan stabil.
- **C.** ✗ Jebakan: setiap rumus $Mg_2P_2O_7$ memuat dua atom Mg, sehingga FG = 48 ÷ 222.
- **D.** ✗ Jebakan: endapan memang lebih berat daripada Mg, tetapi justru karena itu massa Mg dibagi FG (yang kurang dari 1), bukan dikalikan.
- **E.** ✓ Dengan 24 ÷ 222 massa endapan 1,11 g, dua kali nilai benar.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 25 Kunci: C

Konsep: Memprediksi massa endapan: massa analit = massa sampel × kadar, lalu massa bentuk timbang = massa analit ÷ FG. Satu Al_2O_3 mengandung dua atom Al, sehingga FG = (2 × Ar Al) ÷ Mr Al_2O_3.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Massa Al = 0,8000 × 12,0 ÷ 100 = 0,0960 g.
2. Mr Al_2O_3 = 2 × 27 + 3 × 16 = 102; FG = 54 ÷ 102 = 0,5294.
3. Massa Al_2O_3 = 0,0960 ÷ 0,5294 = 0,181 g.
4. Cek lewat mol: 0,0960 ÷ 27 = 3,556 mmol Al → 1,778 mmol Al_2O_3 × 102 = 0,181 g ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: massa Al dikalikan FG (0,0960 × 0,5294); arah hitungan terbalik dan massa endapan lebih kecil daripada massa analit.
- **B.** ✗ Jebakan: massa Al dianggap sama dengan massa Al_2O_3; atom oksigen tidak diperhitungkan.
- **C.** ✓ 0,0960 ÷ 0,5294 = 0,181 g.
- **D.** ✗ Jebakan: koefisien 2 pada Al terlupa (FG = 27 ÷ 102), sehingga massa dua kali terlalu besar.
- **E.** ✗ Jebakan: kadar 12,0 % terlupa; massa sampel langsung dibagi FG.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: B

Konsep: Pada titrasi asam asetat dengan NaOH, mol asam = mol NaOH (1 : 1). Konsentrasi sampel asli = konsentrasi larutan encer × faktor pengenceran.

Langkah:

1. Mol NaOH = 0,100 × 20,00 = 2,000 mmol = mol asam dalam 25,00 mL larutan encer.
2. Konsentrasi larutan encer = 2,000 ÷ 25,00 = 0,0800 M.
3. Faktor pengenceran = 100,0 ÷ 10,00 = 10 → cairan asli = 0,800 M.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Faktor pengenceran dipakai dua kali (×100).
- **B.** ✓ 0,0800 M × 10 = 0,800 M.
- **C.** ✗ Jebakan: dikali 100 ÷ 25 (perbandingan labu dan pipet), bukan faktor pengenceran 100 ÷ 10.
- **D.** ✗ Jebakan: mol asam dibagi 10,00 mL, seolah-olah seluruh 10 mL sampel asli yang dititrasi.
- **E.** ✗ Itu konsentrasi larutan encer; faktor pengenceran belum dipakai.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A, B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kadar = (M × V titran) ÷ jumlah sampel. Apa pun yang membuat volume titran tercatat lebih besar (titran terencerkan, gelembung, titik akhir terlewati) membuat hasil terlalu tinggi.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Sisa air mengencerkan NaOH di buret sehingga diperlukan volume lebih banyak; volume tercatat besar → hasil tinggi.
- **Pernyataan 2** ✓ Volume gelembung ikut tercatat sebagai titran yang keluar → volume tercatat terlalu besar.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: air menambah volume tetapi tidak mengubah jumlah mol asam yang dititrasi, sehingga hasil tidak berubah.
- **Pernyataan 4** ✓ Titik akhir terlewati sehingga NaOH yang ditambahkan berlebih.
- **Pernyataan 5** ✗ Sisa air mengencerkan sampel yang dipipet sehingga hasilnya justru lebih rendah.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Iodometri: oksidator membebaskan I_2 dari KI, lalu I_2 dititrasi dengan $S_2O_3^{2-}$. Amilum ditambahkan menjelang titik akhir (kuning pucat); titik akhir = warna biru hilang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: bila iodin masih banyak, kompleks iodin–amilum sulit terurai sehingga titik akhir menjadi kabur dan terlambat.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Saat kuning pucat iodin tinggal sedikit; amilum memberi warna biru yang jelas untuk menandai sisa iodin.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: titik akhir adalah saat warna biru PERTAMA KALI hilang. Warna biru yang kembali setelah beberapa menit berasal dari iodida yang teroksidasi udara, sehingga tidak boleh dititrasi lagi.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Iodimetri: I_2 dititrasikan langsung ke reduktor (vitamin C). Amilum dapat ditambahkan sejak awal; titik akhir = warna biru pertama yang bertahan karena I_2 mulai berlebih.

Langkah:

1. Mol I_2 = 0,100 × 27,00 = 2,700 mmol = mol vitamin C.
2. Massa = 2,700 × 176 = 475 mg.
3. 475 ÷ 500 = 95% → di dalam 90–110% → memenuhi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Hitungan, kesimpulan, dan titik akhirnya benar.

• **B.** ✗ Jebakan: angka dan kesimpulan benar, tetapi titik akhir "biru menghilang" milik iodometri (titrasi I_2 dengan tiosulfat).

• **C.** ✗ Perbandingan mol dianggap 2 : 1 (dibagi 2).

• **D.** ✗ Perbandingan mol dianggap 1 : 2 (dikali 2).

• **E.** ✗ Jebakan: 475 mg memang di bawah 500 mg, tetapi spesifikasi memberi toleransi 90–110% sehingga 95% memenuhi.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pengolahan data: periksa keberterimaan ulangan (rentang), hitung rata-rata, bulatkan sesuai aturan pelaporan, lalu bandingkan dengan spesifikasi.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: data tidak dibuang hanya karena paling besar; rentang 0,03% masih memenuhi syarat SOP.

• **Pernyataan 2** ✓ 1,55 − 1,52 = 0,03% ≤ 0,05%.

• **Pernyataan 3** ✓ (1,52 + 1,55 + 1,53) ÷ 3 = 1,5333 → 1,53% (dua desimal).

• **Pernyataan 4** ✗ Jumlah desimal mengikuti SOP dan ketelitian data (dua desimal); angka tambahan tidak menambah ketelitian.

• **Pernyataan 5** ✓ 1,53% berada di atas batas atas 1,50%.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: B

Konsep: Presisi (ketelitian) dilihat dari sebaran ulangan; akurasi (ketepatan) dilihat dari selisih rata-rata dengan nilai benar. Data dapat presisi tetapi tidak akurat (kesalahan sistematis), atau akurat rata-ratanya tetapi tidak presisi (kesalahan acak).

Langkah:

1. Xena: rentang 0,1 (sangat teliti), rata-rata 9,13 jauh dari 10,0 (kurang tepat).
2. Yusuf: rentang 1,3 (kurang teliti), rata-rata 10,0 (tepat).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: nilai Xena memang berdekatan (teliti), tetapi semua ulangannya di bawah acuan; selisih sistematis 0,87 menunjukkan kurang tepat.
- **B.** ✓ Xena teliti tetapi menyimpang (kesalahan sistematis); Yusuf tepat rata-ratanya tetapi tersebar (kesalahan acak).
- **C.** ✗ Rata-rata Yusuf tepat, tetapi rentang ulangannya 1,3 sehingga tidak teliti.
- **D.** ✗ Jebakan: semua nilai memang di dalam ±10%, tetapi pertanyaannya menilai ketelitian dan ketepatan, yang jelas berbeda pada kedua analis.
- **E.** ✗ Jebakan: ketelitian dinilai dari sebaran ulangan, bukan dari rata-rata; penilaian ini mencampur kedua konsep.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: B

Konsep: Kadar abu = massa abu ÷ massa sampel × 100%. Abu dianggap selesai bila berwarna putih keabuan dan bobotnya tetap.

Langkah:

1. Bobot tetap pada pemijaran ke-2 dan ke-3 (selisih 0,0002 g); pakai 20,5600 g.
2. Massa abu = 20,5600 − 20,5000 = 0,0600 g.
3. Kadar abu = 0,0600 ÷ 5,0000 × 100% = 1,20%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Abu dibagi massa cawan + sampel (25,5000 g).
- **B.** ✓ 0,0600 g abu dari 5,0000 g sampel = 1,20%.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai pemijaran ke-1, ketika abu masih kehitaman (karbon belum habis terbakar).
- **D.** ✗ Salah letak koma (0,0600 ÷ 0,5).
- **E.** ✗ Itu persentase bahan yang hilang saat pemijaran, bukan abu.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Gravimetri penguapan: air kristal dilepaskan dengan pemanasan; kadar air = massa yang hilang ÷ massa sampel awal × 100%.

Langkah:

1. Massa kristal = 22,50 − 20,00 = 2,50 g.
2. Air hilang = 22,50 − 21,60 = 0,90 g.
3. Kadar = 0,90 ÷ 2,50 × 100% = 36,0%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Massa air (0,90 g) langsung ditulis sebagai persen.
- **B.** ✗ Salah letak koma.
- **C.** ✓ 0,90 g air dari 2,50 g kristal = 36,0%.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Jebakan: air dibagi massa padatan anhidrat (1,60 g), bukan massa kristal awal.
- **E.** ✗ Itu kadar padatan anhidrat, bukan kadar air kristal.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Gravimetri pengendapan: pengendap ditambahkan perlahan ke larutan panas, kelengkapan pengendapan diuji, endapan dicuci sampai bebas ion pengganggu, kertas diarangkan perlahan, dipijarkan, didinginkan di desikator, ditimbang sampai bobot tetap.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: pengabuan yang terlalu cepat membuat kertas menyala dan karbon dapat mereduksi $BaSO_4$; kertas harus diarangkan perlahan dengan nyala kecil lebih dulu.
- **Pernyataan 2** ✓ Pengendapan perlahan dari larutan panas menghasilkan kristal yang lebih besar dan lebih murni sehingga mudah disaring.
- **Pernyataan 3** ✓ Bila tetesan tidak lagi menimbulkan kekeruhan, semua sulfat sudah mengendap.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: alasan "agar tidak menyerap air" masuk akal, tetapi benda hangat menimbulkan arus udara di neraca sehingga massanya salah; krus didinginkan di desikator lalu ditimbang.
- **Pernyataan 5** ✓ Uji klorida pada filtrat menunjukkan sisa $BaCl_2$/pengotor sudah tercuci habis.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Dalam gravimetri, massa analit = massa bentuk timbang × faktor gravimetri. Untuk Fe dari Fe_2O_3: faktor = 2 × 56 ÷ 160 = 0,70.

Langkah:

1. Massa Fe = 0,1600 × (2 × 56 ÷ 160) = 0,1120 g.
2. Kadar Fe = 0,1120 ÷ 2,000 × 100% = 5,6%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: faktor 56 ÷ 160 (lupa bahwa Fe_2O_3 mengandung 2 atom Fe).
- **B.** ✗ Jebakan: bentuk timbang dianggap $Fe(OH)_3$ (56 ÷ 107), padahal endapan sudah dipijarkan menjadi Fe_2O_3.
- **C.** ✓ 0,1120 g Fe dari 2,000 g sampel = 5,6%.
- **D.** ✗ Itu kadar Fe_2O_3, belum diubah menjadi Fe.
- **E.** ✗ Faktor dibalik (160 ÷ 112).

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: A, B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Gravimetri AgCl: pengendapan dalam suasana HNO_3, endapan dilindungi dari cahaya, dicuci HNO_3 encer, disaring dengan krus saring, dikeringkan ±110 °C sampai bobot tetap.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Suasana asam nitrat mencegah ion lain (mis. karbonat) ikut mengendap dengan Ag^+.

• **Pernyataan 2** ✓ AgCl terurai oleh cahaya (menjadi keunguan) sehingga massanya berubah.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pencucian dengan air murni membuat AgCl menjadi koloid dan lolos dari saringan; pencucian memakai HNO_3 sangat encer.

• **Pernyataan 4** ✓ AgCl cukup dikeringkan; krus kaca masir tidak memerlukan kertas saring.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: pemanasan kuat memang mempercepat pengeringan, tetapi AgCl dapat meleleh/terurai dan krus kaca masir dapat retak; pakai oven ±110 °C.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Pada titrasi penetralan, perbandingan mol asam : NaOH ditentukan oleh jumlah proton yang dilepas. Asam triprotik melepas 3 proton, sehingga 1 mol asam sitrat membutuhkan 3 mol NaOH. Hitungan dilakukan lewat mol, bukan dengan rumus $M_1V_1 = M_2V_2$ yang hanya berlaku untuk perbandingan 1 : 1.

Langkah:

1. Mol NaOH = 0,1000 M × 14,60 mL = 1,460 mmol.
2. $H_3C_6H_5O_7 + 3NaOH \rightarrow Na_3C_6H_5O_7 + 3H_2O$, jadi mol asam = 1,460 ÷ 3 = 0,4867 mmol dalam 10,00 mL jus.
3. Massa = 0,4867 mmol × 192 mg/mmol = 93,44 mg dalam 10,00 mL.
4. Per 100 mL: 93,44 mg × (100 ÷ 10) = 934,4 mg = 0,934 g.
5. Cek: bila 1 : 1 dipakai hasilnya 2,80 g per 100 mL, hampir tiga kali lebih besar; selisih itulah yang menunjukkan proton yang terlupa.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 93,4 mg per 10,00 mL dituliskan sebagai per 100 mL tanpa dikalikan 10, sehingga hasilnya sepersepuluh dari yang benar.

• **B.** ✓ 0,4867 mmol × 192 × 10 = 934,4 mg = 0,934 g per 100 mL.

• **C.** ✗ Jebakan: asam sitrat diperlakukan sebagai asam diprotik (1 : 2), sehingga mol asam terlalu besar.

• **D.** ✗ Jebakan: perbandingan 1 : 1 dipakai untuk asam triprotik.

• **E.** ✗ Jebakan: perbandingan terbalik (1 mol asam dianggap menghasilkan 3 mol NaOH ekuivalen), mol asam dikalikan 3 alih-alih dibagi 3.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Indikator dipilih dengan satu aturan: trayek perubahan warnanya harus berada di dalam lonjakan pH dan mencakup (atau sangat dekat dengan) pH titik ekuivalen. Jenis zat yang dititrasi (asam atau basa) tidak menentukan pilihan; yang menentukan adalah letak pH titik ekuivalen.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pH titik ekuivalen titrasi 3 hanya 5,3 dan lonjakannya 6,3 sampai 4,3. Trayek fenolftalein (8,2–10,0) sudah terlewati jauh sebelum titik ekuivalen, sehingga warna merah muda hilang terlalu awal dan kadar amonia terhitung terlalu rendah.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Trayek bromtimol biru (6,0–7,6) seluruhnya lebih rendah daripada pH titik ekuivalen 8,4, sehingga warnanya berubah sebelum titik ekuivalen; volume NaOH terlalu kecil. Indikator yang cocok adalah fenolftalein (8,2–10,0), yang mencakup 8,4.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Trayek metil merah (4,4–6,2) mencakup pH 5,3 dan berada di antara 4,3 dan 6,3, yaitu di dalam lonjakan.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Pada titrasi balik, pereaksi (HCl) ditambahkan berlebih dengan jumlah yang diketahui pasti. Sisanya dititrasi dengan titran lain (NaOH). Mol HCl yang bereaksi dengan analit = mol HCl total − mol HCl sisa. Karena $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$, mol $CaCO_3$ = ½ mol HCl yang bereaksi.

Langkah:

1. Mol HCl total = 0,3000 M × 50,00 mL = 15,00 mmol.
2. Mol HCl sisa = mol NaOH = 0,2000 M × 27,85 mL = 5,570 mmol (perbandingan 1 : 1).
3. Mol HCl yang bereaksi dengan cangkang = 15,00 − 5,570 = 9,430 mmol.
4. Mol $CaCO_3$ = 9,430 ÷ 2 = 4,715 mmol; massa = 4,715 × 100 = 471,5 mg.
5. Kadar = 471,5 ÷ 500,0 × 100% = 94,30%.
6. Cek akal sehat: kadar kalsium karbonat dalam cangkang telur memang tinggi, di atas 90%, dan tidak mungkin melebihi 100%.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: mol NaOH (sisa HCl) dianggap bereaksi dengan $CaCO_3$ lalu dibagi 2: (5,570 ÷ 2) × 100 ÷ 500 = 55,70%.

• **B.** ✗ Jebakan: konsentrasi HCl (0,3000 M) dipakai untuk menghitung mol NaOH sisa, padahal NaOH 0,2000 M, sehingga sisa HCl terhitung 8,355 mmol.

• **C.** ✓ (15,00 − 5,570) ÷ 2 × 100 ÷ 500 × 100% = 94,30%.

• **D.** ✗ Jebakan: mol sisa dianggap mol $CaCO_3$ (perbandingan 1 : 1): 5,570 × 100 ÷ 500 = 111,4%, melebihi 100%.

• **E.** ✗ Jebakan: lupa membagi 2 pada perbandingan $CaCO_3$: HCl = 1 : 2: 9,430 × 100 ÷ 500 = 188,6%.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: A, C, D

Konsep: Sebelum titrasi, buret disiapkan agar volume yang terbaca sama dengan volume yang benar-benar keluar: corong dilepas, gelembung udara dikeluarkan, lalu bacaan awal dicatat. Erlenmeyer boleh basah oleh air suling karena jumlah mol sampel ditentukan oleh pipet, bukan oleh volume air. Alas putih memudahkan pengamatan warna titik akhir.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Gambar memperlihatkan corong masih terpasang; corong dilepas agar tetesannya tidak menambah volume dan tidak mengganggu pembacaan.

• **B.** ✗ Jebakan: air suling pada dinding tidak mengubah jumlah mol sampel yang sudah dipipet, hanya mengubah volume total; erlenmeyer tidak perlu dikeringkan.

• **C.** ✓ Gambar memperlihatkan gelembung di ujung buret. Bila gelembung ikut keluar saat titrasi, volume tercatat lebih besar dari volume cairan yang bereaksi, sehingga hasil terlalu tinggi.

• **D.** ✓ Gambar memperlihatkan erlenmeyer di atas alas putih, yaitu praktik yang benar.

• **E.** ✗ Jebakan: permukaan titran cukup berada di nol atau sedikit di bawahnya; tidak perlu tepat nol karena yang dipakai adalah selisih bacaan akhir dan awal.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 5 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pada iodimetri, I_2 standar adalah titran dan reduktor (vitamin C) adalah analit. Iodin yang menetes segera habis bereaksi, sehingga amilum boleh ada sejak awal dan titik akhir adalah saat biru muncul dan bertahan (I_2 mulai berlebih). Pada iodometri keadaannya sebaliknya: I_2 sudah ada lebih dulu, amilum ditambah menjelang akhir, dan titik akhir adalah hilangnya biru.

Langkah (untuk pernyataan 3):

1. Mol I_2 = 0,0500 M × 15,20 mL = 0,7600 mmol, sama dengan mol vitamin C dalam 20,00 mL.
2. Satu tablet dilarutkan sampai 100,0 mL, faktor = 100,0 ÷ 20,00 = 5, sehingga mol vitamin C per tablet = 3,800 mmol.
3. Massa = 3,800 × 176 = 668,8 mg ≈ 669 mg; terhadap label 668,8 ÷ 700 × 100% = 95,5%.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Iodin habis bereaksi dengan vitamin C selama masih ada reduktor, sehingga biru tidak muncul lebih awal.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: hilangnya warna biru adalah ciri iodometri. Pada iodimetri titik akhir adalah munculnya biru yang bertahan.

• **Pernyataan 3 → Benar.** 0,7600 × 5 × 176 = 668,8 mg, 95,5% dari 700 mg.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 6 Kunci: A

Konsep: Pada titrasi redoks, perbandingan mol diambil dari persamaan reaksi, bukan dianggap 1 : 1. Satu ion MnO_4^- menerima 5 elektron dan satu ion Fe^{2+} melepas 1 elektron, sehingga MnO_4^- : Fe^{2+} = 1 : 5.

Langkah:

1. Mol Fe^{2+} = 0,0500 M × 20,00 mL = 1,000 mmol.
2. Mol MnO_4^- = 1,000 ÷ 5 = 0,2000 mmol.
3. Volume $KMnO_4$ = 0,2000 mmol ÷ 0,0200 M = 10,00 mL.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 1,000 ÷ 5 ÷ 0,0200 = 10,00 mL.

• **B.** ✗ Jebakan: perbandingan memakai 2 : 5 yang terbalik (mol MnO_4^- = 1,000 × 2 ÷ 5 = 0,400 mmol).

• **C.** ✗ Jebakan: perbandingan 1 : 1 dipakai, sehingga mol MnO_4^- = 1,000 mmol.

• **D.** ✗ Jebakan: perbandingan dibalik menjadi 5 : 2 (mol MnO_4^- = 1,000 × 5 ÷ 2).

• **E.** ✗ Jebakan: mol Fe^{2+} dikalikan 5 alih-alih dibagi 5.

Jawaban: A.

No. 7 Kunci: E

Konsep: Hasil titrasi bergantung pada **jumlah mol** analit di dalam erlenmeyer, bukan pada volume total larutannya. Jumlah mol ditetapkan oleh pipet yang membawa 25,00 mL sampel. Air suling di

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dinding hanya menambah volume pelarut, sehingga mol asam tidak berubah dan volume NaOH yang dibutuhkan tetap sama.

Langkah:

1. Mol asam = konsentrasi sampel × 25,00 mL (dari pipet), tidak dipengaruhi air di dinding.
2. Volume NaOH di titik akhir hanya bergantung pada mol asam itu.
3. Jadi erlenmeyer yang basah oleh air suling boleh dipakai langsung.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: air suling tidak mengurangi mol asam, sehingga pengeringan tidak perlu.
• **B.** ✗ Jebakan: membilas dengan sampel menambah mol asam di erlenmeyer di luar yang dipipet, sehingga volume NaOH terlalu besar.
• **C.** ✗ Jebakan: air suling tidak bereaksi dengan NaOH, sehingga tidak ada tambahan titran yang perlu dihitung.
• **D.** ✗ Jebakan: kadar tidak turun karena air; pengenceran hanya mengubah konsentrasi, sedangkan mol asam tetap.
• **E.** ✓ Air tidak mengubah jumlah mol asam yang dipipet.

Jawaban: E.

No. 8 Kunci: C

Konsep: Pada iodometri, oksidator membebaskan I_2 dari KI, lalu I_2 dititrasi dengan tiosulfat: $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$. Satu mol Cl_2 setara satu mol I_2, sedangkan satu mol I_2 menghabiskan 2 mol tiosulfat. Jadi mol Cl_2 = ½ mol tiosulfat.

Langkah:

1. Mol tiosulfat = 0,00500 M × 3,60 mL = 0,01800 mmol.
2. Mol I_2 = 0,01800 ÷ 2 = 0,00900 mmol, sama dengan mol Cl_2.
3. Massa Cl_2 = 0,00900 mmol × 71 mg/mmol = 0,639 mg dalam 250,0 mL sampel.
4. Kadar = 0,639 mg ÷ 0,2500 L = 2,556 mg/L ≈ 2,56 mg/L.
5. Cek: kadar klorin kolam wajar berada pada orde beberapa mg/L, sesuai hasil ini.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: 0,639 mg dibagi 1 L (volume sampel 250,0 mL terlupa) atau dibaca sebagai mg/L tanpa konversi volume.
• **B.** ✗ Jebakan: pembagian 2 dilakukan dua kali (mol Cl_2 = mol tiosulfat ÷ 4).
• **C.** ✓ 0,01800 ÷ 2 × 71 ÷ 0,2500 = 2,556 mg/L.
• **D.** ✗ Jebakan: perbandingan $S_2O_3^{2-}$: Cl_2 dianggap 1 : 1 sehingga pembagian 2 terlewat.
• **E.** ✗ Jebakan: perbandingan terbalik (mol Cl_2 = 2 × mol tiosulfat).

Jawaban: C.

No. 9 Kunci: B, C, E

Konsep: $KMnO_4$ bukan standar primer: padatannya mengandung sedikit MnO_2 dan larutannya perlahan terurai oleh cahaya, panas, dan bahan organik. Karena itu larutan dipanaskan sebentar, didiamkan, disaring dengan bahan tak organik, disimpan di botol gelap, lalu dibakukan sebelum dipakai.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: kertas saring adalah bahan organik yang mereduksi permanganat; MnO_2 baru terbentuk dari reaksi itu dan konsentrasi larutan berubah.
• **B.** ✓ Pemanasan sebentar dan pendiaman membuat zat pereduksi dalam air habis bereaksi sebelum larutan disaring.
• **C.** ✓ Wol kaca atau krus kaca masir tidak mereduksi permanganat, dan botol cokelat melindungi larutan dari cahaya.
• **D.** ✗ Jebakan: $KMnO_4$ bukan standar primer sehingga kadarnya tidak boleh dianggap sama dengan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

hasil penimbangan.

• **E.** ✓ Pembakuan dengan natrium oksalat murni pada suasana asam dan suhu sekitar 70 °C adalah prosedur baku ($2MnO_4^- : 5C_2O_4^{2-}$).

Jawaban: B, C, dan E.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Perbandingan mol diambil dari persamaan reaksi: $MnO_4^- : H_2C_2O_4 = 2 : 5$ (permanganat menerima 5 elektron, oksalat melepas 2). Setelah itu faktor pengenceran dipakai satu kali, dari larutan encer kembali ke produk asli.

Langkah:

1. Mol $KMnO_4$ = 0,0200 M × 14,50 mL = 0,2900 mmol.
2. Mol $H_2C_2O_4$ dalam 10,00 mL larutan encer = 0,2900 × (5 ÷ 2) = 0,7250 mmol.
3. Konsentrasi larutan encer = 0,7250 mmol ÷ 10,00 mL = 0,07250 M.
4. Faktor pengenceran = 100,0 ÷ 10,00 = 10, sehingga konsentrasi produk asli = 0,07250 × 10 = 0,7250 M.
5. Cek: 0,7250 M × 90 g/mol = 65,25 g/L (sekitar 6,5%), kadar yang wajar untuk pembersih karat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: konsentrasi larutan encer berhenti di langkah 3 dan faktor pengenceran 10 terlupa.

• **B.** ✗ Jebakan: perbandingan 2 : 5 dibalik (mol $H_2C_2O_4$ = 0,2900 × 2 ÷ 5 = 0,116 mmol).

• **C.** ✗ Jebakan: perbandingan mol dianggap 1 : 1, padahal permanganat menerima 5 elektron per ion.

• **D.** ✓ 0,2900 × 5 ÷ 2 ÷ 10,00 × 10 = 0,7250 M.

• **E.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran 10 dipakai dua kali (diterapkan lagi pada volume yang dipipet).

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: E

Konsep: Presisi dinilai dari rentang dan RSD (simpangan baku ÷ rata-rata × 100%). Data diterima hanya bila semua syarat SOP terpenuhi; memenuhi satu syarat belum cukup.

Langkah:

1. Rata-rata = (12,45 + 12,50 + 12,55) ÷ 3 = 12,50 mL; rentang = 0,10 mL, memenuhi syarat rentang (termasuk batas).
2. Simpangan: −0,05; 0,00; +0,05. Jumlah kuadrat = 0,0025 + 0 + 0,0025 = 0,0050.
3. $s = \sqrt{(0,0050 \div 2)} = 0,05$ mL (pembagi n − 1 = 2).
4. RSD = 0,05 ÷ 12,50 × 100% = 0,40%.
5. 0,40% > 0,35%, sehingga syarat RSD tidak terpenuhi dan data tidak memenuhi SOP.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: simpangan baku (0,05 mL) dituliskan sebagai RSD tanpa dibagi rata-rata.

• **B.** ✗ Jebakan: pembagi n = 3 dipakai alih-alih n − 1 (s = 0,0408; RSD = 0,33%), padahal soal menyebut pembagi (n − 1).

• **C.** ✗ Jebakan: RSD benar, tetapi keputusan hanya melihat syarat rentang (0,10 mL) dan mengabaikan syarat RSD.

• **D.** ✗ Jebakan: rentang dibagi rata-rata (0,10 ÷ 12,50 = 0,80%) dianggap RSD.

• **E.** ✓ RSD 0,40% melebihi batas 0,35%.

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: A, D, E

Konsep: Data diolah menurut aturan SOP yang ditulis lebih dulu: ulangan diterima bila rentangnya memenuhi batas, rata-rata dibandingkan dengan syarat mutu sesuai tulisan batasnya ("minimal 90,0%" berarti 90,0% masih memenuhi), dan catatan dikoreksi dengan satu coretan yang masih memperlihatkan angka lama beserta paraf, tanggal, dan alasan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Rentang = 90,3 − 89,7 = 0,6 poin, tidak lebih dari 0,6 (termasuk batas): ketiga ulangan diterima.
2. Rata-rata = (90,3 + 90,0 + 89,7) ÷ 3 = 90,0%.
3. Syarat "minimal 90,0%" berlaku untuk rata-rata: 90,0% memenuhi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Rentang 0,6 poin sama dengan batas SOP dan batas itu termasuk.
• **B.** ✗ Jebakan: syarat mutu berlaku untuk rata-rata, bukan untuk tiap ulangan; satu ulangan yang lebih rendah tidak menggagalkan rata-rata.
• **C.** ✗ Jebakan: menghapus data yang tidak disukai adalah pelanggaran kejujuran data, apa pun arah pengaruhnya.
• **D.** ✓ "Minimal 90,0%" termasuk nilai 90,0%.
• **E.** ✓ Koreksi yang benar: satu coretan, paraf, tanggal, alasan, angka lama masih terbaca.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 13 Kunci: A, B, D

Konsep: Presisi (ketelitian) adalah kedekatan antar ulangan; akurasi (ketepatan) adalah kedekatan rata-rata terhadap nilai benar. Penyimpangan searah menunjukkan kesalahan sistematis (menurunkan akurasi, presisi tetap baik); sebaran lebar menunjukkan kesalahan acak (menurunkan presisi). Rata-rata banyak ulangan dapat meredam kesalahan acak, tetapi tidak menghapus kesalahan sistematis.

Langkah:

1. Kelompok P: rata-rata (20,40 + 20,45 + 20,40) ÷ 3 = 20,42 mL; rentang 0,05 mL; selisih terhadap 20,00 = +0,42 mL, searah.
2. Kelompok Q: rata-rata (19,60 + 20,45 + 19,95) ÷ 3 = 20,00 mL; rentang 0,85 mL.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ P: rentang kecil (teliti), rata-rata menyimpang +0,42 mL (kurang tepat).
• **B.** ✓ Q: rata-rata tepat 20,00 mL, tetapi rentang 0,85 mL besar (kurang teliti).
• **C.** ✗ Jebakan: rata-rata tepat tidak cukup; ulangan yang menyebar lebar membuat hasil tunggal tidak dapat dipercaya.
• **D.** ✓ Semua ulangan P lebih besar dari 20,00, pola kesalahan sistematis yang harus dicari penyebabnya (misalnya konsentrasi titran).
• **E.** ✗ Jebakan: kesalahan sistematis tidak hilang dengan memperbanyak ulangan; hasil hanya makin konsisten pada nilai yang salah.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 14 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Endapan terbentuk lewat pembentukan inti dan pertumbuhan kristal. Larutan pekat dan pengendap yang dituang cepat membuat larutan sangat lewat jenuh sehingga terbentuk banyak inti dan kristal halus. Larutan encer panas dengan pengendap perlahan membentuk sedikit inti sehingga kristal besar, bersih, dan mudah disaring. Pematangan membuat kristal kecil melarut dan mengendap pada kristal besar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Banyak inti membuat ion terbagi ke banyak partikel kecil sehingga endapan halus.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Filtrat siswa B keruh karena endapan halus lolos saringan; endapan yang hilang membuat massa lebih kecil (hasil terlalu rendah). Pengendap di sini dituang sekaligus, tidak dalam jumlah yang kurang.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: pematangan justru membuat kristal kecil melarut kembali dan

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

mengendap pada kristal besar, sehingga endapan lebih besar dan murni; langkah itu tidak boleh dilewati.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Pada gravimetri penguapan, kadar air = massa yang hilang ÷ **massa sampel awal** × 100%. Massa sampel adalah massa cawan berisi sampel dikurangi massa cawan kosong, bukan massa cawan berisi sampel.

Langkah:

1. Massa sampel = 23,2000 − 18,2000 = 5,0000 g.
2. Massa air yang hilang = 23,2000 − 22,8450 = 0,3550 g.
3. Kadar air = 0,3550 ÷ 5,0000 × 100% = 7,10%.
4. Cek: kadar residu kering = (22,8450 − 18,2000) ÷ 5,0000 = 92,90%; 7,10 + 92,90 = 100%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: massa hilang dibagi massa cawan + sampel (23,2000 g) sebagai penyebut.
- **B.** ✓ 0,3550 ÷ 5,0000 × 100% = 7,10%.
- **C.** ✗ Jebakan: massa hilang dibagi massa residu kering (4,6450 g), yaitu kadar air basis kering.
- **D.** ✗ Jebakan: pecahan terbalik (massa sampel ÷ massa hilang).
- **E.** ✗ Jebakan: ini kadar residu kering, bukan kadar air.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: B, C, D

Konsep: Kadar air bergantung pada penyusutan massa. Kejadian yang membuat massa residu terbaca **lebih besar** daripada residu kering sebenarnya memperkecil penyusutan, sehingga kadar air terhitung terlalu **rendah**. Kejadian yang membuat massa residu terbaca lebih kecil, atau ikut membuang sampel, membuat kadar air terlalu tinggi.

Langkah (contoh angka untuk menelusuri arah): Sampel 5,0000 g dengan penyusutan sebenarnya 0,3500 g (7,00%).

1. Pemanasan kurang: penyusutan hanya 0,3200 g, kadar air 6,40% (lebih rendah).
2. Residu menyerap uap air: massa residu bertambah, penyusutan 0,3200 g, kadar 6,40% (lebih rendah).
3. Sampel terlempar 0,0400 g: penyusutan tercatat 0,3900 g, kadar 7,80% (lebih tinggi).
4. Ditimbang hangat: massa residu terbaca 0,0010 g lebih kecil, penyusutan 0,3510 g, kadar 7,02% (lebih tinggi).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sampel yang terlempar dihitung sebagai air yang hilang sehingga kadar air terlalu tinggi.
- **B.** ✓ Residu masih lembap, massa residu lebih besar, penyusutan lebih kecil: kadar air terlalu rendah.
- **C.** ✓ Residu higroskopis menyerap uap air sehingga massanya lebih besar dari yang sebenarnya: terlalu rendah.
- **D.** ✓ Suhu terlalu rendah membuat sebagian air tidak menguap: massa residu lebih besar, kadar air terlalu rendah.
- **E.** ✗ Jebakan: penimbangan hangat membuat massa residu terbaca lebih kecil sehingga penyusutan tampak lebih besar: kadar air terlalu tinggi.

Jawaban: B, C, dan D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 17 Kunci: C

Konsep: Volume titran = bacaan akhir − bacaan awal; skala buret bertambah ke bawah, dan dasar meniskus dibaca. Volume itu dikoreksi dengan blanko (dikurangi), lalu hitungan lewat mol dengan faktor pengenceran.

Langkah:

1. Bacaan awal = 2,30 mL (tiga garis kecil di bawah angka 2); bacaan akhir = 20,40 mL (empat garis kecil di bawah angka 20).
2. Volume titran = 20,40 − 2,30 = 18,10 mL; terkoreksi blanko = 18,10 − 0,10 = 18,00 mL.
3. Mol NaOH = 0,1000 × 18,00 = 1,800 mmol = mol HCl dalam 25,00 mL larutan encer (1 : 1).
4. Faktor pengenceran = 250,0 ÷ 25,00 = 10, sehingga mol HCl dalam 10,00 mL produk = 18,00 mmol.
5. Massa = 18,00 × 36,5 = 657 mg per 10,00 mL, atau 6.570 mg = 6,57 g per 100 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran 250,0 ÷ 25,00 = 10 terlupa.
- **B.** ✗ Jebakan: skala dibaca bertambah ke atas (bacaan awal 1,70 mL dan akhir 19,60 mL), sehingga volume terkoreksi 17,80 mL.
- **C.** ✓ 18,00 × 0,1000 × 10 × 36,5 × 10 ÷ 1000 = 6,57 g per 100 mL.
- **D.** ✗ Jebakan: blanko tidak dikurangkan (volume 18,10 mL).
- **E.** ✗ Jebakan: massa per 10,00 mL (657 mg) dibagi 10 menjadi 65,7 mg/mL lalu satuannya salah ditulis g per 100 mL.

Jawaban: C.

No. 18 Kunci: D

Konsep: Bobot tetap tercapai bila dua penimbangan berturut-turut berselisih tidak lebih dari batas SOP; massa yang dipakai adalah penimbangan **terakhir** pada bobot tetap. Kadar abu = massa abu ÷ massa sampel × 100%.

Langkah:

1. Selisih berturut-turut: ke-1 dan ke-2 = 0,0520 g; ke-2 dan ke-3 = 0,0272 g; ke-3 dan ke-4 = 0,0004 g.
2. Hanya selisih ke-3 dan ke-4 yang tidak lebih dari 0,0005 g, sehingga bobot tetap tercapai dan penimbangan ke-4 dipakai.
3. Massa abu = 21,8416 − 21,3400 = 0,5016 g.
4. Kadar abu = 0,5016 ÷ 4,0000 × 100% = 12,54%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: penimbangan ke-1 yang dipakai (0,5812 g), padahal abu masih mengandung karbon.
- **B.** ✗ Jebakan: penimbangan ke-2 yang dipakai (0,5292 g), yang selisihnya dengan ke-3 masih jauh di atas batas.
- **C.** ✗ Jebakan: penimbangan ke-3 yang dipakai (0,5020 g); SOP menetapkan penimbangan terakhir pada bobot tetap, yaitu ke-4.
- **D.** ✓ 0,5016 ÷ 4,0000 × 100% = 12,54%.
- **E.** ✗ Jebakan: massa abu dibagi massa cawan + sampel (25,3400 g) sebagai penyebut.

Jawaban: D.

No. 19 Kunci: A, C, E

Konsep: Kertas saring berisi endapan harus diarangkan **perlahan** dengan nyala kecil sampai hangus tanpa menyala, baru dipijarkan di tanur. Bila kertas menyala, nyala dipadamkan dengan menutup krus. Pengarangan terlalu cepat membuat karbon dari kertas mereduksi $BaSO_4$ menjadi BaS: massa endapan lebih kecil dan hasil terlalu rendah.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Gambar memperlihatkan api pada kertas dan nyala pembakar yang besar; menutup krus

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

memadamkan api dan nyala dikecilkan.

• **B.** ✗ Jebakan: meniup api dapat menerbangkan abu kertas dan endapan, dan nyala besar tetap menyuplai panas yang berlebih.

• **C.** ✓ Setelah api padam dan tidak berasap, kertas diarangkan perlahan, lalu dipijarkan sampai abu putih dan bobot tetap.

• **D.** ✗ Jebakan: pembakaran cepat justru memicu reduksi $BaSO_4$ oleh karbon dan hasil menjadi terlalu rendah.

• **E.** ✓ Karbon pada suhu tinggi dengan udara terbatas mereduksi sebagian $BaSO_4$ menjadi BaS.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 20 Kunci: A

Konsep: Massa analit = massa bentuk timbang × faktor gravimetri. Untuk Cl^- dalam AgCl, faktornya Ar Cl ÷ Mr AgCl = 35,5 ÷ 143,5. Kadar dalam mg/L diperoleh dengan membagi massa Cl (mg) dengan volume sampel dalam liter.

Langkah:

1. Faktor gravimetri = 35,5 ÷ 143,5 = 0,2474.
2. Massa Cl = 0,2870 g × 0,2474 = 0,07100 g = 71,00 mg.
3. Kadar = 71,00 mg ÷ 0,2500 L = 284,0 mg/L.
4. Cek: klorida adalah 24,7% massa AgCl, jadi massa Cl pasti jauh lebih kecil daripada 287 mg endapan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 0,2870 × 35,5 ÷ 143,5 ÷ 0,2500 = 284,0 mg/L.

• **B.** ✗ Jebakan: faktor memakai Ar Cl ÷ Ar Ag (35,5 ÷ 108), bukan ÷ Mr AgCl.

• **C.** ✗ Jebakan: Mr Cl_2 (71) dipakai sebagai massa klorida, sehingga hasil dua kali lipat.

• **D.** ✗ Jebakan: massa endapan langsung dibagi volume tanpa faktor gravimetri (287,0 mg ÷ 0,2500 L).

• **E.** ✗ Jebakan: faktor gravimetri dibalik (143,5 ÷ 35,5), sehingga massa klorida lebih besar daripada massa endapan, yang mustahil.

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: D

Konsep: Pada garam berhidrat, perbandingan mol air terhadap mol $CaSO_4$ memberi nilai x. Pemanasan tidak mengubah jumlah $CaSO_4$; yang berubah hanya jumlah air. Maka mol $CaSO_4$ dihitung dari massa awal, lalu air yang tersisa dihitung dari massa akhir dikurangi massa $CaSO_4$.

Langkah:

1. Mol gipsum = 3,4400 ÷ 172 = 0,02000 mol, sama dengan mol $CaSO_4$.
2. Massa $CaSO_4$ = 0,02000 × 136 = 2,7200 g.
3. Massa air yang masih ada dalam padatan = 2,9000 − 2,7200 = 0,1800 g, yaitu 0,1800 ÷ 18 = 0,01000 mol.
4. x = 0,01000 ÷ 0,02000 = 0,5, sehingga padatannya $CaSO_4 \cdot ½H_2O$.
5. Cek: air yang hilang = 3,4400 − 2,9000 = 0,5400 g = 0,03000 mol; dari 2 mol air per mol $CaSO_4$ hilang 1,5, sisa 0,5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: air yang masih tersisa (0,5) dijumlahkan pada 2 air semula, padahal pemanasan mengurangi air, bukan menambah.
• **B.** ✗ Jebakan: dianggap tidak ada air yang hilang (x tetap 2), padahal massa turun 0,5400 g.
• **C.** ✗ Jebakan: jumlah air yang hilang (0,03000 ÷ 0,02000 = 1,5) dianggap jumlah air yang tersisa.
• **D.** ✓ x = 0,01000 ÷ 0,02000 = 0,5.
• **E.** ✗ Jebakan: dianggap semua air hilang dan padatan berupa $CaSO_4$ anhidrat, padahal massa akhir (2,9000 g) lebih besar dari massa $CaSO_4$ (2,7200 g).

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: B, D, E

Konsep: Abu adalah sisa anorganik setelah bahan organik terbakar habis. Abu kehitaman berarti masih ada karbon. Prosedur pengabuan kering: arangkan perlahan sampai tidak berasap, pijarkan di tanur pada suhu SOP sampai abu putih keabuan, dinginkan di desikator, timbang, dan ulangi sampai bobot tetap.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menimbang selagi panas membuat massa terbaca lebih kecil karena arus udara panas; cawan harus dingin di desikator.
• **B.** ✓ Penurunan bobot 18 mg antar pemijaran menunjukkan karbon masih terbakar; pemijaran harus dilanjutkan sampai bobot tetap.
• **C.** ✗ Jebakan: suhu mengikuti SOP; suhu terlalu tinggi dapat menguapkan sebagian mineral dan mengubah hasil.
• **D.** ✓ Pengarangan awal dengan nyala kecil mencegah sampel menyala atau terlempar dari cawan.
• **E.** ✓ Desikator mencegah abu menyerap uap air, dan pengulangan memastikan bobot tetap.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Faktor gravimetri dihitung dari **bentuk timbang** ($CaCO_3$ pada 500 °C), bukan dari endapan awal atau dari bentuk lain yang tidak ditimbang. Kalsium adalah 40 dari 100 massa $CaCO_3$.

Langkah:

1. Faktor gravimetri = Ar Ca ÷ Mr $CaCO_3$ = 40 ÷ 100 = 0,400.
2. Massa Ca = 0,4100 g × 0,400 = 0,1640 g.
3. Kadar Ca = 0,1640 ÷ 0,5000 × 100% = 32,80%.
4. Cek: kalsium selalu lebih ringan daripada senyawanya, jadi kadar Ca (32,80%) harus lebih kecil daripada kadar yang dihitung sebagai $CaCO_3$ (82,00%).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: faktor dibalik (Mr $CaCO_3$ ÷ Ar Ca = 2,5), sehingga kadar melebihi 100%.
• **B.** ✗ Jebakan: faktor memakai perbandingan Mr CaO ÷ Ar Ca (56 ÷ 40 = 1,4), yang menghasilkan kadar di atas 100%.
• **C.** ✗ Jebakan: ini kadar $CaCO_3$ (massa bentuk timbang ÷ massa sampel), bukan kadar Ca.
• **D.** ✗ Jebakan: Mr CaO (56) dipakai sebagai bentuk timbang (40 ÷ 56), padahal pemijaran pada 500 °C menghasilkan $CaCO_3$.
• **E.** ✓ 0,4100 × 40 ÷ 100 ÷ 0,5000 × 100% = 32,80%.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: B

Konsep: Blanko menunjukkan volume titran yang terpakai oleh hal selain analit (indikator, pengotor air). Volume itu dikurangkan dari volume sampel: V terkoreksi = V sampel − V blanko.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. V terkoreksi = 18,45 − 0,10 = 18,35 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: blanko dikurangkan dua kali (18,45 − 0,20).
- **B.** ✓ 18,45 − 0,10 = 18,35 mL.
- **C.** ✗ Jebakan: blanko diabaikan.
- **D.** ✗ Jebakan: blanko ditambahkan, bukan dikurangkan.
- **E.** ✗ Jebakan: blanko ditambahkan dua kali (18,45 + 0,20).

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Satu mol $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ mengandung satu mol sulfat, dan satu mol sulfat menghasilkan satu mol $BaSO_4$. Maka mol garam = mol $BaSO_4$, dan massa garam dihitung dengan Mr **hidrat** (246), bukan Mr anhidrat.

Langkah:

1. Mol $BaSO_4$ = 0,5600 g ÷ 233 g/mol = 2,4034 mmol, sama dengan mol $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.
2. Massa garam = 2,4034 mmol × 246 mg/mmol = 591,24 mg.
3. Kemurnian = 591,24 ÷ 600,0 × 100% = 98,54%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 0,5600 ÷ 233 × 246 ÷ 0,6000 × 100% = 98,54%.
- **B.** ✗ Jebakan: massa endapan dibagi massa sampel tanpa faktor (0,5600 ÷ 0,6000).
- **C.** ✗ Jebakan: faktor dibalik (233 ÷ 246): 0,5600 × 233 ÷ 246 ÷ 0,6000 = 88,40%.
- **D.** ✗ Jebakan: Mr anhidrat (120) dipakai untuk garam berhidrat.
- **E.** ✗ Jebakan: kadar sulfat (Mr 96) yang dihitung, bukan kemurnian garam hidrat.

Jawaban: A.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: A, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Benedict/Fehling: gula pereduksi (gugus aldehida atau keton yang dapat membuka cincin). Seliwanoff: ketosa (gugus keton) bereaksi lebih cepat. Iodin: pati (biru kehitaman).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Endapan merah bata Cu_2O pada uji Benedict menunjukkan gula pereduksi.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: Seliwanoff hanya menunjukkan ada ketosa (fruktosa); uji itu tidak dapat menyingkirkan adanya pati. Uji iodin justru menunjukkan Y mengandung pati.
- **Pernyataan 3** ✓ Iodin membentuk kompleks biru kehitaman dengan pati; madu murni tidak mengandung pati.
- **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: Seliwanoff memang uji gugus karbonil gula, tetapi warna merah yang cepat khas untuk ketosa (gugus keton), seperti fruktosa dalam madu.
- **Pernyataan 5** ✓ Glukosa juga gula pereduksi sehingga keduanya sama-sama memberi endapan merah bata.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 2 Kunci: C

Konsep: Alkena menghilangkan warna air brom dan pereaksi Baeyer (adisi/oksidasi C=C). Alkana dan senyawa aromatik tidak bereaksi pada suhu ruang; senyawa aromatik terbakar dengan nyala berjelaga.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Tidak larut dalam air → bukan etanol.
2. Brom dan Baeyer negatif → bukan sikloheksena atau 1-heksena.
3. Nyala sangat berjelaga → aromatik → toluena, bukan heksana.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: heksana juga negatif pada uji brom dan Baeyer, tetapi nyalanya hampir tanpa jelaga.
- **B.** ✗ Sikloheksena beralkena sehingga menghilangkan warna brom dan Baeyer.
- **C.** ✓ Semua hasil cocok: tidak larut air, tidak bereaksi dengan brom/Baeyer, nyala berjelaga.
- **D.** ✗ 1-heksena beralkena sehingga uji brom dan Baeyer positif.
- **E.** ✗ Etanol larut dalam air.

Jawaban: C.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: C

Konsep: Minyak/lemak (trigliserida) tersabunkan oleh KOH menjadi sabun yang larut dalam air. Minyak mineral (hidrokarbon) tidak memiliki gugus ester sehingga tidak tersabunkan dan tampak sebagai kekeruhan/tetesan minyak.

Langkah:

1. Pembanding jernih → prosedur (waktu, KOH) berjalan baik.
2. Sampel keruh dengan tetesan minyak → ada bagian yang tidak tersabunkan.
3. Bagian yang tidak tersabunkan sesuai dugaan minyak mineral.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Asam lemak tak jenuh tetap tersabunkan karena tetap berbentuk ester.
- **B.** ✗ Air tidak membuat sabun mengendap; penyabunan bahkan memakai pelarut berair.
- **C.** ✓ Bagian yang tidak tersabunkan menunjukkan adanya minyak bukan-ester seperti minyak mineral.
- **D.** ✗ Jebakan: penyabunan tidak sempurna memang dapat menimbulkan kekeruhan, tetapi pembanding yang dipanaskan sama lamanya memberi larutan jernih.
- **E.** ✗ Jebakan: asam lemak bebas pada minyak tengik justru ikut bereaksi dengan KOH membentuk sabun.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Uji akrolein: gliserol (dari lemak) didehidrasi $KHSO_4$ menjadi akrolein berbau tajam. Penyabunan: ester lemak + basa → sabun. Parafin tidak memberi keduanya.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: parafin (hidrokarbon) juga meninggalkan noda transparan; uji noda tidak membedakan parafin dari lemak.
- **Pernyataan 2** ✓ Akrolein terbentuk dari dehidrasi gliserol, bagian dari trigliserida (lemak).
- **Pernyataan 3** ✓ Parafin adalah campuran alkana, tanpa gliserol, sehingga pembanding negatif.
- **Pernyataan 4** ✗ Akrolein berasal dari gliserol, bukan dari oksidasi parafin.
- **Pernyataan 5** ✓ Hanya ester (lemak) yang tersabunkan; parafin tetap tersisa sebagai padatan lilin.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: Biuret positif → ada protein (ikatan peptida). Xantoproteat positif → ada asam amino bercincin benzena. Timbal asetat → endapan hitam PbS bila ada asam amino bersulfur.

Langkah:

1. Gelatin protein → biuret ungu (K, L, N; bukan M).
2. Tanpa cincin benzena → xantoproteat negatif (hanya L).
3. Tanpa sulfur → tidak ada endapan hitam (L cocok).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ K positif pada uji xantoproteat dan sulfur sehingga mengandung asam amino yang hampir tidak ada di gelatin.
- **B.** ✓ L: protein (biuret positif) tanpa cincin benzena dan tanpa sulfur, sesuai ciri gelatin.
- **C.** ✗ Jebakan: M negatif pada uji cincin benzena dan sulfur, tetapi biuretnya negatif sehingga M bukan protein.
- **D.** ✗ Jebakan: endapan hitam N sedikit, tetapi xantoproteatnya positif.
- **E.** ✗ Data ketiga uji sudah dapat membedakan keempat sampel.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Denaturasi (oleh panas, asam, alkohol, logam berat) mengubah bentuk protein tanpa memutus ikatan peptida. Uji biuret mendeteksi ikatan peptida sehingga tetap positif.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: pemanasan merusak susunan ruang protein (denaturasi), tetapi ikatan peptida tetap ada sehingga biuret tetap positif.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Panas merusak ikatan yang menjaga bentuk protein sehingga protein menggumpal.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Pada pH sekitar titik isoelektriknya, kasein kehilangan muatan dan mengendap; inilah dasar penggumpalan pada yoghurt.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Latihan sub bab 4.4

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Metode oven: cawan berbobot tetap, sampel dikeringkan pada 105 °C, didinginkan di desikator, ditimbang sampai bobot tetap. Kadar air = massa yang hilang ÷ massa sampel.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Uap air di cawan harus hilang dulu agar pengurangan massa nanti hanya berasal dari sampel.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Pengurangan massa juga berasal dari zat lain yang terurai/menguap, sehingga ikut terhitung sebagai air.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: suhu yang lebih tinggi membuat zat mudah menguap dan sebagian bahan kopi terurai, sehingga massa yang hilang bukan hanya air dan kadar air terhitung terlalu tinggi.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Kadar air = (massa awal − massa kering) ÷ massa awal × 100%.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. I: 0,340 ÷ 5,000 = 6,8% (memenuhi).
2. II: 0,420 ÷ 5,000 = 8,4% (tidak).
3. III: 0,290 ÷ 4,000 = 7,25% (memenuhi).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Batch I (6,8%) dan III (7,25%) di bawah 7,5%.
- **B.** ✗ Jebakan: Batch III dibagi 5,000 g seperti batch lain (5,8%) atau dibandingkan dalam gram, lalu dianggap sama dengan I; padahal III juga memenuhi.
- **C.** ✗ Batch II 8,4% melebihi syarat.
- **D.** ✗ Batch II tidak memenuhi.
- **E.** ✗ Batch II tidak memenuhi.

Jawaban: A.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Sukrosa bukan gula pereduksi. Setelah dihidrolisis asam, ia menjadi glukosa dan fruktosa yang pereduksi. Benedict bersuasana basa, sehingga sisa asam akan menetralkan basanya dan membuat hasil negatif palsu. Larutan harus dinetralkan sebelum Benedict ditambahkan.

Langkah:

1. Hasil "sirup asli" negatif wajar: sukrosa tidak mereduksi.
2. Hasil "setelah hidrolisis" seharusnya positif bila ada sukrosa, tetapi pereaksi langsung ditambahkan tanpa menetralkan sisa HCl.
3. Hasil negatif itu belum dapat dipercaya; ulangi dengan netralisasi sebelum Benedict.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Netralisasi menghilangkan penyebab negatif palsu.
- **B.** ✗ Jebakan: HCl pekat dan pemanasan berlebih menggosongkan gula dan merusak hasil, bukan memperbaiki prosedur.
- **C.** ✗ Jebakan: negatif sesudah hidrolisis tampak seperti bukti, padahal pereaksi basa dinetralkan sisa asam.
- **D.** ✗ Jebakan: iodin mengenali pati (biru kehitaman), bukan sukrosa.
- **E.** ✗ Jebakan: tanpa asam atau enzim, pemanasan lama hanya mengkaramelkan gula, tidak menghidrolisis sukrosa secara terkendali.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A, C, D

Konsep: 2,4-DNPH mengenali gugus karbonil (aldehida dan keton). Tollens hanya bereaksi dengan aldehida (dan pereduksi lain), sehingga keton tetap bening. Uji iodoform positif untuk senyawa bergugus $CH_3–CO–$ (metil keton) atau $CH_3–CH(OH)–$.

Langkah:

1. 2,4-DNPH positif: ada karbonil. Tollens negatif: bukan aldehida, jadi ketonnya.
2. Propanon dan butanon sama-sama memiliki $CH_3–CO–$ sehingga seharusnya iodoform positif.
3. Iodoform negatif, jadi keduanya tersingkir; 3-pentanon (karbonil diapit dua gugus etil) cocok.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Endapan kuning-jingga adalah ciri karbonil.
- **B.** ✗ Jebakan: Tollens negatif hanya menyingkirkan aldehida; keton tetap bergugus C=O.
- **C.** ✓ Kedua keton itu bergugus $CH_3–CO–$, sehingga seharusnya positif.
- **D.** ✓ Satu-satunya kandidat tanpa gugus $CH_3–CO–$.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **E. ✗** Jebakan: karbonil dimiliki aldehida dan keton; aldehida seharusnya juga memberi cermin perak pada Tollens.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 3 Kunci: E

Konsep: Warna Benedict bersifat semi-kuantitatif: biru (negatif), hijau, kuning, jingga, lalu merah bata menunjukkan kadar gula pereduksi yang makin tinggi. Sampel dibandingkan dengan standar yang diperlakukan sama. Hasil biru hanya berarti tidak ada gula pereduksi; gula nonpereduksi seperti sukrosa tidak terdeteksi.

Langkah:

1. Sampel X berwarna jingga, sama dengan standar 1,0 % (bukan kuning 0,5 % dan bukan merah bata 2,0 %): setara sekitar 1,0 %.
2. Sampel Y tetap biru seperti blanko: tidak ada gula pereduksi.
3. Y tetap mungkin bergula nonpereduksi, misalnya sukrosa.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: X dibaca kuning (0,5 %) dan Y disimpulkan bebas semua gula.
• **B. ✗** Jebakan: bagian Y benar, tetapi X dibaca kuning (0,5 %).
• **C. ✗** Jebakan: X benar (1,0 %), tetapi biru tidak berarti bebas semua gula.
• **D. ✗** Jebakan: bagian Y benar, tetapi X dibaca merah bata (2,0 %).
• **E. ✓** X sama dengan standar jingga 1,0 %, dan Y negatif hanya untuk gula pereduksi.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Senyawa dengan gugus polar kecil dan rantai pendek (–OH, –COOH) larut dalam air karena membentuk ikatan hidrogen. Hidrokarbon tidak memiliki gugus polar sehingga tidak larut dan membentuk dua lapisan. Asam karboksilat melepas H^+ dalam air.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Etanol larut baik karena ikatan hidrogen antara –OH dan air.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: ukuran kecil tidak menjamin kelarutan; heksana nonpolar sehingga membentuk dua lapisan dengan air.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Pelepasan H^+ membuat larutan bersifat asam dan memerahkan lakmus biru.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Asam karboksilat cukup asam untuk memerahkan lakmus biru dan melepas gas CO_2 dari $NaHCO_3$, tetapi tidak memberi warna dengan $FeCl_3$. Fenol adalah asam yang jauh lebih lemah: hampir tidak mengubah lakmus dan tidak melepas CO_2 dari $NaHCO_3$, tetapi memberi warna ungu dengan $FeCl_3$.

Langkah:

1. Ciri asam karboksilat: lakmus merah dan gelembung CO_2 pada $NaHCO_3$.
2. Ciri bukan fenol: $FeCl_3$ tidak memberi warna ungu.
3. Cari opsi yang memuat ketiganya sekaligus.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✗** Jebakan: ini pola fenol ($FeCl_3$ ungu, lakmus dan $NaHCO_3$ tidak bereaksi), jadi kebalikan dari yang diminta.
• **B. ✗** Jebakan: lakmus memerah tetapi $NaHCO_3$ tidak bergelembung; fenol tidak memerahkan lakmus, dan $FeCl_3$ ungu bertentangan dengan "bukan fenol".
• **C. ✓** Lakmus merah dan gelembung CO_2 menunjukkan –COOH; $FeCl_3$ yang tetap kuning pucat menunjukkan tidak ada –OH pada cincin benzena.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **D.** ✗ Jebakan: gelembung CO_2 hanya mungkin dari asam yang cukup kuat, yang pasti juga memerahkan lakmus; kombinasi ini tidak mungkin terjadi.
• **E.** ✗ Jebakan: sebagian benar. Lakmus dan $NaHCO_3$ menunjukkan asam karboksilat, tetapi $FeCl_3$ ungu menunjukkan ada gugus fenol juga (seperti asam salisilat), sehingga bukan "asam karboksilat dan bukan fenol".

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: A

Konsep: Alkohol sekunder dioksidasi menjadi keton; alkohol primer menjadi aldehida lalu asam karboksilat. Keton positif dengan 2,4-DNPH (karbonil) tetapi negatif dengan Tollens (bukan aldehida).

Langkah:
1. Dikromat berubah jingga → hijau: alkohol teroksidasi.
2. 2-butanol (sekunder) → butanon (keton).
3. Butanon: DNPH endapan kuning-jingga; Tollens tidak membentuk cermin perak.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Produk keton dengan hasil uji yang sesuai.
• **B.** ✗ Jebakan: ini hasil untuk aldehida, yang berasal dari alkohol primer.
• **C.** ✗ Jebakan: produk keton benar, tetapi keton tidak memberi cermin perak.
• **D.** ✗ Jebakan: asam karboksilat berasal dari oksidasi alkohol primer, dan asam tidak memberi endapan dengan 2,4-DNPH.
• **E.** ✗ Jebakan: asam karboksilat memang negatif pada kedua uji, tetapi alkohol sekunder berhenti pada keton.

Jawaban: A.

No. 7 Kunci: D

Konsep: Bilangan iod = (massa iod yang diikat ÷ massa lemak) × 100. Massa iod dihitung dari jumlah ikatan C=C per molekul: tiap C=C mengikat satu I_2.

Langkah:
1. Jumlah C=C per molekul = 3 rantai × 2 = 6.
2. Massa iod per mol trilinolein = 6 × 254 = 1.524 g.
3. Bilangan iod = 1.524 ÷ 878 × 100 = **173,6 ≈ 174**.
4. Cek: triolein (3 C=C, Mr 884) memberi 86; dua kali lipat C=C pada Mr hampir sama memberi sekitar dua kali lipat, yaitu ± 174 ✓.

Analisis setiap opsi:
• **1,74** ✗ Jebakan: 1.524 ÷ 878 tanpa dikalikan 100.
• **58** ✗ Jebakan: hanya 2 C=C yang dihitung (satu rantai), 508 ÷ 878 × 100.
• **87** ✗ Jebakan: hanya 3 C=C (satu per rantai), 762 ÷ 878 × 100; hasil yang sama muncul bila dipakai massa atom iod (127), bukan I_2.
• **174** ✓ 6 × 254 ÷ 878 × 100.
• **1.524** ✗ Jebakan: massa iod per mol tanpa dibagi Mr lemak dan dikalikan 100.

Jawaban: sekitar 174.

No. 8 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pada destilasi Dean–Stark, uap air dan uap toluena mengembun di kondensor dan jatuh ke penampung berskala. Air yang lebih berat turun ke dasar dan toluena meluap kembali ke labu. Volume air dibaca langsung; minyak atsiri larut dalam toluena dan tidak terbaca sebagai air.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Air lebih rapat daripada toluena, sehingga berada di dasar penampung.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 2 → Benar.** Penyulingan selesai bila volume air tidak bertambah lagi.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: minyak atsiri larut dalam toluena dan kembali ke labu; itulah keunggulan metode ini dibanding oven.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 9 Kunci: B, C, D

Konsep: Metode oven menganggap seluruh massa yang hilang sebagai air, sehingga zat menguap lain (minyak atsiri) ikut terhitung dan hasilnya terlalu tinggi. Karl Fischer menetapkan air secara kimia (iod hanya bereaksi dengan air), dan destilasi membaca volume air saja karena minyak atsiri larut dalam toluena.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: minyak atsiri mudah menguap, dan itulah alasan oven kurang cocok.
• **B.** ✓ 10,6 % − 9,4 % = 1,2 % berasal dari zat menguap selain air.
• **C.** ✓ Karl Fischer spesifik untuk air.
• **D.** ✓ Pada destilasi, hanya air yang terbaca di penampung.
• **E.** ✗ Jebakan: soal menyebut neraca sudah diperiksa; selisih berasal dari perbedaan prinsip metode.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 10 Kunci: A, B, D

Konsep: Kadar air dihitung dari massa yang hilang. Bila massa yang hilang tampak lebih kecil dari air sebenarnya, hasil terlalu rendah; bila massa yang hilang mencakup zat selain air, hasil terlalu tinggi.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Bahan kering yang higroskopis menyerap uap air dari udara sehingga massa akhir naik dan massa yang hilang tampak lebih kecil.
• **B.** ✓ Sampel tebal menahan air; air yang tersisa dihitung sebagai bahan kering.
• **C.** ✗ Jebakan: kelembapan cawan ikut hilang saat dipanaskan dan terhitung sebagai air sampel (massa sampel awal juga terhitung terlalu kecil), sehingga hasil terlalu tinggi.
• **D.** ✓ Tanpa bobot tetap, air masih tersisa sehingga massa yang hilang lebih kecil.
• **E.** ✗ Jebakan: sampel yang menggosong kehilangan zat lain selain air, sehingga massa yang hilang lebih besar dan hasil terlalu tinggi.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Massa air bersifat aditif. Kadar air campuran = jumlah massa air ÷ jumlah massa campuran × 100 % (rata-rata berbobot massa, bukan rata-rata sederhana).

Langkah:
1. Air lot 1 = 600 × 12 % = 72 kg; air lot 2 = 400 × 20 % = 80 kg.
2. Air total = 72 + 80 = 152 kg; massa total = 1.000 kg.
3. Kadar air = 152 ÷ 1.000 × 100 % = **15,2 %**.
4. Cek: kadar campuran harus terletak antara 12 % dan 20 % dan lebih dekat ke 12 % karena lot itu lebih besar ✓.

Analisis setiap opsi:
• **12,0 %** ✗ Jebakan: hanya memakai lot terbesar.
• **15,2 %** ✓ Rata-rata berbobot massa.
• **16,0 %** ✗ Jebakan: rata-rata sederhana (12 + 20) ÷ 2, mengabaikan perbedaan massa lot.
• **16,8 %** ✗ Jebakan: bobot tertukar (0,4 untuk lot 12 % dan 0,6 untuk lot 20 %).
• **32,0 %** ✗ Jebakan: kedua kadar air dijumlahkan.

Jawaban: 15,2 %.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 12 Kunci: B

Konsep: Tripeptida memiliki dua ikatan peptida, sehingga terbentuk dengan melepas dua molekul H_2O dari jumlah Mr ketiga asam amino.

Langkah:

1. Mr tripeptida = 75 + 89 + 75 − 2 × 18 = 239 − 36 = **203**.
2. Mol = 0,010 mol/L × 0,100 L = 0,0010 mol.
3. Massa = 0,0010 mol × 203 g/mol = **0,203 g**.
4. Cek: 0,203 g ÷ 203 g/mol ÷ 0,100 L = 0,010 M ✓.

Analisis setiap opsi:

- **0,185 g** ✗ Jebakan: melepas tiga molekul air (239 − 54 = 185).
- **0,203 g** ✓ Dua molekul air dilepas.
- **0,221 g** ✗ Jebakan: hanya satu molekul air dilepas (239 − 18 = 221), seperti dipeptida.
- **0,239 g** ✗ Jebakan: tidak ada air yang dikurangkan.
- **2,03 g** ✗ Jebakan: volume 100 mL tidak dikonversi ke liter (0,010 × 1 × 203 ÷ 1).

Jawaban: 0,203 g.

No. 13 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Ninhidrin mengenali gugus amino bebas pada karbon-α, baik pada asam amino bebas maupun (lebih lemah) pada protein, dan juga bereaksi dengan amonia dan amina primer. Ia tidak khusus untuk protein utuh, dan hasil positifnya hanya menunjukkan adanya gugus amino bebas.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: asam amino bebas dalam keringat pun positif; ninhidrin tidak membuktikan protein utuh (uji biuret yang mengenali ikatan peptida).
- **Pernyataan 2 → Benar.** Ninhidrin mendeteksi gugus amino bebas.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Amonia dan amina primer menyebabkan hasil positif palsu; kontrol bersih memisahkan penyebab itu.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 14 Kunci: D

Konsep: Lucas keruh cepat untuk alkohol tersier, lambat untuk sekunder, dan tidak keruh untuk primer. Dikromat menghijau untuk alkohol primer dan sekunder; keton dan alkohol tersier tidak. Iodoform positif untuk CH_3–CH(OH)– atau CH_3–CO– (etanol, 2-propanol, propanon).

Langkah:

1. Dikromat hijau di kedua botol: bukan propanon (keton) dan bukan 2-metil-2-propanol (tersier).
2. Iodoform positif di kedua botol: bukan 1-propanol (tanpa CH_3–CH(OH)–). Tersisa etanol dan 2-propanol.
3. Lucas: X tidak keruh (primer) = etanol; Y keruh lambat (sekunder) = 2-propanol.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 1-propanol negatif iodoform.
- **B.** ✗ Jebakan: kedua senyawa tepat, tetapi urutannya terbalik; keruh lambat milik Y, bukan X.
- **C.** ✗ Jebakan: propanon positif iodoform tetapi tidak menghijaukan dikromat.
- **D.** ✓ Etanol (primer) di X dan 2-propanol (sekunder) di Y.
- **E.** ✗ Jebakan: 2-metil-2-propanol akan langsung keruh pada Lucas, tetap jingga pada dikromat, dan negatif iodoform.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 15 Kunci: D

Konsep: Basis kering dan basis basah memakai pembagi berbeda, sehingga angkanya tidak boleh dibandingkan langsung. Basis basah = basis kering ÷ (100 + basis kering) × 100.

Langkah:

1. Kadar air basis kering 13,0 % berarti 13,0 g air per 100 g bahan kering, sehingga massa sampel awal 113,0 g.
2. Basis basah = 13,0 ÷ 113,0 × 100 = **11,5 %**.
3. 11,5 % ≤ 12,0 %: lot **memenuhi** spesifikasi.
4. Cek: 11,5 ÷ (100 − 11,5) × 100 = 13,0 % ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kedua basis dianggap sama, sehingga 13,0 > 12,0.
- **B.** ✗ Jebakan: keputusan benar, tetapi angkanya salah (13,0 × 0,87 = 11,3), rumus pengubahan keliru.
- **C.** ✗ Jebakan: 13,0 × 1,13 = 14,7 menaikkan angka, padahal basis basah lebih kecil.
- **D.** ✓ 13,0 ÷ 113,0 × 100 = 11,5 %, memenuhi.
- **E.** ✗ Jebakan: 13,0 ÷ 87,0 × 100 = 14,9 memakai rumus kebalikan (basis basah → basis kering).

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: A, C, E

Konsep: Ketidakjenuhan dibandingkan dari jumlah brom yang dipudarkan per satuan sampel (volume sama, atau dinormalkan per mL atau per gram). Jumlah total tetes tidak bermakna bila volume sampel berbeda.

Langkah:

1. Per mL: M = 18 ÷ 3,0 = 6,0 tetes/mL; N = 25 ÷ 5,0 = 5,0 tetes/mL.
2. M memudarkan lebih banyak brom per mL, jadi M lebih tak jenuh.
3. Massa jenis hampir sama: 1 mL kira-kira massa yang sama, sehingga urutan per mL sama dengan per gram.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 6,0 tetes/mL > 5,0 tetes/mL.
- **B.** ✗ Jebakan: 25 tetes > 18 tetes hanya karena volume N lebih besar (5,0 mL vs 3,0 mL).
- **C.** ✓ Dasar perbandingan harus sama.
- **D.** ✗ Jebakan: 5,0 tetes/mL tetap memudarkan brom, artinya masih ada ikatan rangkap; sedikit tidak sama dengan nol.
- **E.** ✓ Massa = volume × massa jenis; bila massa jenis sama, urutannya tidak berubah.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 17 Kunci: C

Konsep: Selama pengeringan hanya air yang berkurang; massa bahan kering tetap. Kadar air awal dihitung dari massa air awal = massa awal − massa bahan kering.

Langkah:

1. Bahan kering = 800 kg × (100 − 14) % = 800 × 0,86 = **688 kg**.
2. Air awal = 1.000 − 688 = **312 kg**.
3. Kadar air awal (basis basah) = 312 ÷ 1.000 × 100 % = **31,2 %**.
4. Cek: air hilang = 200 kg, air sisa = 800 − 688 = 112 kg; 200 + 112 = 312 kg ✓.

Analisis setiap opsi:

- **20,0 %** ✗ Jebakan: hanya air yang hilang (200 kg) ÷ massa awal; air yang tersisa (112 kg) terlupa.
- **25,0 %** ✗ Jebakan: air yang hilang (200 kg) dibagi massa akhir (800 kg).
- **31,2 %** ✓ Air total ÷ massa awal.
- **34,0 %** ✗ Jebakan: 20 % (air hilang) dijumlahkan dengan 14 % (kadar akhir), padahal pembaginya

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

berbeda.

• **45,3 % ✗** Jebakan: 312 ÷ 688 adalah kadar air basis kering, bukan basis basah.

Jawaban: sekitar 31,2 %.

No. 18 Kunci: B

Konsep: Titer Karl Fischer adalah massa air (mg) yang setara dengan 1 mL pereaksi. Massa air sampel = volume pereaksi × titer; kadar air = massa air ÷ massa sampel × 100 %.

Langkah:

1. Titer = 40,0 mg ÷ 8,00 mL = **5,00 mg/mL**.
2. Massa air sampel = 1,50 mL × 5,00 mg/mL = **7,50 mg**.
3. Massa sampel = 2,000 g = 2.000 mg.
4. Kadar air = 7,50 ÷ 2.000 × 100 % = **0,375 %**.
5. Cek: 0,375 % dari 2.000 mg = 7,5 mg ✓.

Analisis setiap opsi:

• **0,015 % ✗** Jebakan: titer terbalik (8,00 ÷ 40,0 = 0,200), sehingga air = 0,300 mg.

• **0,375 % ✓** Hitungan benar.

• **2,375 % ✗** Jebakan: volume titrasi standar (8,00 mL) dan sampel (1,50 mL) dijumlahkan: 9,50 × 5,00 = 47,5 mg.

• **3,75 % ✗** Jebakan: 7,50 mg dibagi 2,000 tanpa mengubah gram menjadi miligram.

• **7,50 % ✗** Jebakan: massa air (mg) langsung dijadikan persen tanpa dibagi massa sampel.

Jawaban: 0,375 %.

No. 19 Kunci: A

Konsep: Hanya trigliserida (minyak sawit) yang tersabunkan jernih dan menghasilkan akrolein. Minyak mineral dan minyak atsiri bukan ester gliserol sehingga keruh pada penyabunan dan akrolein negatif. Minyak atsiri menguap, sehingga nodanya hilang; minyak mineral tidak menguap, nodanya tetap.

Langkah:

1. Botol 1: penyabunan jernih, berbusa, akrolein positif → minyak sawit.
2. Botol 2 dan 3 sama-sama bukan ester (keruh, akrolein negatif).
3. Botol 2: noda hilang dan berbau menyengat → minyak atsiri (kayu putih). Botol 3: noda tetap → parafin cair.

Analisis setiap opsi:

• **A. ✓** Sesuai ketiga baris data.

• **B. ✗** Jebakan: botol 2 dan 3 tertukar; noda yang hilang hanya cocok untuk zat mudah menguap.

• **C. ✗** Jebakan: parafin di botol 1 mustahil karena botol itu tersabunkan jernih dan akrolein positif.

• **D. ✗** Jebakan: minyak kayu putih di botol 1 mustahil karena nodanya tidak hilang dan akrolein positif.

• **E. ✗** Jebakan: parafin di botol 1 mustahil, dan minyak kayu putih di botol 3 mustahil karena noda tetap.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Sudan III larut dalam fase nonpolar (minyak) dan hampir tidak larut dalam air, sehingga ia berpindah ke lapisan minyak. Minyak sawit bermassa jenis ± 0,9 g/mL, lebih kecil dari air, sehingga berada di atas.

Langkah:

1. Minyak dan air tidak bercampur: dua lapisan, minyak di atas.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Pewarna berpindah ke minyak: lapisan atas merah-oranye.
3. Lapisan air tetap tidak berwarna.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pewarna tidak larut dalam air, jadi lapisan air tidak ikut berwarna.
- **B.** ✗ Jebakan: posisi dan warna tertukar; air lebih rapat daripada minyak, sehingga di bawah.
- **C.** ✗ Jebakan: pengocokan ringan tidak menyatukan minyak dan air tanpa pengemulsi.
- **D.** ✗ Jebakan: pewarna justru larut dalam minyak.
- **E.** ✓ Minyak di atas berwarna, air di bawah bening.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: B, C, E

Konsep: Alkohol, panas, asam kuat, dan logam berat mendenaturasi protein: lipatan terbuka, protein tak larut, tetapi ikatan peptida utuh. Garam netral berkonsentrasi tinggi mengendapkan protein tanpa merusaknya (*salting out*), sehingga endapan larut kembali bila garam dikurangi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: denaturasi tidak memutus ikatan peptida; yang putus hanya lipatan sekunder dan tersier.
- **B.** ✓ Denaturasi membuka lipatan sehingga protein tak larut kembali.
- **C.** ✓ Penggaraman bersifat tidak merusak (reversibel).
- **D.** ✗ Jebakan: melarut kembali bukan tanda bukan protein; justru ciri pengendapan tanpa denaturasi.
- **E.** ✓ Ikatan peptida utuh, sehingga biuret tetap positif.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 22 Kunci: C

Konsep: Kontrol positif memastikan pereaksi bekerja. Bila protein yang diketahui (putih telur) tidak memberi warna ungu, pereaksi (atau prosedur) bermasalah, sehingga hasil negatif pada sampel tidak dapat dipercaya.

Langkah:

1. Blanko biru muda: wajar (hanya warna pereaksi).
2. Kontrol positif seharusnya ungu, tetapi tetap biru muda: uji tidak valid.
3. Hasil sampel belum dapat ditafsirkan; periksa atau buat ulang pereaksi, lalu ulangi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: sampel sama dengan blanko tampak seperti bukti, tetapi kontrol positif gagal.
- **B.** ✗ Jebakan: asam amino bebas memang biuret negatif, tetapi kesimpulan itu tidak sah bila uji sendiri tidak valid.
- **C.** ✓ Kontrol positif gagal, pereaksi diperiksa dulu.
- **D.** ✗ Jebakan: protein terdenaturasi tetap biuret positif karena ikatan peptidanya utuh.
- **E.** ✗ Jebakan: biru muda pada blanko memang wajar, tetapi itu tidak menunjukkan pereaksi bekerja; yang diuji bekerja atau tidaknya adalah kontrol positif.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: E

Konsep: Pereaksi biuret memakai $CuSO_4$ encer beberapa tetes. Kelebihan Cu^{2+} dalam suasana basa membentuk endapan $Cu(OH)_2$ biru yang menutupi warna ungu kompleks dan menyebabkan hasil negatif palsu.

Langkah:

1. Kontrol positif (tetes encer) ungu: pereaksi baik.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Sampel diberi $CuSO_4$ pekat sekaligus: kelebihan Cu^{2+} → endapan biru penutup.
3. Hasil negatif itu palsu; ulangi dengan beberapa tetes $CuSO_4$ encer.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: susu kedelai kaya protein, dan hasilnya negatif palsu karena prosedur.
• **B.** ✗ Jebakan: pada suhu ruang beberapa menit NaOH encer tidak menghidrolisis protein; hidrolisis butuh asam/basa kuat panas lama.
• **C.** ✗ Jebakan: endapan biru adalah $Cu(OH)_2$ dari pereaksi, bukan tanda logam berat dalam sampel.
• **D.** ✗ Jebakan: warna ungu muncul dalam beberapa menit; endapan $Cu(OH)_2$ tidak akan berubah menjadi ungu dengan menunggu.
• **E.** ✓ Penyebab dan perbaikannya tepat.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: B, D

Konsep: $KHSO_4$ menarik dua molekul air dari gliserol sehingga terbentuk akrolein (CH_2=CH–CHO) yang berbau tajam dan beracun. Hanya trigliserida yang mengandung gliserol; hidrokarbon tidak. Gliserol dalam minyak goreng yang terlalu panas juga dapat menjadi akrolein.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: minyak segar pun mengandung gliserol dan memberi hasil positif; tengik tidak diperlukan.
• **B.** ✓ Gliserol → akrolein + 2 H_2O.
• **C.** ✗ Jebakan: ikatan C=C dikenali brom atau iod, bukan akrolein; bau berasal dari gliserol.
• **D.** ✓ Parafin adalah hidrokarbon tanpa gliserol.
• **E.** ✗ Jebakan: pemanasan lebih lama tidak menciptakan gliserol; hidrokarbon tidak membentuk akrolein.

Jawaban: B dan D.

No. 25 Kunci: A, D, E

Konsep: Protein bermuatan bersih nol pada titik isoelektriknya sehingga gaya tolak antarbutiran hilang dan protein paling mudah menggumpal. Di atas titik isoelektrik muatan bersih negatif, di bawahnya positif; pada keduanya butiran saling menolak. Perubahan muatan tidak memutus ikatan peptida.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Gumpalan maksimum tepat di sekitar titik isoelektrik (pH 4,6).
• **B.** ✗ Jebakan: pada pH 6,6 muatan bersih kasein negatif, bukan nol; itulah sebabnya butirannya tersebar.
• **C.** ✗ Jebakan: pelarutan kembali terjadi karena muatan, bukan karena hidrolisis; asam encer pada suhu ruang tidak memutus peptida.
• **D.** ✓ Di bawah titik isoelektrik muatan bersih positif sehingga butiran kembali saling menolak dan sebagian melarut.
• **E.** ✓ Ikatan peptida utuh, sehingga biuret tetap positif.

Jawaban: A, D, dan E.

Latihan sub bab 5.1

No. 1 Kunci: E

Konsep: Uji nyala memberi warna khas untuk Na^+, Ca^{2+}, dan Ba^{2+}. Uji pengendapan dengan karbonat/sulfat memisahkan kelompok ion.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Karbonat: Ca dan Ba sama-sama mengendap → tidak dapat dibedakan.
2. Sulfat encer: hanya Ba mengendap → Na dan Ca tidak dapat dibedakan.
3. Uji nyala: kuning, merah bata, hijau kekuningan → ketiganya berbeda dengan satu uji.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ca^{2+} dan Ba^{2+} sama-sama mengendap putih.
- **B.** ✗ Na^{+} dan Ca^{2+} sama-sama tidak mengendap dengan sulfat encer.
- **C.** ✗ Jebakan: rencana ini memang dapat membedakan ketiganya, tetapi memerlukan dua uji.
- **D.** ✗ Ketiga garam berupa kristal putih yang mirip.
- **E.** ✓ Satu uji sudah memberi tiga warna yang berbeda.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Ca^{2+} mengendap dengan oksalat; Mg^{2+} mengendap sebagai $Mg(OH)_2$ dengan basa kuat. Kedua ion ini penyebab utama kesadahan air.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Ca^{2+} sudah disingkirkan sebagai oksalat; endapan putih seperti gel dengan NaOH adalah $Mg(OH)_2$.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: Mg^{2+} memang ada di air ini, tetapi magnesium oksalat cukup larut; endapan putih dengan oksalat adalah kalsium oksalat (Ca^{2+}).
- **Pernyataan 3 → Benar.** Kesadahan air disebabkan terutama oleh Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang mengendap sebagai kerak saat dipanaskan.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 5.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: Kation transisi dikenali dari warna hidroksidanya dan dari kelarutannya dalam NaOH berlebih (amfoter) atau NH_3 berlebih (membentuk kompleks amina).

Langkah:

1. Endapan hijau dengan NaOH → Ni^{2+} (atau Fe^{2+} yang kehijauan).
2. Larut dalam NH_3 berlebih menjadi biru keunguan → Ni^{2+}; $Fe(OH)_2$ tidak larut dalam NH_3.
3. Kesimpulan: Ni^{2+}.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: Cu^{2+} juga larut dalam NH_3 berlebih menjadi biru, tetapi endapannya biru muda dan kompleksnya biru tua.
- **B.** ✗ $Zn(OH)_2$ putih dan larut dalam NaOH berlebih.
- **C.** ✗ Jebakan: $Fe(OH)_2$ kehijauan, tetapi tidak larut dalam NH_3 berlebih.
- **D.** ✗ Endapan $Co(OH)_2$ tidak berwarna hijau.
- **E.** ✓ Endapan hijau yang tidak larut dalam NaOH berlebih dan larut biru keunguan dalam NH_3 berlebih sesuai Ni^{2+}.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 5.3

No. 1 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: TSS = residu yang tertahan kertas saring setelah dikeringkan 105 °C. Hasil rendah dapat berasal dari sampel tidak homogen, partikel lolos, atau massa kertas awal yang terlalu besar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Padatan tersuspensi mengendap selama penyimpanan; tanpa pengocokan, sampel yang diambil kurang mengandung padatan.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: ini langkah yang benar (mencegah kertas menyerap uap air), bukan penyebab hasil rendah.

• **Pernyataan 3** ✓ Partikel yang lolos tidak tertimbang sebagai padatan tersuspensi.

• **Pernyataan 4** ✓ Massa awal terlalu besar; setelah dikeringkan, air itu hilang sehingga selisih massa (residu) terhitung terlalu kecil.

• **Pernyataan 5** ✗ Pendinginan justru dianjurkan untuk mengawetkan sampel; masalahnya ada pada tidak dikocoknya sampel, bukan pada pelarutan padatan.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 2 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: TSS (mg/L) = (massa kertas + residu − massa kertas) dalam mg ÷ volume sampel dalam L. Volume sampel disesuaikan agar massa residu memadai untuk ditimbang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ 45,0 mg ÷ 0,050 L = 900 mg/L.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: massa residu kolam (23 mg) memang paling kecil, tetapi TSS-nya 23 ÷ 0,100 = 230 mg/L, lebih tinggi dari outlet (80 mg/L).

• **Pernyataan 3** ✓ 40,0 mg ÷ 0,500 L = 80 mg/L < 100 mg/L.

• **Pernyataan 4** ✓ (900 − 80) ÷ 900 × 100% = 91%.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: volume besar memang dipakai untuk outlet, tetapi tujuannya agar massa residu cukup besar untuk ditimbang teliti; nilai TSS (mg/L) tidak berubah karena volume ikut menjadi pembagi.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

Kuis Akhir Bab 5

No. 1 Kunci: C

Konsep: Kawat nikrom dibersihkan dengan mencelupkannya ke asam klorida lalu memijarkannya sampai nyala tidak berwarna lagi. Garam sisa berubah menjadi klorida yang mudah menguap dalam nyala, sehingga terbuang. Pembersih sendiri tidak boleh mengandung unsur yang memberi warna nyala.

Langkah:

1. Tujuan: menghilangkan sisa natrium yang memberi nyala kuning.
2. Pembersih tidak boleh mengandung natrium atau garam lain yang berwarna di nyala.
3. Cirinya bersih: nyala tidak berwarna saat kawat dipijarkan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: natrium hidroksida mengandung natrium sehingga justru menambah nyala kuning.

• **B.** ✗ Jebakan: air keran mengandung natrium dan garam lain; air tidak menghilangkan sisa garam dari kawat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **C.** ✓ Asam klorida membentuk klorida yang mudah menguap; pemijaran sampai nyala tidak berwarna membuktikan kawat bersih.
• **D.** ✗ Jebakan: tisu tidak melepas garam yang melekat pada permukaan logam dan dapat meninggalkan serat.
• **E.** ✗ Jebakan: sisa garam natrium tidak habis hanya dengan pemanasan sebentar; nyala kuning akan tetap muncul pada uji berikutnya.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Pada NH_3 berlebih, molekul NH_3 menempel pada ion Cu^{2+} melalui pasangan elektron bebas dan membentuk ion kompleks amina $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ yang larut dan berwarna biru tua. $Cu(OH)_2$ tidak amfoter, sehingga NaOH berlebih tidak melarutkannya.

Langkah:
1. Pengamatan: larut hanya pada NH_3 berlebih, bukan pada NaOH berlebih.
2. Perbedaan kedua pereaksi: NH_3 memiliki molekul yang dapat berikatan koordinasi dengan Cu^{2+}; NaOH hanya menyediakan OH^-.
3. Larutnya endapan berasal dari terbentuknya kompleks amina yang bermuatan.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: sifat amfoter dimiliki $Zn(OH)_2$ dan $Cr(OH)_3$, bukan $Cu(OH)_2$; bila amfoter, NaOH berlebih juga akan melarutkannya.
• **B.** ✓ Kompleks amina $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ yang larut dan biru tua.
• **C.** ✗ Jebakan: NH_3 basa lemah; NaOH basa kuat.
• **D.** ✗ Jebakan: tidak ada oksidasi pada kedua pereaksi; yang terjadi adalah pembentukan kompleks.
• **E.** ✗ Jebakan: pengenceran tidak melarutkan endapan; volume NH_3 yang ditambahkan hanya sedikit.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: C

Konsep: $Cu(OH)_2$ tidak amfoter: tetap sebagai endapan dalam NaOH berlebih dan larut dalam NH_3 berlebih menjadi biru tua. $Zn(OH)_2$ amfoter: larut dalam NaOH berlebih sebagai zinkat $[Zn(OH)_4]^{2-}$ tak berwarna; bila dinetralkan dengan asam muncul endapan putih $Zn(OH)_2$, yang larut lagi pada asam berlebih.

Langkah (membaca gambar):
1. Tabung 2: endapan biru muda tetap, cairan di atasnya tak berwarna → $Cu(OH)_2$ tidak larut; masih ada ion lain yang larut sebagai ion tak berwarna.
2. Tabung 3: endapan itu larut menjadi biru tua dalam NH_3 berlebih → $Cu(OH)_2$ menjadi $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ → ada Cu^{2+}.
3. Tabung 4 dan 5: filtrat tabung 2 memberi endapan putih bila dinetralkan lalu larut dalam asam berlebih → perilaku amfoter $Zn(OH)_2$ → ada Zn^{2+} (kuningan = paduan Cu dan Zn).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: endapan putih muncul dari filtrat tabung 2 dan larut lagi pada asam berlebih; itu bukan sekadar pereaksi.
• **B.** ✗ Jebakan: $Fe(OH)_3$ berwarna cokelat kemerahan, tidak putih; tidak ada endapan cokelat kemerahan pada tabung 2.
• **C.** ✓ Cu^{2+} tertahan sebagai endapan, Zn^{2+} terbawa filtrat sebagai zinkat.
• **D.** ✗ Jebakan: kompleks Ni^{2+} berwarna biru keunguan, tidak biru tua; $Ni(OH)_2$ hijau, bukan putih amfoter.
• **E.** ✗ Jebakan: peran terbalik; $Cu(OH)_2$ tidak amfoter sehingga tidak terbawa filtrat.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 4 Kunci: E

Konsep: Tiap ion dikenali dari pengamatan yang cocok dengan lembar kerja, dan pengamatan negatif ikut menyingkirkan kandidat.

Langkah:

1. Botol 1: nyala kuning terang → Na^+ → NaCl; tidak ada endapan dengan NaOH atau Na_2SO_4 cocok dengan garam alkali.
2. Botol 2: nyala hijau kekuningan dan endapan putih dengan sulfat → Ba^{2+} → $BaCl_2$.
3. Botol 3: tanpa warna nyala khas dan endapan putih dengan NaOH → Mg^{2+} → $MgCl_2$.
4. Botol 4: ungu muda lewat kaca kobalt → K^+ → KCl.
5. Urutan: NaCl, $BaCl_2$, $MgCl_2$, KCl.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: botol 1 dan 4 tertukar; kuning terang adalah ciri Na, bukan K.
- **B.** ✗ Jebakan: botol 2 dan 3 tertukar; hanya Ba^{2+} yang mengendap dengan sulfat.
- **C.** ✗ Jebakan: botol 3 dan 4 tertukar; hanya Mg^{2+} yang mengendap dengan NaOH encer.
- **D.** ✗ Jebakan: botol 1 dan 2 tertukar; nyala hijau kekuningan adalah Ba, bukan Na.
- **E.** ✓ NaCl, $BaCl_2$, $MgCl_2$, KCl.

Jawaban: E.

No. 5 Kunci: A, D, E

Konsep: Kaca kobalt menyaring (menyerap) cahaya kuning natrium; ia tidak mengubah warna. Warna ungu kalium baru tampak bila kalium ada dalam jumlah cukup. Hasil negatif pada uji nyala berarti "tidak terdeteksi", bukan "pasti tidak ada", karena uji nyala kurang peka untuk jumlah sangat kecil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Kaca kobalt menyerap kuning sehingga nyala natrium hilang dari pandangan.
- **B.** ✗ Jebakan: hasil negatif tidak membuktikan ketiadaan mutlak; uji nyala terbatas kepekaannya.
- **C.** ✗ Jebakan: kaca kobalt menyaring cahaya dengan menyerapnya; tidak ada reaksi kimia yang mengubah warna.
- **D.** ✓ Kuning terang yang bertahan beberapa detik adalah bukti natrium, bukan sekadar pengotor sesaat.
- **E.** ✓ Kalium tidak terdeteksi, tetapi jumlah sangat kecil dapat lolos dari uji nyala.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 6 Kunci: A

Konsep: Blanko pereaksi (pereaksi + air suling) harus tetap jernih. Bila blanko saja sudah keruh, pereaksi atau air yang dipakai tercemar, sehingga endapan atau kekeruhan pada sampel tidak dapat dikaitkan dengan ion yang diuji.

Langkah:

1. Blanko seharusnya jernih; di sini keruh putih.
2. Kekeruhan muncul tanpa sampel, jadi bukan berasal dari Mg^{2+} dalam air baku.
3. Hasil uji sampel dengan pereaksi yang sama tidak dapat dipercaya; sumber pencemaran dicari lalu blanko diulang.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Menghentikan uji, mencari sumber pencemaran, lalu mengulang blanko.
- **B.** ✗ Jebakan: kekeruhan dari pereaksi akan terbaca sebagai positif palsu.
- **C.** ✗ Jebakan: blanko justru dibuat untuk memeriksa pereaksi dan air; mengabaikannya meniadakan fungsinya.
- **D.** ✗ Jebakan: mengurangi pereaksi menyembunyikan masalah dan dapat membuat uji sampel tidak

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

sensitif.

• **E.** ✗ Jebakan: larutan standar tidak memperbaiki pereaksi yang tercemar.

Jawaban: A.

No. 7 Kunci: A, C, E

Konsep: Dalam pemisahan Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+} dari Mg^{2+}, NH_4Cl menekan konsentrasi OH^- dan CO_3^{2-} sehingga kelarutan Mg tidak terlampaui. Tanpa NH_4Cl, Mg^{2+} ikut mengendap bersama karbonat dan hilang dari filtrat.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Tanpa NH_4Cl, Mg^{2+} ikut terendapkan sehingga filtrat tidak memuatnya lagi; itu sebabnya endapan lebih banyak.

• **B.** ✗ Jebakan: hasil negatif di sini disebabkan Mg^{2+} sudah terbawa endapan, bukan karena Mg^{2+} tidak ada dalam sampel.

• **C.** ✓ Peran NH_4Cl adalah menjaga OH^- dan CO_3^{2-} tetap rendah agar Mg^{2+} tetap di filtrat.

• **D.** ✗ Jebakan: bertambahnya endapan berasal dari ikut sertanya Mg, bukan dari kenaikan Ca^{2+} dan Ba^{2+} dalam sampel.

• **E.** ✓ Hasil dengan prosedur yang menyimpang tidak dapat dipakai; pengujian diulang dari sampel baru sesuai SOP.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 8 Kunci: A

Konsep: Perilaku endapan pada NaOH sedikit dan NaOH berlebih keduanya menjadi ciri ion. Bila NaOH berlebih dituang sekaligus, endapan amfoter ($Zn(OH)_2$, $Cr(OH)_3$) dapat langsung larut sehingga endapan tidak sempat terlihat. Karena itu NaOH ditambahkan tetes demi tetes.

Langkah:

1. Larutan tak berwarna → Cr^{3+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Fe^{2+}, dan Fe^{3+} tersingkir (semuanya berwarna); yang mungkin tinggal Zn^{2+} atau ion alkali dan alkali tanah.
2. Zn^{2+} bila diberi NaOH berlebih sekaligus: $Zn(OH)_2$ terbentuk lalu larut sebagai $[Zn(OH)_4]^{2-}$ yang jernih dan tak berwarna; endapan tidak terlihat.
3. Jadi "tanpa endapan" belum menyingkirkan Zn^{2+}; ulangi dengan tetes demi tetes untuk melihat endapan putih sementara.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Zn^{2+} mungkin hadir; endapannya larut karena amfoter.

• **B.** ✗ Jebakan: Zn^{2+} tidak berwarna dan dapat tersembunyi pada pengamatan seperti ini.

• **C.** ✗ Jebakan: NaOH tetap mengendapkan hampir semua logam transisi; NH_3 tidak menggantikannya.

• **D.** ✗ Jebakan: larutan tak berwarna dapat berupa Zn^{2+}, yang tidak berwarna karena subkulit d penuh.

• **E.** ✗ Jebakan: hanya hidroksida amfoter yang larut; $Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Ni(OH)_2$, dan $Mn(OH)_2$ tetap mengendap dalam NaOH berlebih.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: E

Konsep: Dua larutan kuning dapat dibedakan: Fe^{3+} memberi merah darah dengan KSCN; kromat (CrO_4^{2-}) memberi endapan kuning $BaCrO_4$ dengan Ba^{2+} dan berubah jingga saat diasamkan (menjadi dikromat).

Langkah:

1. X + KSCN merah darah → Fe^{3+} (Fe^{2+} tidak memberi merah darah); X + $BaCl_2$ tidak mengendap → tidak ada kromat.
2. Y + KSCN tidak berubah → bukan Fe^{3+}.
3. Y + $BaCl_2$ endapan kuning → $BaCrO_4$ → ada CrO_4^{2-}; diasamkan jadi jingga → kromat berubah menjadi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

dikromat.

4. Y berwarna kuning, jadi bentuknya kromat, bukan dikromat (jingga) maupun Cr^{3+} (hijau).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: X dan Y tertukar; kromat tidak memberi merah darah dengan KSCN.
- **B.** ✗ Jebakan: Fe^{2+} tidak memberi merah darah dengan KSCN.
- **C.** ✗ Jebakan: dikromat berwarna jingga; Y awalnya kuning sehingga kromat.
- **D.** ✗ Jebakan: Cr^{3+} berwarna hijau tua dan tidak mengendap dengan $BaCl_2$ sebagai endapan kuning.
- **E.** ✓ X = Fe^{3+}, Y = $CrO_4{}^{2-}$.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: CaC_2O_4 tidak larut dalam asam asetat dan suasana basa lemah, tetapi larut dalam asam kuat. Uji oksalat pada sampel yang sangat asam bisa memberi hasil negatif palsu. Magnesium oksalat jauh lebih larut sehingga tidak mengganggu uji Ca^{2+}.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: magnesium oksalat jauh lebih larut daripada kalsium oksalat; endapan putih itu menunjukkan Ca^{2+}, bukan bukti Mg^{2+}.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Dalam asam kuat CaC_2O_4 larut, sehingga negatif pada pH 1 tidak dapat dipercaya.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Setelah dibasakan, ion oksalat tersedia dan CaC_2O_4 mengendap.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 11 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: NH_3 berlebih melarutkan $Cu(OH)_2$ sebagai $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ biru tua, tetapi tidak melarutkan $Fe(OH)_3$ cokelat kemerahan. Cara ini memisahkan Cu^{2+} (di cairan) dari Fe^{3+} (di endapan).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Larutan biru tua adalah kompleks amina tembaga.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: endapan itu $Fe(OH)_3$; dilarutkan dalam asam menjadi Fe^{3+} yang memberi merah darah dengan KSCN.
- **Pernyataan 3 → Benar.** $Fe(OH)_3$ cokelat kemerahan tidak larut dalam NH_3 berlebih.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 12 Kunci: A, B, E

Konsep: Ion dikenali dari rangkaian pengamatan: warna larutan, warna endapan, kelarutan dalam NaOH berlebih (amfoter: Zn, Cr) dan dalam NH_3 berlebih (kompleks amina: Cu, Ni, Zn).

Tafsir tiap sampel:

- **P:** biru, $Cu(OH)_2$ biru muda, larut hanya di NH_3 (biru tua) → Cu^{2+}.
- **Q:** hijau, $Ni(OH)_2$ hijau, larut hanya di NH_3 (biru keunguan) → Ni^{2+}.
- **R:** hijau tua, $Cr(OH)_3$ hijau keabuan larut di NaOH berlebih, tidak di NH_3 → Cr^{3+}.
- **S:** hampir tak berwarna, putih lalu cokelat, tidak larut di keduanya → Mn^{2+}.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Cu^{2+} dan Ni^{2+} sama-sama larut hanya di NH_3 berlebih; warna larutan awal dan kompleks membedakannya.
- **B.** ✓ Larut di NaOH berlebih tetapi tidak di NH_3 berlebih cocok dengan Cr^{3+}.
- **C.** ✗ Jebakan: $Zn(OH)_2$ amfoter dan larut dalam NaOH berlebih; endapan S tidak larut.
- **D.** ✗ Jebakan: $Fe(OH)_3$ langsung cokelat kemerahan; S putih lebih dulu lalu berubah karena oksidasi, ciri $Mn(OH)_2$.
- **E.** ✓ Putih lalu cokelat, tidak larut di keduanya, cocok dengan Mn^{2+}.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 13 Kunci: B, D, E

Konsep: Fe^{2+} memberi endapan biru tua dengan $K_3[Fe(CN)_6]$ dan endapan putih kebiruan dengan $K_4[Fe(CN)_6]$. Fe^{3+} memberi merah darah dengan KSCN dan endapan biru tua dengan $K_4[Fe(CN)_6]$. Fe^{2+} yang terbuka ke udara sebagian teroksidasi menjadi Fe^{3+}.

Langkah:

1. Botol 1: KSCN tidak berwarna (tidak ada Fe^{3+}), $K_3[Fe(CN)_6]$ biru tua (ada Fe^{2+}), $K_4[Fe(CN)_6]$ putih kebiruan (sesuai Fe^{2+}) → hanya Fe^{2+}.
2. Botol 2: KSCN merah darah dan $K_4[Fe(CN)_6]$ biru tua → ada Fe^{3+}; $K_3[Fe(CN)_6]$ biru tua → masih ada Fe^{2+}.
3. Kesimpulan: botol 2 campuran Fe^{2+} dan Fe^{3+} hasil oksidasi sebagian.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: $K_3[Fe(CN)_6]$ masih memberi endapan biru tua, tanda Fe^{2+} tetap ada.
- **B.** ✓ Tidak ada Fe^{3+} pada botol 1.
- **C.** ✗ Jebakan: endapan putih kebiruan dengan $K_4[Fe(CN)_6]$ adalah ciri Fe^{2+}; Fe^{3+} memberi biru tua.
- **D.** ✓ Fe^{2+} ($K_3[Fe(CN)_6]$ biru tua) dan Fe^{3+} (KSCN merah darah) sama-sama ada.
- **E.** ✓ Biru tua dengan $K_4[Fe(CN)_6]$ adalah ciri Fe^{3+} yang terbentuk karena oksidasi udara.

Jawaban: B, D, dan E.

No. 14 Kunci: B

Konsep: $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$: tiap 1 mol Ca^{2+} menghasilkan 1 mol $CaCO_3$. Massa kerak dihitung dari mol Ca^{2+}, bukan dari massa Ca^{2+}.

Langkah:

1. Kadar Ca^{2+}: 48 mg/L ÷ 40 mg/mmol = 1,2 mmol/L.
2. Volume: 2,5 m^3 = 2.500 L → 1,2 × 2.500 = 3.000 mmol = 3,0 mol Ca^{2+}.
3. $CaCO_3$ = 3,0 mol × 100 g/mol = **300 g**.
4. Cek: 1,2 mmol/L × 100 = 120 mg/L $CaCO_3$; 120 mg/L × 2.500 L = 300.000 mg = 300 g ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 48 mg/L × 2.500 L = 120 g adalah massa Ca^{2+}, dianggap sama dengan massa kerak.
- **B.** ✓ 300 g.
- **C.** ✗ Jebakan: 3,0 mol × 162 = 486 g adalah massa $Ca(HCO_3)_2$ yang terurai, bukan massa kerak $CaCO_3$.
- **D.** ✗ Jebakan: 300 g dikalikan lagi dengan 2,5 sehingga volume terhitung dua kali.
- **E.** ✗ Jebakan: 2,5 m^3 dikonversi menjadi 25.000 L sehingga hasil menjadi sepuluh kali lipat.

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: D

Konsep: Kesadahan dari Ca^{2+} dan Mg^{2+} dijumlahkan setelah masing-masing diubah menjadi mg/L sebagai $CaCO_3$, memakai faktor 100/40 untuk Ca^{2+} dan 100/24 untuk Mg^{2+}.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Sumur A: 100 × 2,5 = 250; 12 × 4,167 = 50; total 300 mg/L.
2. Sumur B: 64 × 2,5 = 160; 36 × 4,167 = 150; total 310 mg/L.
3. Sumur C: 76 × 2,5 = 190; 24 × 4,167 = 100; total 290 mg/L.
4. Tertinggi: sumur B, 310 mg/L; hanya sumur B yang melebihi 300 mg/L.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 300 mg/L adalah kesadahan sumur A, bukan yang tertinggi; sumur A dipilih karena Ca^{2+} terbesar.
- **B.** ✗ Jebakan: 160 mg/L hanya kesadahan Ca^{2+} sumur B; Mg^{2+} terlupa.
- **C.** ✗ Jebakan: 290 mg/L adalah kesadahan sumur C, nilainya lebih rendah.
- **D.** ✓ 160 + 150 = 310 mg/L.
- **E.** ✗ Jebakan: 100 + 12 = 112 menjumlahkan mg/L Ca^{2+} dan Mg^{2+} tanpa faktor konversi ke $CaCO_3$.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: B, C, E

Konsep: $BaCrO_4$ tidak larut dalam asam asetat, sedangkan $SrCrO_4$ larut. Dengan penyangga asetat hanya Ba^{2+} yang mengendap sebagai kromat; tanpa asetat, $SrCrO_4$ ikut mengendap sehingga endapan kuning tidak lagi spesifik untuk Ba^{2+}. Sr^{2+} kemudian dikenali dari nyala merah tua pada filtrat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: tanpa penyangga asetat, $SrCrO_4$ ikut mengendap, sehingga endapan kuning bukan bukti Ba^{2+} saja.
- **B.** ✓ Dalam suasana asetat hanya $BaCrO_4$ yang bertahan sebagai endapan.
- **C.** ✓ Nyala merah tua adalah ciri Sr^{2+}; ia tertinggal di filtrat karena $SrCrO_4$ larut dalam asetat.
- **D.** ✗ Jebakan: urutannya terbalik; asetat membuat $BaCrO_4$ tetap mengendap dan $SrCrO_4$ larut.
- **E.** ✓ Endapan yang bertambah banyak berasal dari $SrCrO_4$ yang ikut mengendap.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 17 Kunci: D

Konsep: TS = TSS + TDS, sehingga TDS = TS − TSS. Batas antara "tersuspensi" dan "terlarut" ditentukan oleh ukuran pori penyaring (definisi operasional): partikel yang lolos pori besar terhitung sebagai terlarut, tetapi tertahan di pori yang lebih kecil.

Langkah:

1. TDS A = 920 − 38 = 882 mg/L; TDS B = 920 − 51 = 869 mg/L.
2. Selisih TSS = 51 − 38 = 13 mg/L; selisih TDS = 882 − 869 = 13 mg/L (saling menggantikan).
3. Partikel berukuran 0,45–1,5 µm lolos serat kaca A (terhitung terlarut) tetapi tertahan membran B (terhitung tersuspensi).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: TDS tidak sama dengan TS; TS dikurangi TSS.
- **B.** ✗ Jebakan: TSS ditambahkan ke TS, bukan dikurangkan.
- **C.** ✗ Jebakan: nilai TDS A dan B tertukar.
- **D.** ✓ TDS A = 882, TDS B = 869; selisih berasal dari partikel 0,45–1,5 µm.
- **E.** ✗ Jebakan: sampel sudah dikocok merata; selisih berasal dari ukuran pori, bukan kesalahan pengocokan.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: C

Konsep: TSS adalah massa residu per volume, sehingga massa residu naik sebanding volume dan TSS tetap. Volume dipilih agar massa residu masuk rentang SOP.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. 100 mL: 3,1 mg ÷ 0,100 L = 31,0 mg/L.
2. 250 mL: 7,9 mg ÷ 0,250 L = 31,6 mg/L.
3. 500 mL: 15,6 mg ÷ 0,500 L = 31,2 mg/L.
4. Ketiganya konsisten; rata-rata ≈ 31,3 mg/L.
5. Rentang SOP 10–100 mg: hanya 15,6 mg (500 mL) yang masuk; 3,1 mg dan 7,9 mg terlalu kecil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: rata-rata massa residu tanpa dibagi volume bukan TSS; 7,9 mg juga di bawah rentang.
- **B.** ✗ Jebakan: kecepatan bukan kriteria; residu 3,1 mg terlalu kecil sehingga galat penimbangan besar.
- **C.** ✓ TSS ≈ 31 mg/L dan 500 mL memberi residu dalam rentang.
- **D.** ✗ Jebakan: 15,6 mg adalah massa residu 500 mL, bukan mg/L.
- **E.** ✗ Jebakan: massa berbeda wajar karena volume berbeda; yang dibandingkan adalah mg/L.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: B, C, D

Konsep: $Cr(OH)_3$ amfoter dan larut dalam NaOH berlebih menjadi $[Cr(OH)_4]^-$ hijau tua. H_2O_2 dalam suasana basa dan panas mengoksidasi Cr(III) menjadi kromat kuning (Cr +6). Kromat dan dikromat saling berubah menurut pH tanpa perubahan bilangan oksidasi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hijau → kuning memerlukan oksidator (H_2O_2); perubahan kromat ⇌ dikromat yang hanya bergantung pH berbeda dari perubahan ini.
- **B.** ✓ Kuning = CrO_4^{2-}; Cr(III) teroksidasi menjadi Cr(VI).
- **C.** ✓ $Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4$ kuning.
- **D.** ✓ $2\ CrO_4^{2-} + 2\ H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$; Cr tetap +6.
- **E.** ✗ Jebakan: asam tidak mereduksi Cr(VI) menjadi Cr^{3+}; pereduksi (misalnya Fe^{2+}) diperlukan untuk itu.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 20 Kunci: E

Konsep: Tanpa pembilasan, garam terlarut dalam air yang masih tertahan pada kertas ikut tertimbang sebagai residu sehingga TSS terhitung terlalu tinggi.

Langkah:

1. Air tertahan = 0,8 mL = 0,0008 L; garam tertinggal = 18.000 mg/L × 0,0008 L = 14,4 mg.
2. Kenaikan semu = 14,4 mg ÷ 0,100 L = 144 mg/L.
3. TSS sebenarnya = 212 − 144 = **68 mg/L**.
4. Cek: massa residu terhitung 212 × 0,100 = 21,2 mg; 21,2 − 14,4 = 6,8 mg; 6,8 ÷ 0,100 = 68 mg/L ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 144 mg/L adalah kenaikan semu, bukan TSS sebenarnya.
- **B.** ✗ Jebakan: 14,4 mg/L dikurangkan; massa garam belum dibagi volume sampel.
- **C.** ✗ Jebakan: angka terhitung dipakai apa adanya tanpa koreksi garam.
- **D.** ✗ Jebakan: 144 ditambahkan, bukan dikurangkan.
- **E.** ✓ 212 − 144 = 68 mg/L.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: D

Konsep: TSS (mg/L) = massa residu (mg) ÷ volume sampel (L); massa residu = (massa kertas + residu) − massa kertas awal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Residu = 0,1033 − 0,0985 = 0,0048 g = 4,8 mg.
2. Volume = 250 mL = 0,250 L.
3. TSS = 4,8 ÷ 0,250 = **19,2 mg/L**.
4. Cek langsung: 0,0048 × 1.000.000 ÷ 250 = 19,2 mg/L ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 4,8 × 0,250 = 1,2; massa dikalikan volume, bukan dibagi.
- **B.** ✗ Jebakan: 4,8 mg adalah massa residu; belum dibagi volume sampel.
- **C.** ✗ Jebakan: 0,0048 g dibagi 0,250 L = 0,0192 g/L dilaporkan sebagai mg/L; satuan massa tidak diubah.
- **D.** ✓ 4,8 mg ÷ 0,250 L = 19,2 mg/L.
- **E.** ✗ Jebakan: 103,3 mg ÷ 0,250 L; massa kertas awal tidak dikurangkan.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: A

Konsep: Volume sampel = massa residu yang diinginkan ÷ perkiraan TSS. Sampel yang lebih keruh memerlukan volume lebih kecil.

Langkah:

1. Massa residu yang diinginkan = 20 mg; TSS perkiraan = 40 mg/L.
2. Volume = 20 mg ÷ 40 mg/L = 0,5 L = **500 mL**.
3. Cek: 40 mg/L × 0,500 L = 20 mg ✓.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 500 mL.
- **B.** ✗ Jebakan: 50 mL memberi residu sekitar 2 mg saja, terlalu sedikit untuk ditimbang teliti.
- **C.** ✗ Jebakan: 200 mL memberi residu sekitar 8 mg, masih di bawah 20 mg.
- **D.** ✗ Jebakan: 800 mL berasal dari 20 × 40 (dikalikan, bukan dibagi).
- **E.** ✗ Jebakan: 2.000 mL berasal dari 40 ÷ 20 × 1.000 (pembagi terbalik) dan memberi residu sekitar 80 mg.

Jawaban: A.

No. 23 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: TSS mewakili seluruh padatan tersuspensi dalam sampel, sehingga sampel harus homogen saat diukur, dan semua partikel yang ikut terukur harus berakhir di kertas saring.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** Sampel homogen, volume segera diukur sebelum partikel mengendap.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Bilasan membawa partikel yang tersisa di gelas ukur ke kertas saring sehingga tidak hilang.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: bagian atas botol lebih jernih; memakainya saja membuat hasil terlalu rendah.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 24 Kunci: A, B, D

Konsep: Residu yang masih mengandung air membuat massa B terlalu besar sehingga TSS terlalu tinggi. Residu tebal, pendinginan di udara terbuka, dan tidak dicapainya bobot tetap termasuk penyebabnya. Partikel yang lolos justru menurunkan hasil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Residu tebal menjebak air dan sulit kering; massa B ikut bertambah.
- **B.** ✓ Residu halus menyerap uap air di udara terbuka; didinginkan di desikator.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **C.** ✗ Jebakan: partikel yang lolos tidak tertimbang, sehingga hasil menjadi lebih rendah, bukan lebih tinggi.
• **D.** ✓ Bobot tetap memerlukan penimbangan berulang sampai selisih dua penimbangan di bawah batas SOP.
• **E.** ✗ Jebakan: pengocokan membuat sampel homogen dan benar; tanpa pengocokan hasil justru terlalu rendah.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 25 Kunci: B

Konsep: Blanko prosedur memeriksa apakah ada penambahan massa yang tidak berasal dari sampel (kertas lembap, serat lepas, air suling tidak murni, desikator). Bila perubahan melebihi batas SOP, hasil tidak boleh dilaporkan sebelum sumbernya ditemukan.

Langkah:
1. Perubahan massa = 0,1011 − 0,1004 = 0,0007 g = 0,7 mg.
2. Batas SOP = 0,3 mg; 0,7 mg > 0,3 mg → blanko tidak memenuhi.
3. Sampel yang dikerjakan bersama blanko tidak boleh dilaporkan; sumber dicari lalu blanko diulang.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: membandingkan 0,0007 g dengan 0,3 mg tanpa menyamakan satuan; 0,0007 g = 0,7 mg.
• **B.** ✓ Sesuai SOP: tahan pelaporan, telusuri sumber, ulangi blanko.
• **C.** ✗ Jebakan: mengoreksi tidak diizinkan SOP; sumber galat belum diketahui.
• **D.** ✗ Jebakan: kecil dibandingkan residu bukan kriteria penerimaan blanko; kriterianya batas 0,3 mg.
• **E.** ✗ Jebakan: menyamarkan galat dengan memperbesar sampel tidak memperbaiki sumbernya.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 6.1

No. 1 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Konduktometri mengukur daya hantar listrik larutan yang sebanding dengan jumlah ion. Air suling bermutu baik memiliki daya hantar sangat rendah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Ion terlarut menghantarkan listrik; air murni hampir tidak mengandung ion.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: daya hantar listrik naik dengan suhu; batas SOP berlaku pada 25 °C sehingga hasil harus dikoreksi (atau diukur) pada 25 °C.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: angkanya memang kecil, tetapi melebihi batas SOP 5,0 µS/cm; ion pengotor dapat bereaksi dengan pereaksi atau ikut terukur, sehingga air ini tidak boleh dipakai.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

Latihan sub bab 6.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: Kadar dibaca dari deret standar hanya di dalam rentangnya (interpolasi). Sampel di atas rentang diencerkan secara kuantitatif sehingga absorbansnya masuk rentang, lalu hasil dikalikan faktor pengenceran.

Langkah:
1. 0,640 > 0,421 → di luar rentang.
2. Pengenceran 2× → perkiraan absorbans 0,32 (di tengah rentang).
3. Pengenceran 10× → perkiraan 0,064, di bawah standar terendah 1,0 mg/L (0,105) → kurang tepat.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Absorbans hasil pengenceran sekitar 0,32 berada di tengah rentang standar; hasil dikalikan 2.

• **B.** ✗ Jebakan: ekstrapolasi di luar rentang tidak terbukti linear sehingga angkanya tidak dapat dipercaya.

• **C.** ✗ Jebakan: pengenceran sudah benar caranya, tetapi 10× membuat absorbans sekitar 0,064, di bawah standar terendah yang diukur.

• **D.** ✗ Deret standar diukur pada panjang gelombang tertentu; sampel harus diukur pada panjang gelombang yang sama.

• **E.** ✗ Masalahnya konsentrasi di luar rentang, bukan reaksi yang belum sempurna.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Panjang gelombang kerja dipilih pada serapan terbesar dari zat yang dianalisis agar kepekaan tinggi. Bila pereaksi ikut menyerap, yang dibandingkan adalah selisih absorbans larutan dan blanko.

Langkah:

1. Selisih: 480 → 0,26; 500 → 0,30; 520 → 0,23; 540 → 0,35; 560 → 0,21.
2. Selisih terbesar pada 540 nm.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Selisih 0,26, bukan yang terbesar.

• **B.** ✗ Jebakan: selisih 0,30 cukup besar dan blankonya rendah, tetapi masih kalah dari 540 nm.

• **C.** ✗ Jebakan: absorbans larutan tertinggi (0,41), tetapi hampir setengahnya berasal dari blanko pereaksi.

• **D.** ✓ Selisih absorbans terbesar (0,35) dengan blanko yang rendah.

• **E.** ✗ Selisih 0,21, terkecil.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 6.3

No. 1 Kunci: C

Konsep: Fasa diam silika gel bersifat polar. Komponen nonpolar tertahan lemah dan keluar lebih dulu bersama eluen nonpolar; komponen polar dikeluarkan dengan menaikkan kepolaran eluen.

Langkah:

1. Karotenoid nonpolar → tertahan lemah → keluar lebih dulu dengan n-heksana.
2. Klorofil lebih polar → tertahan kuat → perlu eluen yang lebih polar (ditambah aseton).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Urutan terbalik: klorofil yang lebih polar justru tertahan lebih kuat.

• **B.** ✗ Warna dan ukuran tidak menentukan urutan di sini; yang menentukan kepolaran.

• **C.** ✓ Karotenoid nonpolar keluar dulu; klorofil dikeluarkan dengan eluen yang lebih polar.

• **D.** ✗ Jebakan: urutannya benar, tetapi menambah n-heksana tidak menaikkan kepolaran eluen sehingga klorofil tetap tertahan.

• **E.** ✗ Kelarutan dalam eluen saja tidak cukup; perbedaan interaksi dengan silika gel membuat keduanya terpisah.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Latihan sub bab 6.4

No. 1 Kunci: A

Konsep: Rf = jarak bercak dari garis awal ÷ jarak garis depan eluen dari garis awal. Komponen sampel dikenali dari Rf yang sama dengan standar pada sistem yang sama.

Langkah:

1. Dari penggaris: garis awal 1,0 cm; garis depan 9,0 cm → jarak eluen 8,0 cm.
2. Bercak bawah 3,4 cm → 2,4 cm dari garis awal → Rf = 2,4 ÷ 8,0 = 0,30 (Q).
3. Bercak atas 5,8 cm → 4,8 cm → Rf = 4,8 ÷ 8,0 = 0,60 (T).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rf kedua bercak 0,30 dan 0,60, sama dengan Q dan T.
- **B.** ✗ Jebakan: jarak bercak diukur dari garis awal, tetapi jarak eluen dari tepi bawah (2,4 ÷ 9,0 = 0,27; 4,8 ÷ 9,0 = 0,53).
- **C.** ✗ Jebakan: semua jarak diukur dari tepi bawah pelat (3,4 ÷ 9,0 = 0,38; 5,8 ÷ 9,0 = 0,64 ≈ T).
- **D.** ✗ Bercak atas dihitung dengan jarak eluen dari tepi bawah (0,53), bercak bawah dengan benar.
- **E.** ✗ Bercak bawah dihitung dengan jarak eluen dari tepi bawah (0,27), bercak atas dengan benar.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: A

Konsep: Rf = jarak bercak ÷ jarak eluen, keduanya dari garis awal. Bercak sampel dicocokkan dengan standar yang Rf-nya sama.

Langkah:

1. Bercak 1: 1,8 ÷ 6,0 = 0,30 → M1.
2. Bercak 2: 4,5 ÷ 6,0 = 0,75 → M3.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Rf 0,30 dan 0,75 cocok dengan M1 dan M3.
- **B.** ✗ Rf 0,50 tidak ditemukan pada sampel.
- **C.** ✗ Tidak ada bercak dengan Rf 0,50 atau 0,60.
- **D.** ✗ Bercak pertama (0,30) tidak cocok dengan M4.
- **E.** ✗ Hanya ada dua bercak; M4 (0,60) tidak ada.

Jawaban: A.

Kuis Akhir Bab 6

No. 1 Kunci: B

Konsep: Kemiringan (*slope*) kalibrasi = selisih potensial ÷ selisih pH, lalu dibandingkan dengan nilai teoretis 59,2 mV/pH dan dinyatakan dalam persen. Kemiringan di luar batas SOP berarti elektroda kotor atau menua.

Langkah:

1. Selisih potensial = 165 − 4 = 161 mV; selisih pH = 7,00 − 4,01 = 2,99.
2. Kemiringan = 161 ÷ 2,99 = 53,8 mV per satuan pH.
3. Dalam persen: 53,8 ÷ 59,2 × 100 % = 91,0 %.
4. Batas SOP 95–105 %: 91,0 % di bawah 95 %, jadi elektroda belum layak; dibersihkan sesuai manual lalu dikalibrasi ulang (bila tetap buruk, diganti).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: "mendekati 100 %" bukan kriteria; yang menentukan batas SOP 95–105 %.
- **B.** ✓ 91,0 % < 95 %; tindak lanjut sesuai.
- **C.** ✗ Jebakan: 53,8 adalah kemiringan dalam mV/pH, bukan persen; nilai persennya 91,0 %.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **D.** ✗ Jebakan: selisih potensial yang besar bukan ukuran kelayakan; harus dibagi selisih pH dan dibandingkan dengan 59,2.
• **E.** ✗ Jebakan: perbandingan dibalik (59,2 ÷ 53,8 = 109,9 %); kemiringan elektroda sebenarnya lebih kecil daripada nilai teoretis.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: E

Konsep: Pada elektrogravimetri, massa logam yang mengendap = massa katoda sesudah − massa katoda sebelum elektrolisis.

Langkah:
1. Massa Cu = 20,1415 − 19,8240 = 0,3175 g.
2. Cek: massa katoda bertambah, sesuai tembaga yang menempel.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: itu massa katoda sebelum elektrolisis, bukan tembaga.
• **B.** ✗ Jebakan: itu massa katoda sesudah elektrolisis; yang dipakai selisihnya.
• **C.** ✗ Jebakan: kedua massa dijumlahkan.
• **D.** ✗ Jebakan: selisih dibagi 2 karena mengira bilangan elektron tembaga (2) ikut membagi massa.
• **E.** ✓ 20,1415 − 19,8240 = 0,3175 g.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pada elektrogravimetri massa logam diperoleh dari penimbangan katoda. Rumus Faraday memberi massa teoretis (maksimum) dan dipakai untuk memeriksa kewajaran; massa nyata sedikit lebih kecil bila sebagian arus dipakai untuk reaksi lain, misalnya pembentukan gas hidrogen.

Langkah:
1. Muatan Q = I × t = 0,500 × (20,0 × 60) = 600 C.
2. m teoretis = (63,5 × 600) ÷ (2 × 96.500) = 38.100 ÷ 193.000 = 0,1974 g.
3. Massa nyata 0,1880 g < 0,1974 g (kira-kira 95 % dari teoretis): wajar.
4. mol Cu = 0,1880 ÷ 63,5 = 0,002961 mol; $[Cu^{2+}]$ = 0,002961 ÷ 0,0250 L = 0,118 M.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Massa yang dilaporkan berasal dari timbangan (0,1880 g), dan lebih kecil daripada 0,1974 g.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: 0,395 g muncul bila n dipakai 1; tembaga melepas/menerima 2 elektron, sehingga massa teoretis 0,197 g.
• **Pernyataan 3 → Benar.** 0,002961 mol ÷ 0,0250 L = 0,118 M.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 4 Kunci: B, C, E

Konsep: Elektrogravimetri menimbang logam yang mengendap di katoda. Karena itu katoda harus bersih, kering, dan ditimbang dua kali dengan cara yang sama; katoda ke kutub negatif; di anoda yang keluar adalah oksigen; elektrolisis selesai ketika tembaga dalam larutan habis.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: lemak dan kotoran dari tangan menempel dan mengubah massa; katoda dipegang dengan penjepit.
• **B.** ✓ Massa tembaga = massa katoda akhir − massa katoda awal.
• **C.** ✓ Katoda = kutub negatif, anoda = kutub positif; pengaduk menjaga larutan homogen.
• **D.** ✗ Jebakan: gas di anoda adalah oksigen, bukan hidrogen, dan gelembung gas bukan bukti tembaga sudah mengendap.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **E.** ✓ Larutan Cu^{2+} berwarna biru; memudarnya warna dan tidak terlapisinya permukaan baru menandakan tembaga habis.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Pada titrasi HCl dengan NaOH, DHL turun karena ion H^+ yang sangat konduktif digantikan Na^+; setelah titik ekuivalen DHL naik karena kelebihan Na^+ dan OH^-. Titik ekuivalen adalah perpotongan garis lurus yang turun dan garis lurus yang naik, bukan titik data terendah.

Langkah:

1. Garis turun (0–10 mL): kemiringan (1360 − 1960) ÷ 4 = −150 µS/cm per mL; persamaan DHL = 2560 − 150·V.
2. Garis naik (14–20 mL): kemiringan (1260 − 1010) ÷ 2 = +125 µS/cm per mL; persamaan DHL = 1010 + 125·(V − 14) = 125·V − 740.
3. Perpotongan: 2560 − 150·V = 125·V − 740 → 3300 = 275·V → V = 12,0 mL.
4. mol NaOH = 0,0100 × 12,0 = 0,120 mmol; HCl bereaksi 1 : 1, jadi [HCl] = 0,120 ÷ 20,0 = 0,00600 M.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ 0,0100 × 12,0 ÷ 20,0 = 0,00600 M.

• **B.** ✗ Jebakan: memakai volume pada DHL terendah di tabel (14,0 mL); titik itu sudah melewati titik ekuivalen.

• **C.** ✗ Jebakan: memakai titik terakhir pada garis turun (10,0 mL).

• **D.** ✗ Jebakan: memakai titik pertama setelah DHL terendah (16,0 mL).

• **E.** ✗ Jebakan: menyamakan konsentrasi asam dengan konsentrasi titran karena perbandingan 1 : 1, padahal volumenya berbeda.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: D

Konsep: Pada sel elektrolisis, elektroda yang disambung ke kutub negatif sumber arus menjadi katoda (reduksi) dan yang disambung ke kutub positif menjadi anoda (oksidasi). Peran elektroda ditentukan oleh sambungannya, bukan oleh niat analis.

Langkah:

1. Gambar memperlihatkan jaring platina tersambung ke kutub **positif** (+); jadi jaring menjadi **anoda**.
2. Spiral platina tersambung ke kutub **negatif** (−); jadi spiral menjadi **katoda**, tempat $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$. Tembaga mengendap di spiral.
3. Di anoda platina (tidak ikut bereaksi) yang teroksidasi adalah air: $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$. Di jaring keluar gas oksigen dan massanya tidak bertambah.
4. Akibatnya tembaga tidak tertimbang pada jaring dan analisis gagal; sambungan harus ditukar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menganggap jaring tetap katoda sesuai rencana, padahal sambungannya ke kutub positif.

• **B.** ✗ Jebakan: tembaga hanya mengendap di katoda; anoda tidak dapat ikut dilapisi.

• **C.** ✗ Jebakan: hidrogen (bila terbentuk) muncul di katoda, bukan di anoda; gas di anoda adalah oksigen, dan jaring bukan katoda.

• **D.** ✓ Tembaga di spiral (katoda) dan oksigen di jaring (anoda).

• **E.** ✗ Jebakan: sumber arus searah tetap mengalirkan arus walau sambungan kutubnya terbalik; yang berubah hanya peran elektroda.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 7 Kunci: C

Konsep: Pembacaan absorbans hanya sah bila seluruh berkas cahaya (10–20 mm dari dasar) melewati larutan yang jernih, tanpa gelembung, dan melewati sisi kuvet yang bersih. Selisih yang disebabkan cacat kuvet adalah galat sistematik, bukan galat acak.

Langkah:

1. Kuvet P: isi hanya 15 mm; separuh berkas (15–20 mm) lewat di atas larutan sehingga A ≈ separuh nilai sebenarnya (0,131 ≈ 0,261 ÷ 2).
2. Kuvet Q: gelembung di jalur cahaya membelokkan dan menghamburkan cahaya; A terlalu besar dan tidak stabil.
3. Kuvet S: sidik jari pada sisi bening menyerap/menghamburkan cahaya; A naik (0,318 > 0,261).
4. Kuvet R: isi 35 mm menutupi seluruh berkas dan tidak ada gelembung atau noda; 0,261 adalah nilai yang dipercaya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: nilai paling kecil dianggap paling teliti; padahal rendah karena separuh cahaya tidak melewati larutan.
- **B.** ✗ Jebakan: hamburan oleh gelembung menaikkan A secara tidak terkendali, bukan menambah kepekaan.
- **C.** ✓ Seluruh berkas menembus larutan jernih melalui sisi bening yang bersih.
- **D.** ✗ Jebakan: sidik jari menambah serapan/hamburan hanya pada kuvet itu, tidak menyamakan apa pun.
- **E.** ✗ Jebakan: tiga pembacaan menyimpang dalam arah tertentu karena sebab yang diketahui; merata-ratakannya memasukkan galat.

Jawaban: C.

No. 8 Kunci: A

Konsep: Absorbans sampel dikurangi blanko lebih dulu, lalu dimasukkan ke persamaan kurva (c = (A − a) ÷ b), dan hasilnya dikalikan faktor pengenceran. Hasil larutan encer harus berada di dalam rentang standar.

Langkah:

1. A terkoreksi = 0,455 − 0,042 = 0,413.
2. c larutan encer = (0,413 − 0,0150) ÷ 0,1180 = 3,373 mg/L; berada di antara 0,50 dan 4,00 mg/L, jadi sah.
3. Faktor pengenceran = 25,0 ÷ 5,00 = 5.
4. Kadar asli = 3,373 × 5 = 16,9 mg/L.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 3,373 × 5 = 16,9 mg/L.
- **B.** ✗ Jebakan: blanko tidak dikurangkan ((0,455 − 0,0150) ÷ 0,1180 × 5 = 18,6).
- **C.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran lupa dikalikan.
- **D.** ✗ Jebakan: perpotongan sumbu y (0,0150) terlupa (0,413 ÷ 0,1180 × 5 = 17,5).
- **E.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran dipakai untuk membagi, bukan mengalikan.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: A, B, D

Konsep: Absorbans dan kepekaan bergantung pada panjang gelombang. Setiap kali panjang gelombang diganti, alat dinolkan ulang dengan blanko (serapan pelarut dan pereaksi berbeda di tiap panjang gelombang), dan kurva kalibrasi yang dipakai harus dibuat pada panjang gelombang yang sama dengan pengukuran sampel. Blanko harus memuat semua pereaksi tanpa analit.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penolan ulang wajib setelah panjang gelombang diganti.

• **B.** ✓ Kurva baru pada 545 nm; kemiringan kurva berbeda dari kurva 525 nm.

• **C.** ✗ Jebakan: kadar yang sama memberi absorbans berbeda pada panjang gelombang berbeda; kurva 525 nm tidak berlaku di 545 nm.

• **D.** ✓ Blanko berisi pereaksi tanpa mangan mengeliminasi serapan pereaksi; air suling tidak mewakilinya.

• **E.** ✗ Jebakan: serapan pereaksi dan kuvet berbeda di tiap panjang gelombang, sehingga penolan lama tidak berlaku.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 10 Kunci: D

Konsep: Menurut $A = \varepsilon \times b \times c$, absorbans sebanding dengan lebar jalur cahaya (b) bila konsentrasi dan panjang gelombang tetap.

Langkah:

1. Perbandingan lebar = 2,50 ÷ 1,00 = 2,5.
2. A baru = 0,180 × 2,5 = 0,450.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: perbandingan dibalik (0,180 ÷ 2,5).

• **B.** ✗ Jebakan: dikira absorbans tidak bergantung pada kuvet.

• **C.** ✗ Jebakan: selisih lebar (2,50 − 1,00 = 1,50) dipakai sebagai pengali.

• **D.** ✓ 0,180 × 2,5 = 0,450.

• **E.** ✗ Jebakan: jumlah lebar (2,50 + 1,00 = 3,50) dipakai sebagai pengali.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Sampel hanya dihitung bila absorbansnya di dalam rentang kerja **dan** di dalam rentang kurva (antara absorbans standar terendah dan tertinggi). Di luar itu hasilnya ekstrapolasi yang tidak terbukti.

Langkah:

1. Rentang kurva: 0,069 (0,50 mg/L) sampai 0,600 (5,00 mg/L); rentang kerja SOP: 0,10–1,00. Syarat gabungan: $0{,}10 \le A \le 0{,}600$.
2. S1 = 0,384: memenuhi. c = (0,384 − 0,0100) ÷ 0,1180 = 3,17 mg/L.
3. S2 = 0,045: di bawah 0,10 dan di bawah standar terendah; tidak dilaporkan.
4. S3 = 0,874: di bawah 1,00, tetapi di atas standar tertinggi (0,600); perlu diencerkan secara kuantitatif lalu diukur ulang.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: batas 1,00 saja tidak cukup; S3 melampaui standar tertinggi sehingga hasilnya ekstrapolasi.

• **Pernyataan 2 → Benar.** S1 di dalam kedua rentang; 3,17 mg/L.

• **Pernyataan 3 → Benar.** A di bawah standar terendah tidak diubah menjadi kadar; sinyal dinaikkan sesuai metode (misalnya volume sampel lebih banyak atau kuvet lebih lebar), lalu diukur ulang.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 12 Kunci: B

Konsep: Pengenceran dipilih agar absorbans larutan encer jatuh di dalam rentang kerja (di sini 0,10–0,40), bukan terlalu kecil dan bukan terlalu besar. Perkiraan kadar dari garis kalibrasi hanya dipakai untuk memilih faktor pengenceran, tidak dilaporkan.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Perkiraan kadar sampel asli = (1,320 − 0,0080) ÷ 0,1000 = 13,12 mg/L (hanya perkiraan).
2. Untuk tiap faktor pengenceran f: A = 0,0080 + 0,1000 × 13,12 ÷ f.
3. ×2 → 0,664 (terlalu besar); ×5 → 0,270 (sah); ×20 → 0,074; ×25 → 0,060; ×100 → 0,021 (ketiganya terlalu kecil).
4. Hanya ×5 (10,00 mL → 50,0 mL) membuat A berada di dalam 0,10–0,40.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: pengenceran ×2 kurang; A larutan encer 0,664 masih di atas 0,40.
- **B.** ✓ Pengenceran ×5 memberi A ≈ 0,270, di tengah rentang kerja.
- **C.** ✗ Jebakan: ×20 berlebihan; A ≈ 0,074 di bawah 0,10 dan di bawah standar terendah.
- **D.** ✗ Jebakan: ×25 lebih berlebihan lagi; A ≈ 0,060.
- **E.** ✗ Jebakan: pengenceran terbesar dianggap paling aman; A ≈ 0,021 hampir sama dengan blanko.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: E

Konsep: Hukum Lambert–Beer berlaku untuk absorbans (A = −log T), bukan untuk transmitans. Transmitans harus diubah ke absorbans dulu, baru dibandingkan dengan standar; hasilnya dikalikan faktor pengenceran.

Langkah:

1. A standar = −log 0,400 = 0,398; A larutan encer = −log 0,160 = 0,796.
2. Perbandingan A = 0,796 ÷ 0,398 = 2,00; jadi c larutan encer = 2,00 × 2,00 mg/L = 4,00 mg/L.
3. Faktor pengenceran = 50,0 ÷ 10,0 = 5.
4. Kadar asli = 4,00 × 5 = 20,0 mg/L.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran terlupa (kadar larutan encer).
- **B.** ✗ Jebakan: perbandingan absorbans dibalik (0,398 ÷ 0,796 × 2,00 = 1,00) lalu dikali 5.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai perbandingan persen cahaya yang diserap ((100 − 16) ÷ (100 − 40) × 2,00 = 2,80) lalu dikali 5.
- **D.** ✗ Jebakan: transmitans dibandingkan terbalik (40 ÷ 16 × 2,00 = 5,00) lalu dikali 5.
- **E.** ✓ 4,00 × 5 = 20,0 mg/L.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: A, C, D

Konsep: Silika gel bersifat polar (gugus silanol Si–OH). Senyawa yang lebih polar tertahan lebih kuat dan Rf-nya lebih kecil. Kepolaran naik: hidrokarbon < ester < fenol (gugus –OH). Eluen yang lebih polar menaikkan Rf semua komponen.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Hidrokarbon paling nonpolar (Rf terbesar), ester sedang, fenol paling polar (Rf terkecil).
- **B.** ✗ Jebakan: n-heksana murni lebih nonpolar sehingga semua Rf turun dan bercak menumpuk dekat garis awal.
- **C.** ✓ Etil asetat lebih polar daripada n-heksana; campuran lebih polar membawa semua komponen lebih jauh.
- **D.** ✓ Gugus –OH membentuk ikatan hidrogen dengan silanol sehingga eugenol tertahan paling kuat.
- **E.** ✗ Jebakan: ukuran molekul tidak menentukan urutan; kepolaran dan tarikan ke fasa diam yang menentukan.

Jawaban: A, C, dan D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 15 Kunci: A, E

Konsep: Totolan kecil dan kering menghasilkan bercak bulat dan tajam. Bejana ditutup rapat selama elusi agar ruang tetap jenuh uap eluen. Elusi dihentikan sebelum eluen mencapai ujung atas, dan garis depan segera ditandai karena eluen cepat menguap dan jarak tempuh eluen diperlukan untuk menghitung Rf.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Totolan kecil dan kering mencegah bercak melebar atau berekor.

• **B.** ✗ Jebakan: totolan besar atau basah melebar dan berekor sehingga bercak tumpang tindih.

• **C.** ✗ Jebakan: membuka bejana membuat uap eluen keluar, bejana tidak jenuh, dan garis depan serta Rf menjadi tidak ulang.

• **D.** ✗ Jebakan: bila eluen melewati ujung, garis depan tidak dapat ditentukan dan Rf tidak dapat dihitung; pelat diangkat sebelum ujung.

• **E.** ✓ Garis depan yang hilang karena penguapan tidak dapat dilacak; ditandai segera.

Jawaban: A dan E.

No. 16 Kunci: C

Konsep: Pada KLT garis awal harus berada **di atas** permukaan eluen. Bila totolan tercelup, komponen larut ke dalam eluen di bejana dan tidak ikut naik bersama eluen melalui lapisan.

Langkah:

1. Dari gambar: permukaan eluen 12 mm dari dasar, garis awal 8 mm dari dasar.
2. Garis awal berada 12 − 8 = 4 mm **di bawah** permukaan eluen; totolan tercelup.
3. Bukti pengamatan: eluen menjadi berwarna (komponen larut ke bejana) dan tidak ada bercak di atas garis awal.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: eluen yang lebih tinggi dari garis awal membuat totolan tercelup; bukan keuntungan.

• **B.** ✗ Jebakan: kepolaran eluen memengaruhi Rf, tetapi eluen tidak berwarna kuning karena komponen "tertahan"; komponen justru larut ke eluen.

• **C.** ✓ Garis awal 4 mm di bawah permukaan eluen sehingga bercak larut ke bejana.

• **D.** ✗ Jebakan: letak yang dekat dasar bukan masalahnya; masalahnya relatif terhadap permukaan eluen, dan bercak tidak menguap.

• **E.** ✗ Jebakan: bejana tidak jenuh memang membuat garis depan miring, tetapi tidak menjelaskan hilangnya bercak dan eluen yang berwarna.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: B, D

Konsep: Pada kolom silika (fasa diam polar) komponen nonpolar keluar lebih dulu, dan komponen yang tertahan baru keluar bila eluen dinaikkan kepolarannya. Isi tiap fraksi diperiksa dengan KLT: fraksi dengan bercak yang sama (Rf sama) digabung, fraksi yang memuat dua bercak bukan zat tunggal. Isian kolom tidak boleh kering.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: menambah pelarut yang sama (nonpolar) tidak menambah kekuatan elusi; yang menolong adalah eluen yang lebih polar.

• **B.** ✓ Fraksi 6 memuat bercak Rf 0,70 dan 0,45: campuran, dipisahkan atau diulang.

• **C.** ✗ Jebakan: warna sama tidak berarti zat sama; Rf 0,70 dan 0,45 menunjukkan dua zat berbeda.

• **D.** ✓ Rf besar pada silika berarti tertahan lemah (nonpolar); komponen itu keluar di fraksi 3–5, lebih awal daripada komponen Rf 0,45 (fraksi 7–9).

• **E.** ✗ Jebakan: isian yang kering membuat udara masuk dan retak yang merusak pemisahan; permukaan isian harus selalu terendam eluen.

Jawaban: B dan D.

No. 18 Kunci: E

Konsep: Rf = jarak dari garis awal ke pusat bercak ÷ jarak dari garis awal ke garis depan. Garis awal tidak berada pada angka nol penggaris, sehingga semua letak harus dikurangi letak garis awal.

Langkah:

1. Pelat A (eluen 1): garis awal 1,5 cm, garis depan 8,0 cm → b = 6,5 cm. X di 2,5 cm → a = 1,0 cm → Rf = 0,15. Y di 3,6 cm → a = 2,1 cm → Rf = 0,32. Selisih 0,17, tetapi Rf X 0,15 di bawah 0,20: tidak memenuhi.
2. Pelat B (eluen 2): garis awal 2,0 cm, garis depan 9,0 cm → b = 7,0 cm. X di 5,3 cm → a = 3,3 cm → Rf = 0,47. Y di 6,4 cm → a = 4,4 cm → Rf = 0,63. Kedua Rf di dalam 0,20–0,80; selisih 0,16 ≥ 0,15: memenuhi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hanya selisih yang dilihat; Rf X pada eluen 1 hanya 0,15 (di bawah 0,20).

• **B.** ✗ Jebakan: syarat rentang Rf 0,20–0,80 pada eluen 1 tidak diperiksa.

• **C.** ✗ Jebakan: jarak diukur dari tepi bawah pelat (2,5 ÷ 8,0 dan seterusnya), bukan dari garis awal, sehingga semua nilai meleset.

• **D.** ✗ Jebakan: kesimpulan "eluen 2" sama, tetapi angka Rf-nya hasil pengukuran dari tepi bawah (5,3 ÷ 9,0 dan 6,4 ÷ 9,0); nilai yang benar 0,47 dan 0,63.

• **E.** ✓ Rf 0,47 dan 0,63, selisih 0,16, semuanya memenuhi.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Semua kromatografi memisahkan komponen karena tiap komponen terbagi berbeda antara fasa diam dan fasa gerak. Silika adalah fasa diam polar; kromatografi gas memakai gas pembawa untuk membawa uap sampel.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Gugus –OH polar membentuk ikatan hidrogen dengan silanol silika, jadi senyawanya tertahan kuat dan Rf kecil.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Perbedaan distribusi antara fasa diam dan fasa gerak menghasilkan perbedaan kecepatan, dan itulah dasar pemisahan.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: fasa gerak GC adalah gas (misalnya nitrogen atau helium) dan sampelnya harus mudah menguap; cairan bertekanan tinggi adalah ciri HPLC.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 20 Kunci: A

Konsep: Makin panjang gugus alkil, makin nonpolar senyawa itu (butilparaben paling nonpolar). Pada C18 yang nonpolar dengan fasa gerak polar (fase terbalik) komponen polar keluar lebih dulu dan komponen nonpolar tertahan lebih lama. Pada silika yang polar urutannya terbalik: komponen nonpolar paling mudah dibawa eluen (Rf terbesar).

Langkah:

1. Kepolaran: metil (paling polar) > propil > butil (paling nonpolar).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. C18 + metanol–air: waktu retensi metil < propil < butil.
3. Silika gel: Rf butil > propil > metil.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Urutan HPLC metil–propil–butil dan Rf silika terbesar pada butil.
• **B.** ✗ Jebakan: urutan HPLC terbalik (aturan silika dipakai pada C18).
• **C.** ✗ Jebakan: urutan HPLC benar, tetapi aturan C18 dipakai juga pada silika sehingga Rf terbalik.
• **D.** ✗ Jebakan: kedua urutan terbalik.
• **E.** ✗ Jebakan: gugus –OH yang sama tidak membuat sifat sama; panjang alkil mengubah kepolaran dan perilaku keduanya.

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: B, C, D

Konsep: Pelat berindikator F254 berpendar hijau di bawah UV 254 nm. Senyawa yang menyerap UV menutupi pendar itu sehingga bercaknya tampak gelap. Uap iod menampakkan banyak senyawa organik sebagai bercak cokelat yang memudar, sehingga batasnya segera dilingkari pensil. Pereaksi semprot menampakkan gugus tertentu. Sinar UV berbahaya bagi mata.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: bercak terang pada latar gelap terjadi pada UV 366 nm untuk senyawa yang berpendar, bukan pada 254 nm untuk senyawa yang menyerap.
• **B.** ✓ Penyerap UV tampak gelap pada latar hijau.
• **C.** ✓ Warna iod memudar, jadi batas bercak segera dilingkari.
• **D.** ✓ Cara lain (uap iod, pereaksi semprot) menampakkan senyawa yang tidak menyerap UV.
• **E.** ✗ Jebakan: cahaya tak terlihat tetap merusak mata; gunakan kacamata pelindung UV.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 22 Kunci: D

Konsep: Rf bergantung pada eluen, jadi sampel dibandingkan dengan standar pada pelat dan eluen yang sama. Kecocokan pada satu eluen belum cukup, sebab zat berbeda dapat kebetulan memiliki Rf yang sama. Kecocokan pada dua eluen yang berbeda lebih kuat, tetapi tetap hanya menyatakan "sesuai dengan", belum "pasti sama".

Langkah (selisih Rf terhadap sampel, batas 0,02):

1. Standar 1: eluen A 0,01 (cocok), eluen B 0,21 (tidak).
2. Standar 2: eluen A 0,01 (cocok), eluen B 0,01 (cocok).
3. Standar 3: eluen A 0,16 (tidak), eluen B 0,00 (cocok).
4. Standar 4: eluen A 0,16 (tidak), eluen B 0,01 (cocok).
5. Hanya standar 2 yang cocok pada kedua eluen.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: cocok di eluen A, tetapi berbeda jauh di eluen B (0,21); berbeda pada satu sistem sudah menunjukkan zat berbeda.
• **B.** ✗ Jebakan: cocok di eluen B saja, tetapi berbeda jauh di eluen A.
• **C.** ✗ Jebakan: sama dengan opsi B untuk standar 4; selisih 0,16 di eluen A.
• **D.** ✓ Satu-satunya standar yang cocok di kedua eluen; kesimpulan ditulis hati-hati.
• **E.** ✗ Jebakan: Rf zat yang sama memang berbeda antar-eluen; yang dibandingkan adalah Rf sampel dan standar pada eluen yang sama.

Jawaban: D.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 23 Kunci: B

Konsep: Satu bercak pada satu eluen belum membuktikan kemurnian, sebab pengotor dapat memiliki Rf yang sama pada eluen itu. Dua bercak pada eluen mana pun sudah cukup untuk menyatakan sampel tidak murni. Pada silika gel (polar), Rf lebih besar berarti lebih nonpolar.

Langkah:

1. Eluen 1: S dan U sama-sama satu bercak pada 5,7 cm (Rf 0,60); ini hanya berarti "mungkin murni".
2. Eluen 2: garis awal 2,0 cm, garis depan 9,0 cm → b = 7,0 cm. Bercak X di 5,1 cm → a = 3,1 cm → Rf 0,44 (sama dengan standar). Bercak tambahan di 6,6 cm → a = 4,6 cm → Rf = 4,6 ÷ 7,0 = 0,66; tidak ada pada standar.
3. Sampel tidak murni. Rf bercak tambahan lebih besar daripada Rf X pada silika, jadi zat itu lebih nonpolar daripada X.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: satu eluen belum cukup; pengotor tersembunyi di bawah bercak X pada eluen 1.
- **B.** ✓ Rf 0,66, bercak tambahan, lebih nonpolar daripada X.
- **C.** ✗ Jebakan: angka Rf benar, tetapi tafsirnya terbalik; pada silika Rf lebih besar berarti lebih nonpolar.
- **D.** ✗ Jebakan: 6,6 ÷ 9,0 = 0,73 dihitung dari tepi bawah pelat, bukan dari garis awal.
- **E.** ✗ Jebakan: bercak tambahan terpisah jelas dan bulat; ekor adalah pemanjangan dari bercak yang sama, bukan bercak terpisah.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Rf = jarak pusat bercak dari garis awal ÷ jarak garis depan dari garis awal. Nilainya selalu antara 0 dan 1 dan tidak bersatuan.

Langkah:

1. Rf = 6,0 ÷ 7,5 = 0,80.
2. Cek: 0,80 berada di antara 0 dan 1.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: (7,5 − 6,0) ÷ 7,5 = 0,20 memakai jarak bercak dari garis depan.
- **B.** ✗ Jebakan: 6,0 ÷ 10,0 membagi dengan panjang pelat, bukan jarak garis depan.
- **C.** ✓ 6,0 ÷ 7,5 = 0,80.
- **D.** ✗ Jebakan: pembagian dibalik (7,5 ÷ 6,0); Rf tidak mungkin lebih dari 1.
- **E.** ✗ Jebakan: selisih kedua jarak (7,5 − 6,0) dilaporkan sebagai Rf.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: A, C, E

Konsep: Rf = jarak bercak ÷ jarak garis depan. Rf yang berbeda pada sistem yang sama menunjukkan zat yang berbeda walau warnanya sama. Dua bercak pada eluen mana pun cukup untuk menyatakan ada lebih dari satu zat; satu bercak pada eluen lain tidak membatalkannya (bisa saja dua zat bertumpuk). Pada silika, Rf besar berarti lebih nonpolar.

Langkah:

1. Pelat 1: standar 4,4 ÷ 8,0 = 0,55; bercak ekstrak 4,4 ÷ 8,0 = 0,55 dan 6,0 ÷ 8,0 = 0,75.
2. Pelat 2: standar 3,5 ÷ 7,0 = 0,50; ekstrak 3,5 ÷ 7,0 = 0,50.
3. Bercak 1 sesuai dengan standar (selisih 0); bercak 2 (0,75) tidak ada pada standar.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ 0,55 sama dengan 0,55 pada pelat dan eluen yang sama.
- **B.** ✗ Jebakan: warna sama tidak membuktikan zat sama; Rf berbeda (0,75 dan 0,55).
- **C.** ✓ Dua bercak pada pelat 1 menunjukkan lebih dari satu zat berwarna.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **D.** ✗ Jebakan: di eluen 2 zat kedua mungkin bertumpuk di bawah bercak yang sama; satu bercak tidak membatalkan dua bercak.
• **E.** ✓ Rf 0,75 > 0,55 pada silika polar: lebih nonpolar.

Jawaban: A, C, dan E.

Latihan sub bab 7.1

No. 1 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Sterilisasi autoklaf memerlukan uap jenuh 121 °C yang mencapai setiap wadah selama waktu tertentu. Indikator kimia/biologis dipakai untuk memastikan setiap beban benar-benar tersterilkan.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Pita yang tidak berubah menunjukkan labu itu tidak terpapar kondisi sterilisasi yang semestinya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: tampak menghemat waktu, tetapi pita yang tidak berubah menunjukkan labu itu belum mencapai kondisi sterilisasi; waktu sebelumnya tidak dihitung, sehingga sterilisasi diulang penuh.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Uap harus dapat mengalir di sekitar setiap wadah; susunan rapat menjadi penyebab yang perlu ditangani.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 2 Kunci: B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kerja aseptis: ruang tertutup, LAF disterilkan dengan UV sebelum dipakai (UV dimatikan saat bekerja), permukaan dan alat didisinfeksi alkohol 70%.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak hemat, tetapi kipas harus menyala beberapa menit sebelum bekerja agar udara di ruang kerja LAF tergantikan oleh udara tersaring.
• **Pernyataan 2** ✓ UV mematikan mikroba di permukaan; dimatikan saat bekerja karena berbahaya bagi kulit dan mata.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: nyala api memang dipakai di meja biasa, tetapi nyala besar di LAF mengacaukan aliran udara tersaring dan dapat merusak filter.
• **Pernyataan 4** ✓ Alkohol 70% mendisinfeksi permukaan kerja.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: mudah dijangkau, tetapi benda di tepi depan menghalangi aliran udara dan berada di daerah yang paling mudah tercemar udara luar; kerja dilakukan agak ke dalam.

Jawaban: pernyataan 2, 4.

Latihan sub bab 7.2

No. 1 Kunci: A, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Media steril dapat tercemar kembali saat penanganan: wadah terbuka, udara tidak terkendali, atau alat yang tidak lagi steril. Cawan kontrol dipakai untuk mendeteksi kontaminasi semacam ini.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ Aliran udara dari luar membawa debu dan spora ke media yang sedang dituang.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: media kontrol memang tanpa antimikroba; bila media dan penanganannya steril, cawan kontrol tetap bersih. Masalahnya ada pada masuknya mikroba, bukan pada tidak adanya antibiotik.
• **Pernyataan 3** ✓ Bungkus yang terbuka tidak lagi melindungi cawan dari mikroba udara.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: suhu 45 °C memang lebih rendah, tetapi ini suhu tuang yang benar (media masih cair, embun sedikit); bukan sumber kontaminasi.
• **Pernyataan 5** ✓ Media steril yang terbuka lama terpapar udara laboratorium.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

Latihan sub bab 7.3

No. 1 Kunci: D

Konsep: ALT = jumlah koloni × (1 ÷ pengenceran) × (1 ÷ volume yang ditanam, mL).

Langkah:
1. $156 \times 10^3 = 1{,}56 \times 10^5$ (per mL pengenceran awal bila ditanam 1 mL).
2. Volume ditanam 0,1 mL → × 10 → $1{,}56 \times 10^6$.
3. Dua angka penting → $1{,}6 \times 10^6$ koloni/g.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Hanya jumlah koloni yang dibulatkan, tanpa faktor pengenceran.
• **B.** ✗ Jebakan: volume 0,1 mL dipakai untuk membagi, bukan mengalikan ($156 \times 10^3 \times 0{,}1$).
• **C.** ✗ Jebakan: volume 0,1 mL tidak diperhitungkan, seolah-olah ditanam 1 mL.
• **D.** ✓ $156 \times 10^3 \times 10 = 1{,}56 \times 10^6 \approx 1{,}6 \times 10^6$ koloni/g.
• **E.** ✗ Pengenceran dianggap 10^{-4}.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: ALT = rata-rata koloni × (1 ÷ pengenceran). Pengenceran sampel padat: 10 g dalam 90 mL = 1/10 (10^{-1}).

Langkah:
1. Pengenceran: 10 g + 90 mL → 10^{-1}; 1 → 9 mL → 10^{-2}; 1 → 9 mL → 10^{-3}.
2. Rata-rata koloni = (87 + 93) ÷ 2 = 90.
3. ALT = $90 \times 10^3 = 9{,}0 \times 10^4$ koloni/g.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Pengenceran dihitung satu langkah terlalu banyak (10^{-4}).
• **B.** ✓ $90 \times 10^3 = 9{,}0 \times 10^4$ koloni/g.
• **C.** ✗ Jebakan: 10 g dalam 90 mL dianggap 1 : 9 sehingga faktornya 9×10^2, bukan 10^3.
• **D.** ✗ Jebakan: langkah pertama (10 g dalam 90 mL) tidak dihitung sebagai pengenceran 10^{-1}.
• **E.** ✗ Hanya satu langkah pengenceran yang dihitung.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: E

Konsep: Metode APM hanya memberi nilai pasti bila ada tabung negatif di seri pengenceran tertinggi. Bila semua positif, uji diulang dengan pengenceran yang lebih tinggi.

Langkah:
1. 3-3-3 → "> 1.100": kadar sebenarnya bisa 1.200 atau 50.000.
2. Batas 5.000 → hasil "> 1.100" tidak dapat menentukan memenuhi atau tidak.
3. Ulangi dengan seri pengenceran lebih tinggi (mis. 0,1; 0,01; 0,001 mL).

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: 1.100 bukan nilai sebenarnya, hanya batas bawah; kesimpulan "memenuhi" tidak berdasar.
• **B.** ✗ Semua tabung positif berarti koliform sangat banyak, bukan tidak terdeteksi.
• **C.** ✗ Jebakan: pengulangan memang menguatkan data, tetapi seri yang sama akan kembali memberi

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

3-3-3 untuk air yang sangat tercemar.

• **D.** ✗ Jebakan: "> 1.100" belum tentu melebihi 5.000, sehingga kesimpulan "tidak memenuhi" juga tidak berdasar.

• **E.** ✓ Pengenceran lebih tinggi menghasilkan kombinasi yang dapat dibaca menjadi angka pasti.

Jawaban: E.

No. 4 Kunci: B

Konsep: Uji praduga APM: tabung positif bila keruh dan membentuk gas. Kombinasi jumlah tabung positif pada seri 10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL dibaca pada tabel APM.

Langkah:

1. Seri 10 mL: tiga tabung keruh dan bergas → 3.
2. Seri 1 mL: tabung tengah keruh tetapi tanpa gas → 2.
3. Seri 0,1 mL: tabung tengah keruh dengan gelembung kecil → 1.
4. Kombinasi 3-2-1 → 150 APM/100 mL.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tabung tengah seri 1 mL yang keruh tanpa gas ikut dihitung positif (3-3-1).

• **B.** ✓ Kombinasi 3-2-1 = 150 APM/100 mL.

• **C.** ✗ Jebakan: gelembung kecil di tabung tengah seri 0,1 mL terlewat (3-2-0).

• **D.** ✗ Seri 1 mL dihitung hanya satu positif.

• **E.** ✗ Seri 10 mL dihitung hanya dua positif.

Jawaban: B.

Kuis Akhir Bab 7

No. 1 Kunci: A

Konsep: Autoklaf mensterilkan dengan uap jenuh. Uap harus menyentuh seluruh permukaan dan menembus wadah, sedangkan udara harus dapat keluar. Karena itu tutup ulir hanya dipasang longgar, sumbat kapas atau foil dipakai pada labu, dan wadah tidak diisi penuh.

Langkah:

1. Syarat sterilisasi uap: uap dapat masuk dan udara dapat keluar dari wadah.
2. Tutup ulir yang dikencangkan penuh menutup jalan itu; tutup yang dilepas membuka jalan bagi mikroba setelah siklus.
3. Posisi tengah: tutup terpasang tetapi dilonggarkan sedikit.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Uap harus dapat masuk dan udara dapat keluar supaya panas sampai ke cairan, dan tekanan di dalam botol tidak menumpuk.

• **B.** ✗ Jebakan: botol tertutup rapat menahan udara, uap sulit masuk, suhu cairan tertinggal di bawah 121 °C, dan botol dapat pecah oleh tekanan.

• **C.** ✗ Jebakan: uap memang masuk, tetapi mulut yang terbuka membuat media tercemar kembali sesudah siklus selesai.

• **D.** ✗ Jebakan: plastik pembungkus tidak tahan 121 °C dan merekat rapat sehingga menghalangi aliran uap, sama seperti tutup yang dikencangkan.

• **E.** ✗ Jebakan: dua kesalahan sekaligus: tutup rapat dan isi penuh; wadah hanya boleh diisi sekitar dua pertiga agar media tidak meluap.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 2 Kunci: B, C, E

Konsep: LAF horizontal mengalirkan udara tersaring melewati bahan lalu ke arah petugas: ia melindungi bahan. Biakan atau sampel yang mungkin patogen ditangani di kabinet keselamatan hayati yang juga melindungi petugas. Pada keduanya, permukaan didisinfeksi alkohol 70 %, benda ditata agak ke dalam, dan UV dimatikan saat bekerja.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: filter HEPA membersihkan udara yang masuk ke meja, tetapi udara itu lalu mengalir ke operator; filter tidak melindungi petugas.
- **B.** ✓ Pada LAF horizontal udara bersih menyapu meja ke arah operator; yang dilindungi adalah bahan, bukan orangnya.
- **C.** ✓ Bahan yang mungkin patogen memerlukan perlindungan bagi petugas; itulah fungsi kabinet keselamatan hayati.
- **D.** ✗ Jebakan: sinar UV berbahaya bagi mata dan kulit sehingga dimatikan saat orang bekerja.
- **E.** ✓ Disinfeksi permukaan dan penataan benda agak ke dalam menjaga aliran udara tetap bersih dan stabil.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Massa serbuk = takaran label (g/L) × volume media (L), dan volume = jumlah wadah × isi tiap wadah + cadangan. Volume harus diubah ke liter karena label dalam gram per liter.

Langkah:

1. Volume total = 24 × 7 mL + 12 mL = 180 mL.
2. Ubah ke liter: 180 ÷ 1.000 = 0,180 L.
3. Massa = 39 × 0,180 = 7,02 g.
4. Cek: 0,18 L kira-kira 1/5,5 L; 39 ÷ 5,5 ≈ 7,1 g.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: hanya menghitung satu tabung (7 mL) ditambah cadangan 12 mL, yaitu 19 mL; jumlah tabung terlupa.
- **B.** ✗ Jebakan: volume 168 mL (24 × 7 mL) benar, tetapi cadangan 12 mL terlupa sehingga media bisa kurang untuk tabung terakhir.
- **C.** ✓ Volume = 24 × 7 + 12 = 180 mL = 0,180 L; massa = 39 g/L × 0,180 L = 7,02 g.
- **D.** ✗ Jebakan: angka benar tetapi koma bergeser: 180 mL dianggap 1,8 L.
- **E.** ✗ Jebakan: volume dalam mL (180) dikalikan 39 tanpa diubah ke liter; label berupa g per liter.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: B, D, E

Konsep: pH media harus berada dalam rentang label (di sini 6,8–7,2). Bila di luar rentang, pH disesuaikan dengan asam atau basa encer, setetes demi setetes sambil diaduk dan diukur ulang, dan dilakukan sebelum sterilisasi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: 5 mmol asam dalam 500 mL media menurunkan pH jauh melewati 6,8; penyesuaian harus bertahap dan encer.
- **B.** ✓ $V_1 = 0{,}1 \times 50 \div 1 = 5{,}0$ mL; asam encer jauh lebih mudah dikendalikan daripada asam 1 M.
- **C.** ✗ Jebakan: toleransi hanya ± 0,2 (6,8–7,2); 7,6 di luar rentang dan harus diperbaiki.
- **D.** ✓ Penambahan bertahap mencegah pH melewati batas bawah 6,8.
- **E.** ✓ Setelah sterilisasi media tidak boleh dibuka tanpa teknik aseptis, sehingga pH diatur sebelumnya.

Jawaban: B, D, dan E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 5 Kunci: A, C, D

Konsep: Hasil ALT hanya dipercaya bila cawan kontrol bersih. Kontrol media, pengencer, dan udara membantu menelusuri sumber kontaminasi. Bila kontrol tumbuh, penyebab dicari, diperbaiki, dan uji diulang; angka tidak dikoreksi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Cawan kontrol yang tumbuh berarti ada kontaminasi, sehingga angka pada cawan sampel tidak dapat dipercaya.

• **B.** ✗ Jebakan: mengurangi angka mengubah data tanpa dasar; kontaminasi di kontrol membatalkan hasil, bukan menjadi faktor koreksi.

• **C.** ✓ Kontrol media dan udara bersih mempersempit sumber ke pengencer dan alat yang menyentuhnya.

• **D.** ✓ Tindakan yang benar adalah memperbaiki penyebab lalu mengulang uji, bukan memperbaiki angkanya.

• **E.** ✗ Jebakan: kontrol media bersih justru menunjukkan media steril; sumber ada di pengencer atau alat.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 6 Kunci: B

Konsep: Pada ALT hanya cawan berisi 25–250 koloni yang dihitung. Hasil = rata-rata koloni × faktor pengenceran (kebalikan pengenceran) ÷ volume tanam. Cawan terlalu padat (TBUD) atau terlalu sedikit tidak dipakai.

Langkah:

1. Pilah cawan: 10^{-2} terlalu banyak (TBUD); 10^{-3} berisi 34 dan 38 koloni (masuk rentang); 10^{-4} berisi 5 dan 3 koloni (< 25).
2. Rata-rata 10^{-3} = (34 + 38) ÷ 2 = 36 koloni.
3. ALT = 36 × 1.000 ÷ 1 mL = 36.000 = $3{,}6 \times 10^4$ koloni/g.
4. Cek: 36 koloni dari 1 mL pengenceran 10^{-3} (0,001 g sampel) setara 36.000 per gram.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hitungan koloni benar, tetapi pengenceran dibagi, bukan dikalikan; pada 10^{-3} hasilnya dikalikan 1.000, bukan dibagi.

• **B.** ✓ Hanya cawan 10^{-3} yang masuk rentang: (34 + 38) ÷ 2 = 36 koloni; ALT = 36 × 1.000 = $3{,}6 \times 10^4$ koloni/g.

• **C.** ✗ Jebakan: merata-ratakan hasil 10^{-3} dan 10^{-4}; cawan 10^{-4} (5 dan 3 koloni) di bawah 25 sehingga tidak boleh ikut dihitung.

• **D.** ✗ Jebakan: memakai cawan 10^{-4} saja ((5 + 3) ÷ 2 × 10.000); jumlahnya kurang dari 25 sehingga tidak andal.

• **E.** ✗ Jebakan: koloni 10^{-3} dikalikan 10^4 seakan-akan pengencerannya 10^{-4}; faktor pengenceran harus sesuai label cawan.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: B

Konsep: Pengenceran memakai $V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$. Kadar alkohol untuk disinfeksi adalah 70 % (v/v) karena alkohol bekerja dengan bantuan air. Etanol pekat tidak dicampur dengan volume air tertentu, melainkan diencerkan sampai tanda batas labu ukur.

Langkah:

1. $V_1 \times 96\ \% = 500\ \text{mL} \times 70\ \%$.
2. $V_1 = 500 \times 70 \div 96 = 364{,}58\ \text{mL} \approx 365\ \text{mL}$.
3. Masukkan 365 mL etanol 96 % ke labu ukur 500 mL, tambahkan air suling sampai tanda batas, lalu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

kocok.
4. Cek: 365 × 96 % ÷ 500 = 70,1 %.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: angka 350 mL adalah 70 % dari 500 mL, tetapi etanol yang dipakai tidak murni 100 %, sehingga kadar akhirnya hanya sekitar 67 %.
• **B.** ✓ V_1 = 500 mL × 70 ÷ 96 ≈ 365 mL; air ditambahkan sampai tanda batas karena volume campuran etanol–air tidak persis sama dengan jumlah kedua volume.
• **C.** ✗ Jebakan: volume etanol benar, tetapi menambah 500 mL air membuat volume akhir sekitar 865 mL sehingga kadarnya jauh di bawah 70 %.
• **D.** ✗ Jebakan: angka 135 mL adalah volume air (500 − 365); etanol dan air tertukar sehingga kadar akhirnya sekitar 26 %.
• **E.** ✗ Jebakan: angka 480 mL adalah 96 % dari 500 mL; ini hanya sedikit mengencerkan etanol sehingga kadarnya masih sekitar 92 %.

Jawaban: B.

No. 8 Kunci: B, C, D

Konsep: Duplo dipakai untuk mendeteksi kesalahan kerja: dua cawan dari pengenceran yang sama harus berdekatan. Bila tidak, penyebab ditelusuri dan uji diulang; data tidak dipilih-pilih atau diubah, dan penyimpangan dicatat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: kecocokan rata-rata tidak menghapus ketidakkonsistenan duplo; dua cawan yang berselisih besar tetap menandakan masalah.
• **B.** ✓ Dua cawan dari pengenceran yang sama seharusnya bernilai berdekatan; selisih 2,5 kali menandakan ada yang salah.
• **C.** ✓ Kesalahan duplo diperbaiki dari sumbernya dan uji diulang agar hasilnya dapat dipertanggungjawabkan.
• **D.** ✓ Integritas data: angka tidak diubah, dan penyimpangan dicatat agar dapat ditelusuri.
• **E.** ✗ Jebakan: membuang cawan menurut selera adalah memilih data; tidak ada dasar SOP untuk itu.

Jawaban: B, C, dan D.

No. 9 Kunci: A, B, D

Konsep: Bahan peka panas disterilkan dengan filtrasi membran 0,22 µm, bukan autoklaf. Media dasar diautoklaf lebih dulu dan didinginkan sampai 45–50 °C; baru filtrat steril ditambahkan secara aseptis sebelum agar memadat.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Agar dasar tahan panas; pada 45–50 °C ia masih cair tetapi tidak lagi merusak bahan peka panas.
• **B.** ✓ Filtrasi membran 0,22 µm mensterilkan larutan tanpa pemanasan.
• **C.** ✗ Jebakan: autoklaf 121 °C merusak vitamin; larutan peka panas tidak boleh ikut diautoklaf.
• **D.** ✓ Vitamin masuk setelah media cukup dingin dan sebelum agar memadat, sehingga tercampur rata tanpa rusak.
• **E.** ✗ Jebakan: suhu setinggi itu tetap merusak vitamin dan berbahaya bagi tangan; media didinginkan dulu sampai 45–50 °C.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 10 Kunci: E

Konsep: Serbuk media sudah berisi komponen dalam perbandingan baku. Agar komposisi akhirnya sesuai label, pelarutnya air suling, bukan air keran yang membawa mineral dan mikroba sendiri.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Label serbuk menyebut gram per liter air suling.
2. Pelarut tidak boleh menambah mineral atau mikroba, jadi air suling.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pendidihan tidak menghilangkan mineral terlarut yang dapat mengubah komposisi media; air keran bukan pelarut baku media.
• **B.** ✗ Jebakan: air minum aman untuk manusia, tetapi kandungan mineralnya tidak terkendali sehingga komposisi media dapat menyimpang dari label.
• **C.** ✗ Jebakan: larutan garam fisiologis adalah pengencer sampel; serbuk media sudah memuat garam sehingga kadar garamnya jadi berlebih.
• **D.** ✗ Jebakan: air keran membawa mineral dan mikroba sendiri; mineral yang tidak terukur justru mengganggu komposisi media.
• **E.** ✓ Takaran serbuk pada label dihitung untuk air suling; air suling tidak membawa mineral atau mikroba tambahan.

Jawaban: E.

No. 11 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Embun pada cawan terjadi ketika uap media panas mengembun di tutup yang lebih dingin. Pencegahannya: tuang pada 45–50 °C, biarkan memadat di suhu ruang, dan simpan cawan terbalik.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Media yang lebih panas melepas lebih banyak uap, dan uap mengembun di tutup cawan yang lebih dingin.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pada posisi terbalik, embun menetes ke tutup, bukan ke permukaan agar.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: perubahan suhu mendadak justru menimbulkan banyak embun; cawan dibiarkan memadat dulu di suhu ruang pada permukaan datar.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 12 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: Indikator biologis memakai spora yang sangat tahan panas. Sesudah siklus, ampul diinkubasi: tidak tumbuh berarti sterilisasi berhasil, tumbuh berarti gagal. Ampul pembanding dari lot yang sama (tidak diautoklaf) harus tumbuh agar hasil uji dapat dipercaya.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: jernih berarti spora tidak tumbuh, yaitu tanda sterilisasi berhasil; tumbuh (keruh) yang menandakan gagal.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Pembanding yang tidak diautoklaf harus tumbuh; bila tidak, jernihnya ampul lain bisa disebabkan spora yang memang sudah mati.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: pita kimia hanya menunjukkan paparan kondisi tertentu dan tidak membuktikan semua spora mati; fungsinya berbeda dari kontrol positif indikator biologis.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 13 Kunci: D

Konsep: Jumlah koloni per cawan sebanding dengan volume yang ditanam dan sebanding dengan tingkat pengenceran. Bila metode berubah dari 0,1 mL menjadi 1 mL, koloni per cawan naik 10 kali; tiap pengenceran 10 kali lebih encer menurunkannya 10 kali.

Langkah:

1. Uji pendahuluan (sebar 0,1 mL): $10^{-2} \approx 600$.
2. Metode tuang menanam 10 kali lebih banyak: $10^{-2} \approx 6.000$.
3. Tiap tingkat pengenceran membagi 10: $10^{-3} \approx 600$; $10^{-4} \approx 60$; $10^{-5} \approx 6$.
4. Rentang 25–250 hanya dipenuhi 10^{-4}.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: pada pengenceran ini cawan tuang 1 mL berisi sekitar 6.000 koloni, bukan 600.

• **B.** ✗ Jebakan: koloni turun sepuluh kali dari 600, tetapi volume tanam naik sepuluh kali (0,1 mL → 1 mL); hasilnya sekitar 600 koloni, masih terlalu banyak.

• **C.** ✗ Jebakan: 10^{-3} memberi sekitar 600 koloni sehingga tidak masuk rentang; hanya 10^{-4} yang masuk.

• **D.** ✓ Metode tuang 1 mL menanam 10 kali lebih banyak sampel daripada sebar 0,1 mL: pada 10^{-2} sekitar 6.000, pada 10^{-3} sekitar 600, pada 10^{-4} sekitar 60 koloni (masuk 25–250).

• **E.** ✗ Jebakan: pada 10^{-5} cawan hanya berisi sekitar 6 koloni, di bawah 25 sehingga tidak teliti.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: A

Konsep: Media selektif memuat bahan yang menghambat kelompok tertentu; media diferensial membuat kelompok sasaran tampak berbeda (biasanya warna) tanpa menghambat; media umum menumbuhkan banyak jenis; media cair tidak berbentuk koloni di cawan. Tujuan dua syarat sekaligus memerlukan media yang selektif dan diferensial.

Langkah:

1. Syarat 1: menekan Gram positif → perlu bahan penghambat (garam empedu): M2 dan M4.
2. Syarat 2: membedakan peragi laktosa → perlu laktosa dan indikator: M3 dan M4.
3. Syarat 3: koloni di cawan → perlu agar.
4. Yang memenuhi semuanya: M4.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ M4 bersifat selektif (garam empedu menghambat Gram positif) sekaligus diferensial (laktosa dan indikator membedakan warna koloni).

• **B.** ✗ Jebakan: M3 hanya diferensial; bakteri Gram positif tetap tumbuh dan memenuhi cawan.

• **C.** ✗ Jebakan: M2 hanya selektif; koloni koliform tidak dapat dibedakan dari koloni lain berdasarkan warna.

• **D.** ✗ Jebakan: M1 adalah media umum; koloni koliform bercampur dengan semua bakteri lain tanpa pembeda.

• **E.** ✗ Jebakan: M5 media cair tanpa agar; tidak menghasilkan koloni terpisah di cawan dan tidak membedakan apa pun.

Jawaban: A.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Sterilisasi autoklaf dinilai dari tiga bukti: suhu termometer, waktu tahan sesuai ukuran wadah, dan indikator. Satu bukti yang tidak terpenuhi sudah cukup untuk menyatakan siklus tidak memenuhi, dan kekurangan satu bukti tidak ditutup oleh bukti lain.

Langkah:

1. Hitung waktu tahan tiap siklus: S1 = 08.25 − 08.10 = 15 menit; S2 = 20 menit; S3 = 25 menit; S4 = 15 menit; S5 = 15 menit.
2. Bandingkan dengan syarat wadah: S1 (500 mL) 15 ≥ 15 ✓; S2 (1.000 mL) 20 < 25 ✗; S3 (1.000 mL) 25 ≥ 25 ✓; S4 waktu ✓; S5 waktu ✓.
3. Periksa suhu: S5 hanya 118 °C ✗; lainnya 121 °C ✓.
4. Periksa pita: S4 tidak berubah ✗; lainnya berubah ✓.
5. Siklus yang lolos semua syarat: S1 dan S3.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: S5 memang ditahan 15 menit dan pitanya berubah, tetapi suhunya hanya 118 °C; waktu tidak menggantikan suhu.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **B.** ✗ Jebakan: S2 hanya ditahan 20 menit, padahal wadah 1.000 mL memerlukan 25 menit.
• **C.** ✗ Jebakan: S4 memenuhi suhu dan waktu, tetapi pita indikatornya tidak berubah; satu bukti yang gagal sudah cukup untuk menolak siklus.
• **D.** ✗ Jebakan: syarat 15 menit hanya untuk wadah 500 mL atau kurang; S2 kurang waktu dan S4 pitanya tidak berubah.
• **E.** ✓ Hanya S1 dan S3 yang memenuhi ketiga syarat sekaligus.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: B

Konsep: ALT = rata-rata koloni × faktor pengenceran ÷ volume tanam (mL). Pada metode sebar volume tanam kecil, sehingga hasilnya dibagi volume itu (0,2 mL berarti dikalikan 5).

Langkah:
1. Rata-rata koloni = (76 + 84) ÷ 2 = 80.
2. Faktor pengenceran 10^{-2} = 100.
3. ALT = 80 × 100 ÷ 0,2 = 40.000.
4. Dua angka penting: $4{,}0 \times 10^{4}$ koloni/g.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: volume tanam 0,2 mL terlupa; hasil harus dibagi 0,2 mL.
• **B.** ✓ Rata-rata = (76 + 84) ÷ 2 = 80; ALT = 80 × 100 ÷ 0,2 = 40.000 = $4{,}0 \times 10^{4}$ koloni/g.
• **C.** ✗ Jebakan: volume tanam dianggap 0,1 mL (dikali 10); volume yang ditanam di sini 0,2 mL (dikali 5).
• **D.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran dipakai 10^{3}, padahal cawan berasal dari pengenceran 10^{-2} (faktor 100).
• **E.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran dipakai 10^{4}; pengenceran cawan adalah 10^{-2} sehingga faktornya 100.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: A, C, E

Konsep: Cawan berisi biakan adalah bahan yang mengandung mikroba hidup, sehingga diautoklaf dahulu sebelum dicuci atau dibuang. Prinsip autoklaf sama dengan sterilisasi media: beban tidak terlalu rapat, mulut kantong dilonggarkan, indikator di bagian sulit dijangkau, dan waktu dihitung sejak 121 °C tercapai.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Biakan bekas masih hidup; sterilisasi dilakukan sebelum pencucian atau pembuangan.
• **B.** ✗ Jebakan: mikroba hidup ikut terbawa ke bak cuci dan dapat mencemari petugas dan alat lain; sterilisasi harus lebih dulu.
• **C.** ✓ Uap harus mengalir ke sekeliling beban, dan bagian terdalam paling lambat panas sehingga paling tepat dipantau.
• **D.** ✗ Jebakan: kantong yang tertutup rapat menghalangi uap masuk; mulut kantong dilonggarkan agar uap dapat menembus beban.
• **E.** ✓ Waktu sterilisasi hanya berlaku sejak suhu sasaran tercapai di ruang uap.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Bila dua pengenceran berurutan masuk rentang 25–250, hitung ALT dari masing-masing, lalu bandingkan: rasio ≤ 2 → laporkan rata-rata; rasio > 2 → laporkan yang lebih kecil. Rumus: ALT = rata-rata koloni × faktor pengenceran ÷ volume tanam (mL).

Langkah:
1. Pilih cawan: 10^{-1} TBUD; 10^{-2} (210, 198) dan 10^{-3} (31, 27) masuk rentang; 10^{-4} (2, 4) < 25.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. 10^{-2}: rata-rata 204; ALT = 204 × 100 ÷ 0,1 = 204.000 = 2,04 × 10^5.
3. 10^{-3}: rata-rata 29; ALT = 29 × 1.000 ÷ 0,1 = 290.000 = 2,90 × 10^5.
4. Rasio = 2,90 ÷ 2,04 = 1,42 ≤ 2 → rata-rata = 247.000.
5. Dua angka penting: 2,5 × 10^5 koloni/g.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: volume tanam 0,1 mL dilupakan; hasil harus dikalikan 10 karena hanya 0,1 mL yang ditanam.
• **B.** ✗ Jebakan: melaporkan hasil yang lebih kecil; aturan itu hanya berlaku bila rasio > 2, padahal rasionya 1,4.
• **C.** ✓ Rasio 2,9 × 10^5 ÷ 2,04 × 10^5 ≈ 1,42 (≤ 2), sehingga hasilnya rata-rata (2,04 + 2,90) ÷ 2 × 10^5 = 2,47 × 10^5 ≈ 2,5 × 10^5.
• **D.** ✗ Jebakan: melaporkan hasil yang lebih besar; SOP tidak pernah memilih yang lebih besar.
• **E.** ✗ Jebakan: volume tanam dianggap 0,01 mL (dikali 100); volume tanam sebenarnya 0,1 mL sehingga hanya dikali 10.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: E

Konsep: Bila tidak ada koloni pada semua cawan, jumlah mikroba tidak dilaporkan nol, melainkan kurang dari 1 kali faktor pengenceran terendah yang ditanam (kebalikan pengencerannya), karena satu koloni pun belum terdeteksi.

Langkah:

1. Pengenceran terendah yang ditanam: 10^{-1}.
2. Kebalikannya: 1 ÷ 10^{-1} = 10.
3. Volume tanam 1 mL tidak mengubah.
4. Laporan: < 1 × 10^1 koloni/g.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tidak ada koloni tidak berarti jumlah mikroba nol; hanya berarti di bawah batas deteksi cara ini.
• **B.** ✗ Jebakan: faktor pengenceran terlupa; 1 mL pengenceran 10^{-1} hanya mewakili 0,1 g sampel.
• **C.** ✗ Jebakan: pengenceran dipakai apa adanya, bukan dibalik; faktor pengencerannya 10, bukan 0,1.
• **D.** ✗ Jebakan: memakai pengenceran tertinggi (10^{-3}); yang dipakai adalah pengenceran terendah.
• **E.** ✓ Pengenceran terendah 10^{-1} → kebalikannya 10; hasil dilaporkan sebagai < 1 × 10^1 koloni/g.

Jawaban: E.

No. 20 Kunci: D

Konsep: Tabung positif pada APM koliform harus keruh dan bergas pada tabung Durham; keruh saja tidak cukup. Kode kombinasi ditulis dari volume terbesar ke terkecil, lalu nilainya dibaca pada tabel.

Langkah:

1. Seri 10 mL: tabung 1 dan 3 keruh bergas (positif); tabung 2 keruh tanpa gas (negatif) → 2.
2. Seri 1 mL: tabung 2 dan 3 keruh bergas (positif); tabung 1 jernih → 2.
3. Seri 0,1 mL: satu keruh tanpa gas dan dua jernih → 0.
4. Kombinasi 2-2-0 → 21 APM/100 mL (tabel).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: tabung keruh tanpa gas ikut dihitung positif sehingga kombinasi terbaca 3-2-1.
• **B.** ✗ Jebakan: satu tabung keruh tanpa gas pada seri 10 mL dihitung positif sehingga kombinasi terbaca 3-2-0.
• **C.** ✗ Jebakan: tabung keruh tanpa gas pada seri 0,1 mL dihitung positif sehingga kombinasi terbaca 2-2-1.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **D.** ✓ Tabung positif = keruh dan bergas: seri 10 mL 2, seri 1 mL 2, seri 0,1 mL 0 → kombinasi 2-2-0 = 21.
• **E.** ✗ Jebakan: salah menghitung satu tabung bergas pada seri 1 mL sehingga kombinasi terbaca 2-1-0.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: D

Konsep: Tabel APM seri 10; 1; 0,1 memberi nilai per 100 satuan sampel. Bila tiap tabung menerima sampel yang berbeda dari seri tabel, nilai tabel disesuaikan: dikalikan 1 ÷ (volume tengah seri yang dipakai, dibanding 1). Untuk sampel padat, hasil akhir dinyatakan per gram.

Langkah:
1. Sampel per tabung: 10 mL suspensi = 1 g; 1 mL = 0,1 g; 0,1 mL = 0,01 g.
2. Kombinasi 3-2-2 → tabel 210 (untuk seri 10; 1; 0,1).
3. Seri yang dipakai 10 kali lebih kecil: 210 × 10 = 2.100 per 100 g.
4. Per gram: 2.100 ÷ 100 = 21 APM/g.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✗ Jebakan: nilai yang sudah disesuaikan (2.100 per 100 g) dikalikan 10 lagi, bukan dibagi 100 untuk mengubah ke per gram.
• **B.** ✗ Jebakan: nilai tabel sudah dikalikan 10 untuk menyesuaikan seri, tetapi belum dibagi 100 untuk mengubah dari per 100 satuan ke per satuan.
• **C.** ✗ Jebakan: nilai tabel dipakai apa adanya; satuannya per 100 mL dan seri tabungnya tidak sama dengan seri tabel.
• **D.** ✓ Tiap tabung menerima 1; 0,1; 0,01 g sampel, yaitu seri tabel (10; 1; 0,1) dikecilkan 10 kali; nilai sebenarnya = 210 × 10 = 2.100 per 100 g = 21 per gram.
• **E.** ✗ Jebakan: nilai tabel hanya dibagi 100 tanpa memperhitungkan bahwa tiap tabung menerima sampel 10 kali lebih sedikit dari seri tabel.

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: A, B, E

Konsep: Sampel mikrobiologi harus dianalisis segera setelah diambil atau disimpan dingin menurut SOP. Mikroba dapat berkembang biak di dalam sampel yang dibiarkan hangat sehingga hasil meningkat tanpa sebab nyata; hasil seperti itu tidak dipakai, dan sampel baru diambil.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ Penundaan pada suhu hangat memberi waktu mikroba membelah, sehingga hasil naik tanpa sebab yang nyata di lokasi.
• **B.** ✓ Suhu dingin dan waktu simpan singkat menahan pertumbuhan mikroba selama menunggu analisis.
• **C.** ✗ Jebakan: penegasan hanya memastikan gas berasal dari koliform; tidak menghapus pertambahan jumlah mikroba akibat penundaan.
• **D.** ✗ Jebakan: antibiotik mematikan atau menghambat bakteri sasaran sehingga hasil uji jadi tidak mewakili sampel.
• **E.** ✓ Hasil dari sampel yang penanganannya menyimpang tidak dijadikan dasar keputusan; sampel baru diambil dengan penanganan benar.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 23 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Pada lebih dari tiga seri, dipakai seri semua-positif dengan volume terkecil ditambah dua seri berikutnya. Tabung positif harus keruh dan bergas, dan kode kombinasi ditulis dari volume terbesar ke terkecil.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: seri 10 mL semua tabungnya positif, jadi seri itu ikut dipakai bersama dua seri berikutnya: kombinasi 3-2-1, bukan 2-1-0.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Positif memerlukan keruh dan gas; keruh saja dapat disebabkan bakteri lain.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Angka pertama selalu dari volume terbesar; urutan terbalik akan membaca nilai yang salah pada tabel.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 24 Kunci: C

Konsep: Tabung positif = keruh dan bergas. Jumlah tabung positif tiap seri ditulis berurutan dari volume terbesar ke terkecil sebagai kode kombinasi, lalu nilainya dibaca pada tabel.

Langkah:

1. Seri 10 mL: 1 tabung keruh bergas (tabung keruh tanpa gas tidak dihitung) → 1.
2. Seri 1 mL → 1; seri 0,1 mL → 0.
3. Kombinasi 1-1-0 → 7 APM/100 mL.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hanya seri 10 mL yang dihitung (kombinasi 1-0-0); seri 1 mL yang positif terlupa.

• **B.** ✗ Jebakan: urutan kombinasi terbalik (0-1-1); kode harus ditulis dari volume terbesar ke terkecil.

• **C.** ✓ Positif: seri 10 mL 1, seri 1 mL 1, seri 0,1 mL 0 → 1-1-0 = 7.

• **D.** ✗ Jebakan: satu seri 0,1 mL dihitung positif padahal ketiga tabungnya jernih (kombinasi 1-1-1).

• **E.** ✗ Jebakan: tabung keruh tanpa gas dihitung positif sehingga kombinasi terbaca 2-1-0.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: A

Konsep: Gas pada uji praduga tidak selalu berasal dari koliform. Setiap tabung bergas dikonfirmasi pada uji penegas, dan nilai APM dibaca dari kombinasi tabung terkonfirmasi, kemudian dibandingkan dengan batas mutu.

Langkah:

1. Pakai kolom penegas: seri 10 mL = 2, seri 1 mL = 0, seri 0,1 mL = 0 → kombinasi 2-0-0.
2. Tabel: 2-0-0 = 9 APM/100 mL.
3. Bandingkan: 9 ≤ 10 → memenuhi batas.
4. Pembanding: praduga 3-1-1 = 75 akan salah menyatakan tidak memenuhi.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Penegas memberi kombinasi 2-0-0 = 9; 9 ≤ 10, jadi memenuhi batas.

• **B.** ✗ Jebakan: praduga (3-1-1 = 75) mencakup gas yang bukan dari koliform; nilai dilaporkan dari tabung terkonfirmasi.

• **C.** ✗ Jebakan: mencampur kolom: seri 10 mL dari penegas (2) dan seri 1 mL dari praduga (1); satu kolom harus dipakai untuk seluruh seri.

• **D.** ✗ Jebakan: mencampur kolom: seri 10 mL dari praduga (3) dan dua seri lain dari penegas (0).

• **E.** ✗ Jebakan: nilai benar tetapi keputusan salah; keputusan memakai nilai terkonfirmasi (9 ≤ 10), bukan praduga.

Jawaban: A.

Simulasi 1 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: B

Konsep: Kalibrasi gravimetri: volume = massa air ÷ massa jenis air pada suhu kalibrasi. Alat layak bila selisih dari volume nominal masih di dalam toleransi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Rata-rata massa = (24,912 + 24,920 + 24,904) ÷ 3 = 24,912 g.
2. Volume = 24,912 ÷ 0,99705 = 24,986 mL ≈ 24,99 mL.
3. Selisih dari 25,00 = 0,014 mL < 0,03 mL → layak.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: massa dianggap sama dengan volume (tanpa dibagi massa jenis), sehingga tampak menyimpang 0,09 mL.
- **B.** ✓ Volume 24,99 mL, selisih 0,014 mL masih di dalam toleransi ±0,03 mL.
- **C.** ✗ Massa dikalikan massa jenis, bukan dibagi.
- **D.** ✗ Kelas A tetap perlu diperiksa; kalibrasi justru dilakukan untuk membuktikannya.
- **E.** ✗ Jebakan: hitungannya benar, tetapi toleransi ±0,03 mL diabaikan.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: D

Konsep: Prediksi gravimetri: 1 mol $(NH_4)_2SO_4$ menghasilkan 1 mol $BaSO_4$, sehingga massa $BaSO_4$ ≈ massa sampel × 233 ÷ 132 = 1,77 × massa sampel.

Langkah:

1. Faktor = 233 ÷ 132 ≈ 1,77.
2. 0,20 g → 0,35 g $BaSO_4$ (di dalam 0,2–0,5 g).
3. 0,30 g → 0,53 g (sedikit di atas); 0,05 g → 0,09 g (terlalu sedikit).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menghasilkan sekitar 1,77 g $BaSO_4$, terlalu banyak untuk disaring dan dicuci dengan baik.
- **B.** ✗ Jebakan: massa sampel disamakan dengan batas atas endapan, padahal endapan menjadi 0,88 g.
- **C.** ✗ Jebakan: massa endapan dianggap sama dengan massa sampel; hasilnya 0,53 g, sedikit di atas 0,5 g.
- **D.** ✓ 0,20 g sampel menghasilkan sekitar 0,35 g $BaSO_4$, tepat di tengah rentang.
- **E.** ✗ Endapan hanya sekitar 0,09 g sehingga kesalahan penimbangan relatif besar.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Pengenceran: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$, dengan V_2 volume akhir larutan.

Langkah:

1. $1.000 \times V_1 = 10 \times 100{,}0$.
2. $V_1 = 1.000 \div 1.000 = 1{,}0$ mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Salah letak koma (dibagi 10.000).
- **B.** ✗ Jebakan: "diencerkan 100 kali" ditafsirkan 1 bagian induk + 100 bagian air (100 ÷ 101).
- **C.** ✓ 10 × 100 ÷ 1.000 = 1,0 mL; volume akhir 100 mL = 100 kali volume induk.
- **D.** ✗ Jebakan: perbandingan konsentrasi 1.000 : 10 dibaca sebagai faktor 10.
- **E.** ✗ Volume akhir dipakai sebagai volume larutan induk.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pelarutan NaOH padat bersifat sangat eksotermis. Jumlah besar menuntut penambahan bertahap ke air dingin, wadah tahan panas, APD wajah/tangan, dan penyimpanan dalam wadah plastik.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: labu ukur memang untuk volume tepat, tetapi panas pelarutan dapat

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

merusak labu dan volume berubah setelah dingin; pelarutan dilakukan di wadah tahan panas lebih dulu.

• **Pernyataan 2** ✓ Penambahan bertahap ke air yang banyak membatasi kenaikan suhu dan percikan.
• **Pernyataan 3** ✓ Basa pekat panas sangat merusak jaringan, terutama mata.
• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: tutup rapat pada larutan yang memanas dapat menimbulkan tekanan dan semburan; wadah dibiarkan terbuka di tempat yang aman (mis. lemari asam) sambil didinginkan.
• **Pernyataan 5** ✓ Basa kuat pekat menyerang kaca dan tutup kaca asah; botol plastik lebih sesuai.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 5 Kunci: 1B 2S 3S

Konsep: Larutan peka cahaya ($AgNO_3$, $KMnO_4$, iodin) disimpan dalam botol cokelat jauh dari sinar matahari; basa kuat dalam botol plastik atau bertutup karet; larutan mudah menguap ditutup rapat.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Cahaya mereduksi ion perak menjadi perak logam yang gelap; botol cokelat melindunginya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: masalahnya bukan kerapatan; basa kuat bereaksi dengan kaca asah sehingga tutup merekat. Dipakai botol plastik atau tutup karet/plastik.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: penguapan memang berperan, tetapi iodin juga peka cahaya; botol diganti cokelat dan dijauhkan dari jendela.

Jawaban: Benar, Salah, Salah.

No. 6 Kunci: E

Konsep: Budaya kerja laboratorium: mengikuti SOP, jujur terhadap data, dan mengomunikasikan kendala. Data tidak dibuang tanpa dasar, dan hasil yang belum memenuhi syarat mutu tidak dilaporkan sebagai hasil.

Langkah:

1. Selisih 0,9% > 0,2% → SOP mewajibkan ulangan.
2. Waktu: 13.00 + 1,5 jam = 14.30 → masih sebelum 15.00.
3. Supervisor perlu diberi tahu karena ada risiko keterlambatan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: jujur karena diberi catatan, tetapi SOP mewajibkan ulangan sebelum hasil dilaporkan, dan waktunya masih tersedia.
• **B.** ✗ Pelanggan membutuhkan hasil yang sudah memenuhi syarat mutu, bukan data mentah yang belum diterima.
• **C.** ✗ Jebakan: tampak bertanggung jawab, tetapi hasil yang belum memenuhi syarat tetap terkirim, padahal ulangan dapat selesai pukul 14.30.
• **D.** ✗ Membuang data tanpa dasar uji yang sah tidak jujur.
• **E.** ✓ Ulangan selesai sekitar pukul 14.30, sesuai SOP, dan supervisor mengetahui keadaannya.

Jawaban: E.

No. 7 Kunci: A

Konsep: Titik akhir fenolftalein = merah muda pucat pertama yang bertahan ±30 detik. Pemudaran lambat sesudahnya berasal dari CO_2 udara, bukan dari asam sampel yang belum habis.

Langkah:

1. Warna bertahan 30 detik → syarat titik akhir terpenuhi.
2. Pemudaran setelah 2 menit karena CO_2 → tidak perlu titran tambahan.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sesuai definisi titik akhir di SOP.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **B.** ✗ Jebakan: tampak lebih yakin, tetapi NaOH tambahan dipakai untuk menetralkan CO_2 udara sehingga hasil keasaman terlalu tinggi.
• **C.** ✗ Metil jingga berubah warna jauh sebelum titik ekuivalen asam lemah sehingga hasilnya terlalu rendah.
• **D.** ✗ Indikator tambahan tidak mengubah titik akhir dan titrasi lanjutan membuat NaOH berlebih.
• **E.** ✗ Merah muda pekat berarti titik akhir sudah terlewati.

Jawaban: A.

No. 8 Kunci: A, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Standar primer: murni, stabil, tidak higroskopis (mis. asam oksalat dihidrat, KHP, boraks). NaOH dan $KMnO_4$ adalah standar sekunder yang harus dibakukan. Indikator disiapkan sesuai kelarutan dan kestabilannya.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1** ✓ NaOH adalah standar sekunder; massa timbangan memuat air dan karbonat.
• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: kristal $KMnO_4$ mengandung sedikit MnO_2 dan larutannya berubah pada hari-hari pertama; larutan didiamkan, disaring, lalu dibakukan.
• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pengeringan memang lazim untuk standar primer, tetapi asam oksalat terurai pada suhu tinggi; asam oksalat dihidrat ditimbang dalam bentuk hidratnya.
• **Pernyataan 4** ✓ Amilum yang ditumbuhi mikroba/terhidrolisis memberi warna biru lemah dengan iodin.
• **Pernyataan 5** ✓ Fenolftalein sukar larut dalam air dan mengendap; pelarut etanol dipakai.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 9 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Pengasaman susu mengendapkan kasein; protein whey tetap larut. Uji biuret mendeteksi ikatan peptida pada protein yang masih ada di filtrat.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Kasein mengendap pada pH sekitar 4,6.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Protein whey (mis. laktalbumin) tetap larut pada pH itu dan memberi biuret positif.
• **Pernyataan 3 → Salah.** Laktosa tidak memiliki ikatan peptida; warna ungu biuret berasal dari protein yang masih larut.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 10 Kunci: B

Konsep: Ba^{2+} mengendap dengan sulfat encer; Ca^{2+} dengan oksalat; Mg^{2+} dengan fosfat dalam suasana amonia ($MgNH_4PO_4$).

Langkah:
1. Sulfat encer negatif → tidak ada Ba^{2+}.
2. Oksalat positif → Ca^{2+}.
3. Fosfat + amonia pada filtrat positif → Mg^{2+}.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: endapan kedua pada filtrat diabaikan.
- **B.** ✓ Kedua endapan sesuai Ca^{2+} dan Mg^{2+}.
- **C.** ✗ Jebakan: Mg^{2+} memang ada, tetapi endapan oksalat menunjukkan Ca^{2+} juga ada.
- **D.** ✗ Ba^{2+} akan mengendap dengan sulfat encer, padahal hasilnya negatif.
- **E.** ✗ Ba^{2+} tidak ada, dan Mg^{2+} terlewat.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: B

Konsep: Faktor gravimetri S dalam $BaSO_4$ = Ar S ÷ Mr $BaSO_4$ = 32 ÷ 233.

Langkah:

1. Massa S = 0,4660 × 32 ÷ 233 = 0,0640 g.
2. Kadar = 0,0640 ÷ 1,000 × 100% = 6,40%.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Memakai Ar 16 (Ar oksigen) sebagai Ar S.
- **B.** ✓ 0,0640 g S dari 1,000 g sampel = 6,40%.
- **C.** ✗ Jebakan: yang dihitung kadar SO_4 (faktor 96 ÷ 233), bukan S.
- **D.** ✗ Itu persentase massa $BaSO_4$ terhadap sampel, belum diubah menjadi S.
- **E.** ✗ Salah letak koma.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: TSS: volume sampel disesuaikan agar residu memadai, seluruh volume yang dihitung harus tersaring, dan residu dibilas air suling untuk menghilangkan zat terlarut.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** 1,2 mg di bawah 2,5 mg sehingga kesalahan penimbangan relatif besar.
- **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: volume rencana 500 mL tidak sama dengan volume yang benar-benar tersaring; hasilnya terlalu rendah. Analisis diulang dengan volume lebih kecil.
- **Pernyataan 3 → Benar.** Zat terlarut yang tertinggal di kertas akan ikut terhitung sebagai padatan tersuspensi.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 13 Kunci: A, B, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Metode kadar air dipilih sesuai bahan: oven 105 °C untuk bahan stabil; oven vakum untuk bahan yang terurai oleh panas; destilasi untuk bahan yang mengandung zat mudah menguap selain air.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Pada destilasi hanya air yang terkumpul dan diukur, sehingga minyak atsiri tidak ikut terhitung sebagai air.
- **Pernyataan 2** ✓ Suhu rendah dalam vakum menguapkan air tanpa menguraikan gula.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: destilasi memang teliti untuk bahan beratsiri, tetapi tepung tidak mengandung zat mudah menguap selain air; oven 105 °C sudah sesuai.
- **Pernyataan 4** ✗ Minyak atsiri ikut menguap sehingga kadar air terhitung terlalu tinggi.
- **Pernyataan 5** ✓ Air tertampung terpisah dari pelarut sehingga volumenya dapat dibaca.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 5.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 14 Kunci: A, B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: $FeCl_3$: fenol → ungu. $NaHCO_3$: asam karboksilat → gas CO_2 (fenol tidak). Air brom: fenol → endapan putih tribromofenol.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Fenol membentuk kompleks berwarna ungu dengan Fe^{3+}.
- **Pernyataan 2** ✓ Asam karboksilat bereaksi dengan $NaHCO_3$ melepaskan CO_2.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: fenol memang bersifat asam, tetapi terlalu lemah untuk bereaksi dengan $NaHCO_3$.
- **Pernyataan 4** ✓ Fenol bereaksi dengan brom membentuk tribromofenol yang mengendap putih.
- **Pernyataan 5** ✗ Uji $FeCl_3$ tidak mendeteksi alkohol; hasil positif untuk fenol tidak menyingkirkan adanya alkohol.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 15 Kunci: E

Konsep: CrO_4^{2-} (kuning) berubah menjadi $Cr_2O_7^{2-}$ (jingga) dalam asam, tanpa perubahan bilangan oksidasi. Fe^{2+} mereduksi Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} (hijau), yang mengendap sebagai $Cr(OH)_3$ dalam basa.

Langkah:

1. Kuning → jingga: kesetimbangan kromat–dikromat oleh asam.
2. Jingga → hijau: Cr(VI) direduksi Fe^{2+} menjadi Cr(III).
3. Basa: Cr^{3+} → $Cr(OH)_3$ hijau keabuan.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Arah perubahan pertama terbalik; asam mengubah kromat menjadi dikromat.
- **B.** ✗ Tidak ada Cr^{3+} di awal yang dapat teroksidasi; warna hijau berasal dari Cr^{3+}.
- **C.** ✗ Jebakan: tahapannya benar, tetapi Cr^{6+} DIREDUKSI (Fe^{2+} yang dioksidasi), bukan dioksidasi.
- **D.** ✗ Jebakan: tahap akhirnya benar, tetapi perubahan kuning → jingga terjadi karena asam (kromat → dikromat) tanpa reduksi, dan warna hijau berasal dari Cr^{3+}, bukan Fe^{3+} (yang kekuningan).
- **E.** ✓ Semua tahap dan arah reaksinya benar.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: A

Konsep: Bahan acuan dipakai untuk memeriksa apakah metode bekerja benar pada hari itu. Rentang penerimaan = nilai acuan ± batas.

Langkah:

1. Rentang diterima: 49,0–51,0 mg/kg (termasuk batas).
2. Rabu 51,6 → di luar rentang → tahan.
3. Jumat 49,0 → tepat di batas → diterima.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Hanya Rabu yang di luar rentang 49,0–51,0.
- **B.** ✗ Jebakan: Jumat tepat 49,0, yang menurut aturan masih diterima.
- **C.** ✗ Jumat diterima dan Rabu justru di luar rentang.
- **D.** ✗ Senin 50,2 masih di dalam rentang.
- **E.** ✗ Senin dan Jumat masih di dalam rentang.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 17 Kunci: A, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Permanganometri H_2O_2 dilakukan pada suhu kamar dalam suasana H_2SO_4. Mol H_2O_2 = 5/2 × mol $KMnO_4$. Konsentrasi sampel asli = konsentrasi larutan encer × faktor pengenceran.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Mol $KMnO_4$ = 0,0200 × 17,60 = 0,352 mmol; H_2O_2 = 0,352 × 5/2 = 0,880 mmol.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: pemanasan memang dipakai pada titrasi oksalat, tetapi H_2O_2 terurai bila dipanaskan sehingga hasilnya terlalu rendah.

• **Pernyataan 3** ✓ Persamaan reaksi menunjukkan H_2O_2 dioksidasi menjadi O_2.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: 0,0880 M adalah konsentrasi larutan encer (0,880 mmol ÷ 10,00 mL); desinfektan asli diencerkan 10 kali sehingga 0,880 M.

• **Pernyataan 5** ✓ $KMnO_4$ berfungsi sebagai indikatornya sendiri.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 18 Kunci: C

Konsep: Kromatografi kertas: fasa diam polar (air terikat selulosa), fasa gerak eluen. Zat yang tidak larut dalam eluen tidak bergerak. Tinta permanen umumnya kurang polar sehingga larut dalam pelarut organik seperti etanol.

Langkah:

1. Dengan air: tinta tidak bergerak → tidak larut dalam air.
2. Dengan etanol: bergerak dan terpisah → larut dalam etanol yang kurang polar.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: zat yang sangat polar justru mudah larut dan terbawa air; tinta yang tidak bergerak dengan air menunjukkan kurang polar.

• **B.** ✗ Kecepatan penguapan tidak menyebabkan pemisahan.

• **C.** ✓ Kelarutan dalam fasa gerak menentukan apakah zat bergerak.

• **D.** ✗ Kertas tetap fasa diam; etanol fasa gerak.

• **E.** ✗ Air tetap merambat, tetapi tinta tidak larut di dalamnya.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Pengukuran spektrofotometri yang benar: kuvet bersih dan dipegang di sisi buram, blanko pereaksi, kuvet dibilas larutan yang diukur, waktu pengembangan warna seragam, dan absorbans sampel di dalam rentang standar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Sidik jari dan cairan di sisi bening menyerap atau menghamburkan cahaya.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: tampak praktis, tetapi absorbans 1,8 di luar rentang standar (maks. 0,90); sampel harus diencerkan lalu diukur ulang.

• **Pernyataan 3** ✓ Blanko menghilangkan serapan dari pereaksi dan kuvet.

• **Pernyataan 4** ✓ Mencegah pengenceran oleh sisa air atau larutan sebelumnya.

• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: warna pereaksi berkembang dan dapat memudar; standar dan sampel harus diukur pada waktu yang sama sesuai prosedur.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 20 Kunci: D

Konsep: Pada elektrolisis, katode terhubung ke kutub negatif; Cu^{2+} direduksi menjadi Cu yang menempel di katode. Di anode (kutub positif) dalam larutan H_2SO_4, air dioksidasi menjadi O_2. Kadar = massa Cu ÷ volume sampel.

Langkah:

1. Kabel dari kutub − menuju elektrode X (kabel bersilangan) → X katode, Y anode.
2. Massa Cu = 12,6425 − 12,4520 = 0,1905 g.
3. Kadar = 0,1905 g ÷ 0,02500 L = 7,62 g/L.
4. Anode dalam larutan asam sulfat → O_2.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kabel bersilangan; bila tidak ditelusuri, Y tampak terhubung ke kutub −. Y adalah anode.
- **B.** ✗ Gas H_2 terbentuk di katode, padahal katode sudah ditempati endapan Cu; di anode terbentuk O_2.
- **C.** ✗ Jebakan: elektrode dan gas benar, tetapi volume 25,00 mL diubah menjadi 0,2500 L.
- **D.** ✓ X katode (Cu), Y anode (O_2), dan 0,1905 g ÷ 0,02500 L = 7,62 g/L.
- **E.** ✗ Elektrode tertukar dan volume salah dikonversi.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: B, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kebutuhan serbuk media = volume total (L) × takaran label (g/L). Media dilarutkan sesuai takaran, ditempatkan dalam labu yang cukup besar, ditutup longgar, dan diautoklaf 121 °C ±15 menit.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: autoklaf memakai wadah tertutup longgar sehingga penguapan kecil; menambah air membuat media lebih encer dari takaran label.
- **Pernyataan 2** ✓ 15 × 20 = 300 mL; +10% = 330 mL; 0,330 × 28 = 9,24 g.
- **Pernyataan 3** ✓ 0,300 L × 28 g/L = 8,40 g.
- **Pernyataan 4** ✓ Kondisi baku autoklaf; penutup longgar membiarkan uap masuk tetapi menahan kontaminan.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: suhu tinggi memang mencegah media memadat, tetapi menimbulkan banyak embun di tutup cawan dan berbahaya; media dituang pada sekitar 45–50 °C.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 22 Kunci: A

Konsep: Sterilisasi panas kering memerlukan kombinasi suhu dan waktu tahan tertentu; suhu lebih rendah memerlukan waktu lebih lama.

Langkah:

1. P: 170 °C, 60 menit → memenuhi.
2. Q: 160 °C, 90 menit < 120 → tidak.
3. R: 150 °C di bawah suhu SOP → tidak, walaupun waktunya lama.
4. S: 160 °C, 120 menit → memenuhi.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ P dan S memenuhi salah satu syarat SOP.
- **B.** ✗ S juga memenuhi (160 °C, 120 menit).
- **C.** ✗ Q hanya 90 menit pada 160 °C.
- **D.** ✗ Q tidak memenuhi dan P terlewat.
- **E.** ✗ Jebakan: R ditahan paling lama, tetapi suhunya di bawah 160 °C sehingga tidak memenuhi.

Jawaban: A.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 23 Kunci: E

Konsep: Pada satu lembar dan satu kali elusi, zat yang sama menempuh jarak yang sama dari garis awal. Bercak sampel yang tidak sejajar dengan standar mana pun menunjukkan zat lain.

Langkah:

1. Garis awal 1,0 cm; garis depan 11,0 cm → jarak eluen 10,0 cm.
2. Bercak sampel 5,5 cm (Rf 0,45) sejajar S2.
3. Bercak sampel 7,8 cm (Rf 0,68) tidak sejajar S3 (7,0 cm; Rf 0,60) maupun S4 (9,0 cm; Rf 0,80).
4. Kesimpulan: S2 + pewarna lain → tidak sesuai keterangan pemasok.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bercak atas sampel paling dekat dengan S3, tetapi letaknya 0,8 cm lebih tinggi; pada satu lembar, zat yang sama sejajar.
- **B.** ✗ Bercak atas sampel lebih rendah 1,2 cm dari S4.
- **C.** ✗ Bercak bawah sampel sejajar S2, bukan S3.
- **D.** ✗ Sampel jelas memberi dua bercak terpisah.
- **E.** ✓ Bercak bawah = S2; bercak atas tidak cocok dengan standar mana pun.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: D

Konsep: ALT = rata-rata koloni × kebalikan pengenceran. Aturan dua pengenceran dalam rentang mencegah pemilihan hasil secara sembarang.

Langkah:

1. 10^{-2}: (230 + 245) ÷ 2 = 237,5 → $2{,}375 \times 10^4$.
2. 10^{-3}: (32 + 28) ÷ 2 = 30 → $3{,}0 \times 10^4$.
3. Perbandingan 3,0 ÷ 2,375 = 1,26 ≤ 2 → rata-rata = $2{,}69 \times 10^4 \approx 2{,}7 \times 10^4$.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Pangkat salah (dikali 10^5).
- **B.** ✗ Kedua hasil dijumlahkan, bukan dirata-ratakan.
- **C.** ✗ Jebakan: hanya memakai pengenceran 10^{-3}, padahal 10^{-2} juga masuk rentang dan perbandingannya ≤ 2.
- **D.** ✓ Rata-rata kedua pengenceran (perbandingan 1,26 ≤ 2) = $2{,}7 \times 10^4$ koloni/mL.
- **E.** ✗ Jebakan: hanya memakai pengenceran 10^{-2} ($2{,}375 \times 10^4$ dibulatkan $2{,}4 \times 10^4$).

Jawaban: D.

No. 25 Kunci: C

Konsep: Nilai tabel APM berlaku untuk volume inokulum tertentu. Bila semua volume 10 kali lebih kecil, nilainya dikalikan 10.

Langkah:

1. Seri yang dipakai (1; 0,1; 0,01 mL) = 1/10 dari seri tabel (10; 1; 0,1 mL).
2. APM = 43 × 10 = 430 APM/100 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Faktor dipakai untuk membagi, bukan mengalikan.
- **B.** ✗ Jebakan: nilai tabel dipakai langsung tanpa penyesuaian volume inokulum.
- **C.** ✓ 43 × 10 = 430 APM/100 mL.
- **D.** ✗ Dikali 100, seolah-olah volume 100 kali lebih kecil.
- **E.** ✗ Dikali 1.000.

Jawaban: C.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: D

Konsep: Mol standar primer dihitung dengan Mr bentuk yang ditimbang (dihidrat). Mol NaOH = 2 × mol asam oksalat yang ada di larutan yang dipipet.

Langkah:

1. Mol asam oksalat total = 0,6300 ÷ 126 = 5,000 mmol dalam 100,0 mL.
2. Dalam 10,00 mL: 0,5000 mmol → mol NaOH = 1,000 mmol.
3. M NaOH = 1,000 ÷ 10,00 = 0,1000 M.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: mol NaOH dibagi volume labu (100,0 mL), bukan volume NaOH yang terpakai.
- **B.** ✗ Perbandingan mol dianggap 1 : 1.
- **C.** ✗ Memakai Mr anhidrat dan perbandingan 1 : 1 sekaligus.
- **D.** ✓ 2 × 0,5000 mmol ÷ 10,00 mL = 0,1000 M.
- **E.** ✗ Jebakan: memakai Mr anhidrat (90), padahal yang ditimbang bentuk dihidrat.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Prediksi gravimetri: massa zat murni = massa sampel × kemurnian; mol AgCl = mol KCl.

Langkah:

1. KCl murni = 0,7450 × 0,990 = 0,7376 g → 0,7376 ÷ 74,5 = 0,009900 mol.
2. AgCl = 0,009900 × 143,5 = 1,421 g ≈ 1,42 g.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Itu massa KCl murni, belum diubah menjadi AgCl.
- **B.** ✓ 0,009900 mol × 143,5 = 1,42 g.
- **C.** ✗ Jebakan: hasil bila sampel dianggap 100% (1,435 g).
- **D.** ✗ Jebakan: kemurnian dipakai untuk membagi (1,435 ÷ 0,99).
- **E.** ✗ Perbandingan mol dianggap 1 : 2.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: C

Konsep: Lemari asam melindungi bila bukaan kaca tidak terlalu tinggi dan aliran udara masuk (aliran muka) memadai. Bukaan yang lebih kecil membuat aliran muka lebih cepat, tetapi tetap harus dibuktikan dengan pembacaan monitor.

Langkah:

1. Gambar: tepi bawah kaca di 60 cm, batas kerja 45 cm → kaca terlalu tinggi.
2. Monitor: 0,28 m/s < 0,40 m/s → aliran kurang.
3. Kaca diturunkan dulu (aliran muka akan naik), lalu aliran dibaca ulang; bila masih < 0,40 m/s, kerja ditunda dan teknisi dihubungi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Kipas menyala belum berarti aman; kedua syarat SOP tidak terpenuhi.

• **B.** ✗ Jebakan: kaca memang harus diturunkan, tetapi aliran muka 0,28 m/s juga di bawah syarat dan belum terbukti naik cukup.

• **C.** ✓ Kedua syarat diperiksa: kaca diturunkan ke batas, aliran dibaca ulang, dan kerja ditunda bila aliran tetap rendah.

• **D.** ✗ Jebakan: bukaan yang lebih besar justru menurunkan aliran muka dan memperbesar peluang uap keluar.

• **E.** ✗ Uap HCl pekat tidak boleh ditangani di meja terbuka.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: A, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Penyimpanan tidak hanya menurut piktogram tunggal, tetapi juga memisahkan pasangan yang bereaksi berbahaya: asam–hipoklorit, asam–sianida, pengoksidasi–bahan organik/mudah menyala.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✓ Hipoklorit + asam → Cl_2 beracun.

• **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: $KMnO_4$ berpiktogram pengoksidasi (nyala api di atas lingkaran), dan campurannya dengan gliserol dapat menyala sendiri.

• **Pernyataan 3** ✓ Sianida + asam → HCN yang sangat beracun.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: keduanya memang asam, tetapi HNO_3 pekat pengoksidasi kuat sedangkan asam asetat glasial mudah menyala.

• **Pernyataan 5** ✓ Sesuai piktogram nyala apinya dan menjauhkannya dari HNO_3/$KMnO_4$.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 5 Kunci: A

Konsep: Perencanaan kerja: pekerjaan dengan waktu tunggu terpanjang dimulai lebih dulu; pekerjaan pendek dikerjakan selama menunggu alat.

Langkah:

1. Abu: 07.30–07.45 timbang, tanur 07.45–11.45, dingin sampai 12.45.
2. Air: 07.45–08.00 timbang, oven 08.00–11.00, desikator sampai 11.30.
3. Titrasi 08.00–08.45 selama menunggu; laporan setelah 12.45 → selesai 13.15, sebelum batas 13.30.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Pekerjaan terlama dimulai paling awal; laporan selesai sekitar 13.15.

• **B.** ✗ Jebakan: oven dimulai awal, tetapi tanur baru mulai sekitar 08.45 sehingga abu baru dingin sekitar 13.45 dan laporan terlambat.

• **C.** ✗ Tanur baru mulai sekitar 08.30; abu siap sekitar 13.30 sehingga laporan baru selesai sekitar 14.00.

• **D.** ✗ Tanur dan oven baru mulai setelah titrasi (sekitar 08.45); laporan selesai sekitar 14.15.

• **E.** ✗ Jebakan: tampak hemat listrik, tetapi tanur baru mulai sekitar 11.00 sehingga abu baru siap sekitar 16.00.

Jawaban: A.

No. 6 Kunci: C

Konsep: Pengenceran persen volume: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. $96 \times V_1 = 70 \times 500$.
2. $V_1 = 35.000 \div 96 = 364{,}6 \approx 365$ mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Itu volume air yang ditambahkan (500 − 365).
- **B.** ✗ Jebakan: 70% dari 500 mL, seolah-olah etanol yang tersedia 100%.
- **C.** ✓ $70 \times 500 \div 96 \approx 365$ mL.
- **D.** ✗ 96% dari 500 mL.
- **E.** ✗ Perbandingan terbalik ($96 \times 500 \div 70$).

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: B, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Mn^{2+} hampir tidak berwarna; $Mn(OH)_2$ putih teroksidasi udara menjadi cokelat; oksidator kuat (bismutat) mengubah Mn^{2+} menjadi MnO_4^- ungu (bilangan oksidasi +7).

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Uji KSCN negatif (tidak ada Fe^{3+}), dan $Fe(OH)_3$ berwarna cokelat kemerahan; noda hitam berasal dari oksida mangan.
- **Pernyataan 2** ✓ $Mn(OH)_2$ putih teroksidasi menjadi senyawa Mn bervalensi lebih tinggi yang berwarna cokelat.
- **Pernyataan 3** ✓ Bismutat mengoksidasi Mn^{2+} menjadi MnO_4^- yang ungu.
- **Pernyataan 4** ✓ Mn^{2+} (+2) menjadi MnO_4^- (+7).
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: Fe^{3+} memberi merah dengan KSCN (di sini negatif); ungu khas permanganat.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 8 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Lemak/minyak nonpolar tidak larut dalam air. Pengemulsi (sabun, empedu) membuat emulsi stabil. Asam lemak bebas pada minyak rusak bereaksi dengan basa lemah membentuk sabun.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tampak menyatu, tetapi emulsi adalah butiran minyak yang tersebar, bukan larutan.
- **Pernyataan 2** ✓ Perbedaan kepolaran membuat keduanya tidak bercampur.
- **Pernyataan 3** ✓ Molekul sabun mengelilingi butiran minyak sehingga butiran tidak bergabung lagi.
- **Pernyataan 4** ✗ Sabun tidak menguraikan minyak; penguraian (penyabunan) memerlukan basa kuat dan pemanasan.
- **Pernyataan 5** ✓ Asam lemak bebas dari minyak tengik bereaksi dengan Na_2CO_3 membentuk sabun yang menjadi pengemulsi.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 9 Kunci: D

Konsep: TDS = massa residu penguapan filtrat (mg) ÷ volume (L).

Langkah:

1. Bobot tetap pada ke-2 dan ke-3 (selisih 0,0001 g); pakai 50,1580 g.
2. Residu = 50,1580 − 50,1230 = 0,0350 g = 35,0 mg.
3. TDS = 35,0 ÷ 0,100 = 350 mg/L.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Volume dianggap 0,010 L.
- **B.** ✗ Jebakan: memakai penimbangan ke-1, ketika residu belum kering.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai penimbangan ke-2, padahal SOP memakai penimbangan terakhir.
- **D.** ✓ 35,0 mg ÷ 0,100 L = 350 mg/L.
- **E.** ✗ Massa residu belum dibagi volume.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: B, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Titrasi basa lemah dengan asam kuat: pH titik ekuivalen < 7, sehingga indikator yang berubah di daerah asam (metil merah) dipilih. Indikator yang trayeknya di atas pH titik ekuivalen berubah terlalu awal.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✗ Amonia mudah menguap; membiarkannya terbuka mengurangi kadar yang terukur.
- **Pernyataan 2** ✓ 4,4–6,2 mencakup 5,3.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: pH turun selama titrasi, sehingga bromtimol biru (6,0–7,6) berubah SEBELUM pH mencapai 5,3; hasilnya terlalu rendah.
- **Pernyataan 4** ✓ Fenolftalein kehilangan warna di sekitar pH 8,2, jauh sebelum 5,3, sehingga HCl yang ditambahkan terlalu sedikit.
- **Pernyataan 5** ✓ HCl dari buret menetralkan amonia sehingga pH turun.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 11 Kunci: A, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kesalahan positif (hasil tinggi): pengotor atau air ikut tertimbang. Kesalahan negatif (hasil rendah): endapan hilang/lolos, atau penimbangan benda hangat.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Massa pengotor ikut terhitung sebagai $BaSO_4$.
- **Pernyataan 2** ✗ $BaSO_4$ yang hilang membuat massa terlalu kecil → hasil rendah.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: benda hangat menimbulkan arus udara naik di neraca sehingga massa terbaca lebih kecil → hasil rendah, bukan tinggi.
- **Pernyataan 4** ✓ Air yang belum hilang ikut tertimbang.
- **Pernyataan 5** ✓ Desikator yang jenuh tidak lagi menahan uap air; air yang terserap ikut tertimbang.

Jawaban: pernyataan 1, 4, 5.

No. 12 Kunci: A

Konsep: Reaksi MnO_4^- dengan oksalat lambat pada awal, lalu dipercepat oleh Mn^{2+} yang terbentuk (autokatalis). Suhu sekitar 60–70 °C dan suasana H_2SO_4 diperlukan.

Langkah:

1. Lambat di awal adalah sifat reaksi ini, bukan tanda titik akhir.
2. Setelah sedikit Mn^{2+} terbentuk, warna hilang makin cepat.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai sifat autokatalis reaksi; titik akhir tetap tepat.
- **B.** ✗ Jebakan: $KMnO_4$ berlebih sekaligus dapat membentuk endapan MnO_2 dan titik akhir terlewati.
- **C.** ✗ Titik akhir adalah merah muda pucat yang bertahan setelah oksalat habis, bukan pada tetes pertama.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✗ Pendinginan justru memperlambat reaksi.
- **E.** ✗ Jebakan: suasana asam memang diperlukan, tetapi HCl ikut dioksidasi permanganat.

Jawaban: A.

No. 13 Kunci: C

Konsep: Karbonat dan bikarbonat melepaskan CO_2 dengan asam. Warna nyala membedakan Na^+ (kuning) dan Ca^{2+} (merah bata).

Langkah:

1. Gas dengan HCl → $CaCO_3$ atau $NaHCO_3$.
2. Nyala kuning → Na^+ → $NaHCO_3$.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kapur juga bergas dengan HCl, tetapi nyalanya merah bata.
- **B.** ✗ Gips tidak bergas dengan HCl.
- **C.** ✓ Bergas dan nyala kuning sesuai $NaHCO_3$.
- **D.** ✗ Jebakan: nyala kuning sesuai, tetapi NaCl tidak bergas dengan HCl.
- **E.** ✗ Kapur sirih tidak bergas dan nyalanya merah bata.

Jawaban: C.

No. 14 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Kromatografi kertas: fasa diam air terikat selulosa (polar), fasa gerak eluen yang kurang polar. Komponen nonpolar bergerak lebih jauh (Rf besar); komponen polar tertahan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Serat selulosa mengikat air sehingga membentuk fasa diam yang polar.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: justru karena paling polar, asam aspartat lebih tertahan di fasa diam berair sehingga bergerak paling pendek.
- **Pernyataan 3** ✓ Rantai samping nonpolar membuat leusin lebih suka fasa gerak.
- **Pernyataan 4** ✓ Asam amino tidak berwarna; ninhidrin membentuk warna ungu.
- **Pernyataan 5** ✗ Asam amino larut baik dalam air, sehingga dengan air murni ketiganya justru terbawa jauh dan sulit terpisah.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 15 Kunci: E

Konsep: Kuvet memiliki dua sisi bening (jalur cahaya) dan dua sisi buram (tempat memegang). Cahaya harus melewati sisi bening yang bersih dan larutan yang cukup tinggi.

Langkah:

1. Periksa tampak atas: sisi buram harus sejajar berkas (tidak dilalui cahaya).
2. Periksa tampak samping: permukaan larutan di atas berkas cahaya dan tidak ada sidik jari di jalur cahaya.
3. Hanya T memenuhi semuanya.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Arah benar, tetapi larutan terlalu sedikit sehingga berkas melewati udara.
- **B.** ✗ Isi cukup, tetapi cahaya melewati sisi buram.
- **C.** ✗ Jebakan: arah dan isi benar, tetapi ada sidik jari tepat di jalur cahaya.
- **D.** ✗ Cahaya melewati sisi buram dan larutan terlalu sedikit.
- **E.** ✓ Sisi bening di jalur cahaya, isi cukup, dan bersih.

Jawaban: E.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 16 Kunci: D

Konsep: Rf bergantung pada fasa diam, komposisi eluen, dan kondisi. Pembandingan sah bila standar dan sampel dielusi pada pelat dan eluen yang sama.

Langkah:

1. Eluen 90 : 10 lebih polar daripada 95 : 5 → Rf kurkumin akan berbeda (cenderung lebih besar).
2. Angka 0,52 dari dua sistem berbeda tidak dapat dibandingkan.
3. Solusi: totolkan standar kurkumin dan sampel pada pelat yang sama.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: angkanya sama, tetapi berasal dari sistem eluen berbeda sehingga kebetulan sama pun tidak membuktikan.
• **B.** ✗ Banyak senyawa kuning; warna tidak khas.
• **C.** ✗ Tidak ada koreksi Rf berdasarkan perbandingan komposisi eluen.
• **D.** ✓ Pembandingan yang sah memakai standar pada sistem yang sama.
• **E.** ✗ Jebakan: arah perubahannya keliru (eluen lebih polar cenderung menaikkan Rf pada silika gel), dan kesimpulan "salah" juga tidak dapat dibuktikan.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: B

Konsep: Tollens (Ag^+ dalam amonia) dioksidasi gugus aldehida dan pereduksi lain menjadi cermin perak. Uji ini menunjukkan gugus, bukan senyawa tertentu.

Langkah:

1. Positif Tollens → ada pereduksi bergugus aldehida (formaldehida salah satunya).
2. Pembanding negatif menunjukkan senyawa itu tidak berasal dari tahu biasa, tetapi belum membuktikan formaldehida.
3. Perlu uji yang lebih khas formalin.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Aldehida lain dan gula pereduksi juga membentuk cermin perak.
• **B.** ✓ Kesimpulan sesuai daya pembuktian uji gugus fungsi.
• **C.** ✗ Tollens bereaksi dengan aldehida, bukan keton.
• **D.** ✗ Tidak ada data gula; kesimpulan "bebas formalin" tidak berdasar.
• **E.** ✗ Jebakan: pembanding memang memperkuat dugaan, tetapi uji Tollens tetap tidak khas formaldehida sehingga "terbukti" berlebihan.

Jawaban: B.

No. 18 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Basis basah = air ÷ massa awal; basis kering = air ÷ massa kering. Untuk sampel yang sama, angka basis kering lebih besar.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: massa air yang hilang memang sama, tetapi pembaginya berbeda (5,000 g vs 4,500 g), sehingga angkanya berbeda.
• **Pernyataan 2 → Benar.** 0,500 ÷ 5,000 × 100% = 10,0%.
• **Pernyataan 3 → Benar.** 0,500 ÷ 4,500 × 100% = 11,1%.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 19 Kunci: B

Konsep: Pada titrasi potensiometri, titik ekuivalen berada pada perubahan pH paling tajam ($\Delta pH/\Delta V$ terbesar).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. ΔpH/ΔV: 9,8→10,0 = 3,5; 10,0→10,2 = 30; 10,2→10,5 ≈ 3,3.
2. Terbesar pada selang 10,0–10,2 mL → titik ekuivalen ≈ 10,1 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: awal lonjakan, belum titik ekuivalen.
- **B.** ✓ Tengah selang dengan lonjakan pH terbesar.
- **C.** ✗ Jebakan: volume pertama dengan pH di atas 9, yaitu akhir lonjakan.
- **D.** ✗ Lonjakan sudah melandai.
- **E.** ✗ Volume terakhir; pH sudah mendatar.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: A, B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Ketelitian (presisi) dan ketepatan (akurasi) dinilai terpisah. Data yang teliti tetapi menyimpang dari nilai acuan menunjukkan kesalahan sistematis.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ (99,12 + 99,18 + 99,15) ÷ 3 = 99,15%.
- **Pernyataan 2** ✓ 99,18 − 99,12 = 0,06% ≤ 0,10%.
- **Pernyataan 3** ✗ 99,15% berada di bawah 99,25%.
- **Pernyataan 4** ✓ Ulangan rapat tetapi semuanya di bawah nilai sertifikat → ciri kesalahan sistematis.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: berdekatan berarti teliti, bukan tepat; rata-ratanya menyimpang dari nilai sertifikat.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 21 Kunci: E

Konsep: Uji biuret positif bila ada rantai peptida (minimal dua ikatan peptida). Uji ninhidrin positif untuk gugus amino bebas, terutama asam amino. Hidrolisis memutus ikatan peptida.

Langkah:

1. Bahan baku biuret positif → semula berupa protein.
2. Produk biuret negatif → rantai peptida panjang sudah putus.
3. Ninhidrin kuat → banyak asam amino bebas → hidrolisis berhasil.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Ninhidrin positif menunjukkan asam amino masih ada.
- **B.** ✗ Jebakan: ninhidrin memang dapat bereaksi dengan protein, tetapi biuret negatif menunjukkan protein utuh sudah tidak ada.
- **C.** ✗ Jebakan: kedua hasil tampak bertentangan, padahal justru saling melengkapi.
- **D.** ✗ Peptida panjang akan memberi biuret positif.
- **E.** ✓ Sesuai pola biuret negatif dan ninhidrin positif setelah hidrolisis.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Pembuatan media: larutkan (agar perlu dipanaskan), sterilkan (cair maupun padat), tuang aseptis, beri label jenis dan tanggal.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Agar baru larut sempurna pada suhu mendekati didih.

• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: perebusan memang membunuh banyak mikroba, tetapi spora tahan didih; media cair juga diautoklaf 121 °C.

• **Pernyataan 3 → Benar.** Label mencegah media tertukar dan menunjukkan umurnya.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 23 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Metode APM koliform: uji praduga (gas dalam 24–48 jam) → uji penegasan pada media selektif → kombinasi tabung positif penegasan dibaca pada tabel APM.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1 → Benar.** Sebagian koliform baru membentuk gas setelah 24 jam.

• **Pernyataan 2 → Benar.** Mikroba lain dapat membentuk gas; media penegasan lebih selektif.

• **Pernyataan 3 → Salah.** Jebakan: lebih cepat, tetapi gas pada uji praduga dapat berasal dari mikroba lain; nilai APM koliform memakai hasil uji penegasan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 24 Kunci: A

Konsep: Bila tidak ada cawan dalam rentang hitung, SOP dapat meminta perhitungan dari pengenceran terendah dengan keterangan perkiraan.

Langkah:

1. Semua cawan < 25 → aturan khusus.
2. Pengenceran terendah 10^{-1}: rata-rata (24 + 20) ÷ 2 = 22.
3. 22 × 10 = 2,2 × 10^{2} koloni/g (perkiraan).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✓ Sesuai aturan SOP.

• **B.** ✗ Jebakan: memakai pengenceran 10^{-2} (rata-rata 2 × 100), padahal SOP meminta pengenceran terendah.

• **C.** ✗ Jumlah koloni duplo dijumlahkan, bukan dirata-ratakan.

• **D.** ✗ Kebalikan pengenceran (×10) tidak dikalikan.

• **E.** ✗ Jebakan: data di bawah rentang memang tidak ideal, tetapi SOP sudah mengatur cara melaporkannya.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: E

Konsep: Udara yang terperangkap ikut memberi tekanan tetapi menurunkan suhu campuran uap–udara. Udara dikeluarkan dengan membiarkan uap mengalir dari katup buang beberapa menit; waktu sterilisasi dihitung setelah 121 °C tercapai.

Langkah:

1. Tekanan sesuai tetapi suhu rendah, termometer baru dikalibrasi → ada udara di ruang autoklaf.
2. Penyebab: katup ditutup terlalu cepat.
3. Ulangi dengan pembuangan udara yang cukup lama.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Menaikkan tekanan berbahaya dan tidak menghilangkan udara.
- **B.** ✗ Jebakan: waktu lebih lama pada 112 °C tidak setara dengan sterilisasi baku 121 °C menurut SOP.
- **C.** ✗ Termometer baru dikalibrasi; perbedaan suhu–tekanan justru tanda udara terperangkap.
- **D.** ✗ Suhu 112 °C belum memenuhi syarat sterilisasi baku.
- **E.** ✓ Membuang udara memberi uap jenuh sehingga 121 °C tercapai pada tekanan itu.

Jawaban: E.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: C

Konsep: Angka penting hasil hitungan mengikuti data pengukuran dengan angka penting paling sedikit (di sini 4 angka penting: 0,4085 dan 20,05). Pembulatan dilakukan, bukan pemotongan.

Langkah:

1. 0,4085 g → 4 angka penting; 20,05 mL → 4 angka penting.
2. Hasil dilaporkan 4 angka penting: 0,0997652 → 0,09977 M (dibulatkan).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Hanya 1 angka penting; membuang ketelitian data.
- **B.** ✗ Jebakan: 3 angka penting, padahal data mendukung 4.
- **C.** ✓ 4 angka penting dengan pembulatan yang benar.
- **D.** ✗ Jebakan: angka dipotong (bukan dibulatkan); digit berikutnya 5 sehingga dibulatkan ke atas.
- **E.** ✗ Menyalin tampilan kalkulator; ketelitian berlebih yang tidak didukung data.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: A, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Gravimetri penguapan: pemanasan berulang, pendinginan di desikator (silika gel aktif, tutup digeser), penimbangan sampai bobot tetap.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Udara di dalam memuai karena panas; celah sebentar mencegah tutup terdorong atau macet.
- **Pernyataan 2** ✗ Tutup desikator berlapis gemuk dan berat; dibuka dengan digeser ke samping.
- **Pernyataan 3** ✓ Warna merah muda menandakan silika gel jenuh air; pemanasan mengembalikannya.
- **Pernyataan 4** ✓ Definisi bobot tetap memakai selisih penimbangan berturut-turut.
- **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: kekhawatirannya benar, tetapi benda panas membuat pembacaan neraca salah; cawan didinginkan di desikator lebih dulu.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 4.

No. 3 Kunci: A, B, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Iodometri: oksidator (Cu^{2+}) membebaskan I_2 dari KI berlebih; I_2 dititrasi tiosulfat; amilum ditambahkan menjelang titik akhir; titik akhir = biru hilang.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Iodida berlebih menyempurnakan reaksi dan melarutkan I_2 sebagai I_3^-.
- **Pernyataan 2** ✓ 2 mol Cu^{2+} → 1 mol I_2 → 2 mol $S_2O_3^{2-}$, jadi perbandingannya 1 : 1.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: cahaya memang membantu melihat warna, tetapi cahaya mempercepat oksidasi I^- oleh udara sehingga I_2 bertambah dan hasil terlalu tinggi.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **Pernyataan 4** ✓ Bila ditambahkan saat iodin masih banyak, kompleks biru sulit terurai.
- **Pernyataan 5** ✗ Pada iodometri titik akhir ditandai hilangnya warna biru.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4.

No. 4 Kunci: C

Konsep: Budaya kerja K3: pekerjaan berisiko tinggi tidak dikerjakan sendirian, kerja lembur harus diizinkan dan diketahui petugas, tanpa mengorbankan target bila syarat dapat dipenuhi.

Langkah:

1. Syarat SOP: tidak sendirian, izin supervisor, satpam tahu.
2. Sari bersedia dan supervisor dapat ditelepon → semua syarat dapat dipenuhi.
3. Target pukul 08.00 tetap tercapai.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: izin dan satpam terpenuhi, tetapi Rio tetap bekerja seorang diri di laboratorium karena Sari berada di ruangan lain.
- **B.** ✗ Jebakan: aman, tetapi semua syarat SOP sebenarnya dapat dipenuhi malam ini sehingga penundaan tidak perlu.
- **C.** ✓ Memenuhi ketiga syarat SOP dan target pengiriman.
- **D.** ✗ Jebakan: satpam tahu, tetapi Rio tetap bekerja sendirian tanpa izin.
- **E.** ✗ Jebakan: tidak sendirian, tetapi izin supervisor dilewati.

Jawaban: C.

No. 5 Kunci: E

Konsep: Alat volumetrik (labu ukur, buret, pipet) tidak dipanaskan karena volumenya dapat berubah; dikeringkan di udara atau dibilas dengan larutan yang akan diisikan. Alat nonvolumetrik boleh dikeringkan di oven.

Langkah:

1. Labu ukur dan buret = volumetrik → tidak ke oven.
2. Gelas kimia = nonvolumetrik → boleh ke oven.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Labu ukur dan buret volumetrik tidak boleh dipanaskan.
- **B.** ✗ Jebakan: buret sudah benar, tetapi labu ukur ikut dipanaskan di oven.
- **C.** ✗ Kain meninggalkan serat dan kotoran di bagian dalam alat.
- **D.** ✗ Kebalikan dari yang benar untuk labu ukur.
- **E.** ✓ Alat volumetrik tidak dipanaskan; gelas kimia boleh di oven.

Jawaban: E.

No. 6 Kunci: D

Konsep: Molaritas dari persen massa: massa 1 L larutan = 1.000 mL × ρ; massa zat = persen × massa larutan; mol = massa ÷ Mr.

Langkah:

1. Massa 1 L larutan = 1.000 × 1,19 = 1.190 g.
2. Massa HCl = 0,37 × 1.190 = 440 g.
3. Mol = 440 ÷ 36,5 = 12,1 mol → 12,1 M.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Salah satu langkah: massa larutan dihitung per 100 mL, bukan per liter.
- **B.** ✗ Massa jenis dipakai untuk membagi, bukan mengalikan.
- **C.** ✗ Jebakan: 37% dianggap 370 g HCl per liter (massa jenis diabaikan).

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✓ 1.190 × 0,37 ÷ 36,5 = 12,1 M.
- **E.** ✗ Massa 1 L larutan dibagi Mr tanpa mengambil 37%-nya.

Jawaban: D.

No. 7 Kunci: A, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Penanganan bahan kimia ditentukan oleh jenis bahaya (beracun/karsinogen, mudah menyala, korosif/pengoksidasi), bentuk (debu, uap, cairan), dan jumlah. Jumlah kecil tidak membuat bahan karsinogen aman.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Debu karsinogen tidak boleh terhirup atau menempel di kulit; penghisap menahan debu.
- **Pernyataan 2** ✗ Jebakan: jumlahnya kecil, tetapi bahayanya (karsinogen berbentuk debu) tetap ada; jumlah kecil tidak menghapus kebutuhan pengendalian debu.
- **Pernyataan 3** ✓ Uap aseton sangat mudah menyala; lemari asam menghisap uap dan sumber api dijauhkan.
- **Pernyataan 4** ✗ Sarung tangan tidak tahan semua pelarut; lateks tipis cepat ditembus aseton. Pemilihan sarung tangan harus sesuai bahan.
- **Pernyataan 5** ✓ Asam ke air mencegah percikan; lemari asam menahan uap nitrat.

Jawaban: pernyataan 1, 3, 5.

No. 8 Kunci: E

Konsep: Mol asam = mol NaOH (1 : 1). Volume titran = (C asam × V asam yang dititrasi) ÷ C NaOH.

Langkah:

1. E: 25,00 mL encer setara 2,500 mL cuka → 0,83 × 2,5 ÷ 0,100 ≈ 20,8 mL (di dalam 20–30 mL).
2. D: setara 6,25 mL cuka → ≈ 52 mL (melebihi buret).
3. C: setara 0,40 mL cuka → ≈ 3,3 mL (terlalu kecil).
4. A dan B: ≈ 208 mL dan 83 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Perlu sekitar 208 mL NaOH, jauh melebihi buret.
- **B.** ✗ Perlu sekitar 83 mL NaOH, melebihi buret.
- **C.** ✗ Jebakan: pengenceran benar caranya, tetapi terlalu jauh; titran hanya ≈ 3,3 mL sehingga kesalahan baca relatif besar.
- **D.** ✗ Jebakan: pengenceran tampak cukup, tetapi perlu ≈ 52 mL, sedikit melebihi kapasitas buret 50 mL.
- **E.** ✓ Perlu ≈ 20,8 mL NaOH, sesuai rentang yang diinginkan.

Jawaban: E.

No. 9 Kunci: A

Konsep: Larutan pada labu ukur tepat volumenya bila dasar meniskus menyinggung tanda batas (dilihat sejajar mata). Kelebihan air tidak dapat dikoreksi pada larutan standar karena zat terlarut sudah ada di seluruh cairan; larutan dibuat ulang.

Langkah:

1. P: dasar meniskus tepat di tanda → tepat.
2. Q: dasar meniskus di atas tanda → kelebihan air → buat ulang.
3. R: dasar meniskus di bawah tanda → tambahkan air tetes demi tetes.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Sesuai pembacaan gambar dan cara koreksi yang benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

• **B.** ✗ Pembacaan memakai permukaan atas meniskus; yang benar dasar meniskus.
• **C.** ✗ Jebakan: pengambilan kelebihan tampak praktis, tetapi sebagian zat terlarut ikut terambil sehingga konsentrasi tidak lagi sesuai massa yang ditimbang.
• **D.** ✗ Melewati tanda berarti volume lebih dari 100,0 mL.
• **E.** ✗ Jebakan: kelebihan sedikit tetap membuat konsentrasi lebih kecil dari perhitungan; larutan standar harus tepat.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: Botol kerja tetap memuat identitas, piktogram, dan kata sinyal bahaya. Wadah dan tempat simpan disesuaikan dengan sifat bahan (peka cahaya, mudah menguap, reaktif).

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Benar.** Kloroform terurai oleh cahaya dan udara menjadi senyawa berbahaya; botol cokelat mengurangi paparan cahaya.
• **Pernyataan 2 → Salah.** Jebakan: botol asal memang berlabel lengkap, tetapi botol kerja dipakai terpisah; piktogram dan kata sinyal harus ada di botol kerja itu sendiri.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Uap kloroform beracun; kloroform dapat bereaksi berbahaya dengan basa kuat dan logam reaktif.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 11 Kunci: A

Konsep: Padatan total = padatan terlarut + padatan tersuspensi, sehingga TSS = TS − TDS.

Langkah:
1. TS = 62,5 mg ÷ 0,050 L = 1.250 mg/L; TDS = 118,0 mg ÷ 0,100 L = 1.180 mg/L.
2. TSS = 1.250 − 1.180 = 70 mg/L > 50 → melebihi batas.

Analisis setiap opsi:
• **A.** ✓ 70 mg/L melebihi 50 mg/L.
• **B.** ✗ Jebakan: 125 − 118 = 7 mg per 100 mL, lalu lupa diubah ke per liter.
• **C.** ✗ Jebakan: massa residu langsung dikurangkan (118,0 − 62,5), padahal volumenya berbeda.
• **D.** ✗ Selisih massa residu dibagi 0,100 L, tanpa menyamakan volume.
• **E.** ✗ Itu nilai TDS.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: Pada KLT silika gel, kepolaran eluen diatur (biasanya dengan campuran pelarut) agar Rf komponen berada di tengah dan terpisah.

Analisis setiap pernyataan:
• **Pernyataan 1 → Salah.** Jebakan: masalahnya kepolaran eluen; dengan metanol semua komponen tetap terbawa hampir sejauh garis depan.
• **Pernyataan 2 → Benar.** Eluen sangat polar mengalahkan daya tahan silika gel terhadap semua komponen.
• **Pernyataan 3 → Benar.** Kepolaran eluen diatur dengan perbandingan pelarut sampai bercak terpisah di bagian tengah pelat.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

No. 13 Kunci: A, B, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Cara sterilisasi dipilih sesuai bahan: autoklaf (media, plastik tahan panas), oven (kaca/logam kering), pemijaran/pembakaran (alat logam kecil), penyaringan membran (larutan tidak tahan panas). UV hanya untuk permukaan.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1** ✓ Pori 0,22 µm menahan bakteri tanpa memanaskan larutan.
- **Pernyataan 2** ✓ Kaca tahan panas kering.
- **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: UV memang membunuh mikroba, tetapi hanya di permukaan yang tersinari; tidak menembus botol dan cairan. Media diautoklaf.
- **Pernyataan 4** ✓ Polipropilena tahan suhu autoklaf.
- **Pernyataan 5** ✓ Pembakaran sisa alkohol memanaskan permukaan logam sehingga mikroba mati.

Jawaban: pernyataan 1, 2, 4, 5.

No. 14 Kunci: B

Konsep: Bila lebih dari tiga seri, dipilih tiga seri menurut aturan SOP. Bila seri yang dipilih 10 kali lebih kecil daripada seri tabel, nilai tabel dikalikan 10.

Langkah:

1. Volume terkecil dengan 3 tabung positif: 1 mL → seri 1; 0,1; 0,01 mL → kombinasi 3-2-0.
2. Nilai tabel 3-2-0 = 93 (untuk 10; 1; 0,1 mL).
3. Seri yang dipakai 10 kali lebih kecil → 93 × 10 = 930 APM/100 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: kombinasi benar, tetapi nilai tabel belum disesuaikan dengan volume seri.
- **B.** ✓ 3-2-0 pada seri 1; 0,1; 0,01 mL → 930 APM/100 mL.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai tiga seri pertama (3-3-2) tanpa mengikuti aturan SOP.
- **D.** ✗ Memakai kombinasi 3-3-0 yang tidak sesuai data, lalu dikali 10.
- **E.** ✗ Dikali 100.

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: B

Konsep: Filtrasi membran: koloni pada membran berasal dari volume yang disaring; hasil = koloni ÷ volume disaring × 100 mL.

Langkah:

1. Membran yang memenuhi 20–80 koloni: 10 mL (38 koloni).
2. 38 ÷ 10 × 100 = 380 koloni/100 mL.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jumlah koloni belum diubah ke per 100 mL.
- **B.** ✓ 38 koloni per 10 mL = 380 per 100 mL.
- **C.** ✗ Jebakan: memakai membran 1 mL (4 koloni), padahal di bawah 20 koloni.
- **D.** ✗ Dikali 100, seolah-olah 38 koloni dari 1 mL.
- **E.** ✗ Dikali 1.000.

Jawaban: B.

No. 16 Kunci: B, D, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Esterifikasi: asam karboksilat + alkohol → ester + air. Ester berbau buah, lebih ringan dari air, dan tidak bereaksi dengan $NaHCO_3$; sisa asam bereaksi membentuk CO_2.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Etil asetat lebih ringan daripada air sehingga berada di lapisan atas; lapisan atas yang berbau buah itulah ester.

• **Pernyataan 2** ✓ Ester bermassa molekul rendah umumnya berbau buah.

• **Pernyataan 3** ✗ Jebakan: ester tidak memiliki gugus –COOH bebas sehingga tidak bereaksi dengan $NaHCO_3$.

• **Pernyataan 4** ✓ Sisa asam asetat atau asam sulfat bereaksi dengan $NaHCO_3$ menghasilkan CO_2.

• **Pernyataan 5** ✓ Pencucian menetralkan dan membuang sisa asam dari ester.

Jawaban: pernyataan 2, 4, 5.

No. 17 Kunci: B, C, E

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Teknik penyaringan: tepi kertas sedikit di bawah tepi corong, cairan dituang melalui batang pengaduk, tinggi cairan ≤ ±2/3 kertas, ujung tangkai menempel dinding penampung, dekantasi cairan jernih lebih dulu.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Jebakan: tepi kertas justru harus sedikit di bawah tepi corong (seperti di gambar) agar cairan tidak merembes keluar.

• **Pernyataan 2** ✓ Gambar menunjukkan cairan dituang langsung dari bibir gelas tanpa batang pengaduk.

• **Pernyataan 3** ✓ Gambar menunjukkan cairan hampir mencapai tepi kertas sehingga endapan dapat merambat keluar.

• **Pernyataan 4** ✗ Jebakan: ujung tangkai justru menempel dinding gelas penampung (seperti di gambar) agar filtrat mengalir tanpa memercik.

• **Pernyataan 5** ✓ Teknik dekantasi mempercepat penyaringan karena kertas tidak segera tersumbat endapan.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 5.

No. 18 Kunci: E

Konsep: SCN^- membentuk kompleks merah darah dengan Fe^{3+}, tidak dengan Fe^{2+}. Oksidator (H_2O_2) mengubah Fe^{2+} menjadi Fe^{3+}.

Langkah:

1. KSCN awal negatif → tidak ada (atau sangat sedikit) Fe^{3+}.
2. Setelah H_2O_2 merah → besi(II) telah dioksidasi menjadi besi(III).
3. Kesimpulan: sampel mengandung Fe^{2+}, sesuai klaim.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: KSCN negatif hanya menyingkirkan Fe^{3+}, bukan semua besi.

• **B.** ✗ Jebakan: H_2O_2 bukan penambah kepekaan; perubahan besar dari hampir tak berwarna menjadi merah darah menunjukkan Fe^{3+} baru terbentuk.

• **C.** ✗ H_2O_2 dan SCN^- tidak membentuk warna merah darah tanpa ion besi.

• **D.** ✗ Bila Fe^{3+} banyak sejak awal, KSCN langsung memberi merah sebelum H_2O_2 ditambahkan.

• **E.** ✓ Sesuai urutan: Fe^{2+} → (H_2O_2) → Fe^{3+} → merah dengan SCN^-.

Jawaban: E.

No. 19 Kunci: D

Konsep: Uji biuret memerlukan kadar protein yang cukup agar warna ungu terlihat. Larutan yang terlalu encer dapat memberi hasil negatif palsu; kontrol positif memastikan pereaksi bekerja.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Langkah:

1. Pengenceran total 100 mL × 100 = 10.000 kali → kadar protein sangat rendah.
2. Hasil negatif mungkin karena di bawah batas kepekaan.
3. Ulangi dengan larutan lebih pekat + kontrol positif (mis. larutan putih telur).

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Jebakan: hasilnya memang negatif, tetapi pengenceran 10.000 kali dapat membuat protein tidak terdeteksi.
• **B.** ✗ Biuret mendeteksi semua protein berikatan peptida, termasuk protein kedelai.
• **C.** ✗ Jebakan: tampak menambah kepekaan, tetapi Cu^{2+} berlebih justru membuat warna biru lebih kuat dan tidak mengatasi kadar yang terlalu rendah.
• **D.** ✓ Mengatasi penyebab (terlalu encer) dan membuktikan pereaksi bekerja.
• **E.** ✗ Penggumpalan tidak menaikkan kadar dan membuat larutan sulit diamati.

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: C

Konsep: Bila alat dinolkan dengan air suling, serapan pereaksi ikut terbaca. Absorbans bersih = absorbans larutan − absorbans blanko pereaksi, untuk standar maupun sampel.

Langkah:

1. Standar bersih = 0,452 − 0,102 = 0,350.
2. Sampel bersih = 0,277 − 0,102 = 0,175.
3. C = 0,175 ÷ 0,350 × 2,00 = 1,00 mg/L.

Analisis setiap opsi:

• **A.** ✗ Hasil dibagi 2 tanpa dasar.
• **B.** ✗ Blanko hanya dikurangkan dari sampel (0,175 ÷ 0,452 × 2,00).
• **C.** ✓ Kedua absorbans dikoreksi blanko: 1,00 mg/L.
• **D.** ✗ Jebakan: tanpa koreksi blanko sama sekali (0,277 ÷ 0,452 × 2,00).
• **E.** ✗ Jebakan: blanko hanya dikurangkan dari standar (0,277 ÷ 0,350 × 2,00).

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: B, C, D

Angka pilihan di pembahasan: 1 = A, 2 = B, 3 = C, 4 = D, 5 = E.

Konsep: Elektrode pH: simpan dalam larutan penyimpan, bilas dan keringkan dengan menempelkan tisu lembut, tunggu pembacaan stabil, rendam elektrode kering sebelum dipakai.

Analisis setiap pernyataan:

• **Pernyataan 1** ✗ Menggosok kuat dapat menggores membran kaca dan menimbulkan muatan statis; bersihkan dengan dibilas lalu ditempel tisu lembut.
• **Pernyataan 2** ✓ Larutan penyimpan menjaga membran terhidrasi dan elektrolit tidak terencerkan.
• **Pernyataan 3** ✓ Mencegah larutan terbawa ke wadah berikutnya.
• **Pernyataan 4** ✓ Elektrode memerlukan waktu untuk mencapai kesetimbangan.
• **Pernyataan 5** ✗ Jebakan: kalibrasi memang mengoreksi, tetapi membran kering memberi respons lambat dan tidak stabil; elektrode direndam dulu sesuai petunjuk.

Jawaban: pernyataan 2, 3, 4.

No. 22 Kunci: B

Konsep: Selama pengeringan, massa bahan kering tetap. Massa akhir = massa kering ÷ (1 − kadar air akhir).

Langkah:

1. Bahan kering = 1.000 × 0,78 = 780 kg.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Massa akhir = 780 ÷ 0,86 = 907 kg.
3. Air diuapkan = 1.000 − 907 = 93 kg.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: selisih kadar 22% − 14% = 8% langsung dikalikan 1.000 kg, padahal massa total ikut berkurang.
- **B.** ✓ 1.000 − 907 = 93 kg.
- **C.** ✗ Itu massa air yang tersisa (14% × 1.000), bukan yang diuapkan.
- **D.** ✗ Itu seluruh air awal.
- **E.** ✗ Itu massa gabah setelah dikeringkan.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: A

Konsep: Agar terhidrolisis bila dipanaskan pada pH rendah sehingga kehilangan kemampuan memadat. Asam steril ditambahkan secara aseptis setelah sterilisasi dan pendinginan.

Langkah:

1. Penyebab: pemanasan agar dalam suasana asam (indikator dan takaran sudah benar).
2. Solusi: pisahkan pemanasan dari pengasaman → asam ditambahkan setelah autoklaf, saat media masih cair.

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✓ Media dipanaskan tanpa asam, lalu diasamkan saat suhunya sudah aman bagi agar.
- **B.** ✗ Jebakan: lebih banyak agar dapat membantu memadat, tetapi penyebab (pemanasan dalam asam) tetap ada dan komposisi media berubah.
- **C.** ✗ Asam tidak tersebar merata di seluruh media.
- **D.** ✗ Perebusan tidak mensterilkan spora.
- **E.** ✗ Pemanasan lebih lama dalam suasana asam justru makin merusak agar.

Jawaban: A.

No. 24 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: Kesadahan sementara (bikarbonat Ca/Mg) hilang saat dididihkan karena mengendap sebagai karbonat; kesadahan tetap (sulfat/klorida) tidak.

Analisis setiap pernyataan:

- **Pernyataan 1 → Benar.** $Ca(HCO_3)_2$ terurai saat dipanaskan menjadi $CaCO_3$ yang mengendap.
- **Pernyataan 2 → Benar.** Kesadahan sementara hilang saat dididihkan sehingga sabun berbusa kembali.
- **Pernyataan 3 → Salah.** Kesadahan tetap (sulfat/klorida) tidak hilang dengan pendidihan.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 25 Kunci: D

Konsep: Pada pelat dan eluen yang sama, bercak dengan Rf sama menunjukkan zat yang sama; bercak tambahan menunjukkan zat lain (pengotor).

Langkah:

1. Rf 0,45 = standar → ada parasetamol.
2. Rf 0,70 tidak ada pada standar → zat lain (pengotor).

Analisis setiap opsi:

- **A.** ✗ Jebakan: bercak utama memang parasetamol, tetapi bercak kecil menunjukkan pengotor.
- **B.** ✗ Bercak Rf 0,45 cocok dengan parasetamol.
- **C.** ✗ Standar memberi satu bercak pada eluen yang sama, jadi eluen tidak bermasalah.

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

- **D.** ✓ Sesuai data: parasetamol + pengotor.
- **E.** ✗ Standar pada pelat yang sama tidak terurai; tidak ada dasar untuk dugaan ini.

Jawaban: D.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Penutup

Kamu sudah sampai di akhir buku ini: bukti bahwa kamu mampu menepati janji belajarmu.

Lima strategi yang paling penting untuk TKA Kimia Analisis:

1. **Baca pertanyaannya dulu, baru ceritanya.** Kalimat pertanyaan memberi tahu volume, faktor pengenceran, atau batas SOP mana yang perlu kamu cari di dalam kasus.
2. **Tulis persamaan reaksi yang setara dan satuan di setiap langkah.** Perbandingan mol dalam persamaan reaksi dan satuan mL, mmol, atau mg/L menjaga kamu dari koefisien yang terlewat dan faktor pengenceran yang lupa dikalikan.
3. **Nilai prosedur langkah demi langkah.** Untuk soal "apa yang salah", bayangkan dirimu bekerja di meja itu dan tanyakan pada tiap langkah: apa akibatnya pada hasil?
4. **Baca gambar dan tabel sebelum membaca pilihan.** Pembacaan buret, pelat KLT, tabung MPN, dan label piktogram memuat informasi yang menentukan jawaban.
5. **Periksa kewajaran hasil.** Kadar tidak lebih dari 100 %, harga Rf tidak lebih dari 1, dan larutan hasil pengenceran tidak lebih pekat daripada larutan induknya; hasil yang tidak masuk akal berarti ada langkah yang perlu diulang.

Sepekan sebelum ujian:

- Kerjakan satu Simulasi TKA pada jam yang sama dengan jadwal ujianmu, lengkap dengan batas waktu.
- Ulangi soal yang pernah kamu jawab salah, lalu baca lagi "Strategi dan jebakan" di sub babnya.
- Hitung ulang contoh penting tanpa melihat buku: pengenceran, pembakuan, kadar dari titrasi, faktor gravimetri, kurva kalibrasi, dan harga Rf.
- Jangan memaksakan materi baru pada malam terakhir; beristirahatlah dengan cukup. Teruslah belajar lewat LMS Next Level Study dengan kode QR di setiap bab.

Seorang analis menandatangani laporannya dengan kejujuran: angka yang ia tulis adalah angka yang benar-benar ia ukur. Ilmu yang kamu kumpulkan hari ini adalah bekal yang kelak kamu persembahkan dengan sepenuh jiwa dan raga untuk orang-orang yang tidak kamu kenal, yang meminum air, obat, dan makanan yang kamu periksa dengan teliti, untuk keluargamu, dan untuk negeri ini yang membutuhkan data yang bisa dipercaya. Apa pun hasil ujianmu nanti, kesungguhan yang kamu bangun akan tetap menjadi milikmu.

Selamat berjuang.

Handaka Lumu

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lampiran

Lampiran 1 · Glosarium

Istilah	Arti singkat	Dibahas di
Bahaya (*hazard*), risiko (*risk*)	sifat bawaan bahan yang dapat menimbulkan kerugian; kemungkinan bahaya itu benar-benar menimbulkan kerugian	1.1
Titik nyala (*flash point*)	suhu terendah ketika cairan menghasilkan uap yang cukup untuk menyala bila ada sumber api	1.1
Lembar data keselamatan, SDS (*Safety Data Sheet*)	dokumen 16 bagian dari pemasok tentang sifat bahaya bahan dan cara menanganinya	1.1, 2.3
Lemari asam (*fume hood*)	pengendalian teknik utama: ruang kerja yang udaranya ditarik ke belakang lalu dibuang ke luar gedung	1.1, 2.3
APD (alat pelindung diri)	perlengkapan pelindung tubuh; lapis cadangan, bukan alasan melewati pengendalian lain	1.1
Pengenceran asam pekat	asam dituang ke air sedikit demi sedikit sambil diaduk di lemari asam, lalu didinginkan	1.1
Limbah B3	sisa bahan berbahaya dan beracun; dipisahkan menurut jenis, ditampung di wadah berlabel, dan diserahkan kepada pihak berizin	1.1
Alat umum, alat volumetrik	alat untuk menampung dan melarutkan dengan ketelitian kasar; alat yang dikalibrasi untuk satu volume atau skala teliti	1.2
Pipet volumetrik (pipet gondok), pipet ukur	memindahkan satu volume tepat; berskala sehingga dapat mengambil berbagai volume tetapi kurang teliti	1.2
Buret	tabung berskala dengan keran untuk mengalirkan titran; angka 0 di atas dan skala naik ke bawah	1.2, 3.1
TC (*to contain*), TD (*to deliver*)	volume tepat berada di dalam alat; volume tepat adalah yang keluar dari alat	1.2
Meniskus, paralaks (*parallax*)	permukaan cekung larutan berair yang dibaca pada dasarnya; selisih bacaan bila mata tidak sejajar	1.2, 3.3
Labu ukur	alat volumetrik bertanda tera tunggal untuk membuat larutan dengan volume tepat	1.2, 2.1
SOP (*Standard Operating Procedure*)	prosedur operasional baku: dokumen tertulis cara kerja seragam yang dibaca seluruhnya dan tidak diimprovisasi	1.1, 1.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Buku catatan laboratorium	rekaman resmi pekerjaan: halaman bernomor, tinta permanen, kesalahan dikoreksi dengan satu coretan	1.3
Neraca analitik	neraca berketelitian 0,1 mg yang peka terhadap aliran udara, getaran, suhu, dan kelembapan	1.3
Desikator (*desiccator*)	wadah tertutup rapat berisi bahan pengering tempat bahan panas mendingin tanpa menyerap uap air	1.3, 3.4, 4.4
Duplo, triplo	dua ulangan; tiga ulangan dari sampel yang sama dengan cara yang sama	1.3, 3.3
Budaya 5R	ringkas, rapi, resik, rawat, rajin	1.3
Larutan standar (*standard solution*)	larutan berkonsentrasi diketahui dengan teliti, berperan sebagai penggaris dalam titrasi	2.1, 2.2
Larutan induk, larutan kerja	larutan pekat yang disimpan; larutan encer yang dibuat dari induk untuk dipakai hari itu	2.1, 6.2
% b/b, % b/v, % v/v	gram zat terlarut per 100 g larutan; per 100 mL larutan; mL zat terlarut per 100 mL larutan	2.1
Molaritas (M)	banyaknya mol zat terlarut dalam 1 liter larutan, M = n ÷ V	2.1
$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$	rumus pengenceran karena jumlah mol zat terlarut tidak berubah; V_2 adalah volume akhir di labu ukur	2.1, 6.2
Padatan tidak murni	padatan berkadar kurang dari 100 %; massa timbang = massa murni ÷ (kadar ÷ 100)	2.1
Standar primer (*primary standard*)	zat yang dapat ditimbang langsung untuk membuat larutan standar: sangat murni, stabil di udara, Mr besar, rumus pasti	2.2
Standar sekunder (*secondary standard*)	larutan yang konsentrasinya harus ditentukan lewat pembakuan, misalnya NaOH, $KMnO_4$, dan $Na_2S_2O_3$	2.2
Pembakuan (*standardization*)	menentukan konsentrasi sebenarnya larutan sekunder dengan menitrasinya terhadap standar primer	2.2, 3.2
Air kristal, hidrat, anhidrat	molekul air yang terikat tetap di kisi kristal; zat berair kristal; zat tanpa air kristal	2.1, 2.2
Indikator asam–basa	asam atau basa organik lemah yang warnanya berubah pada daerah pH tertentu, misalnya fenolftalein, metil jingga, dan metil merah	2.2, 3.1
Titik ekuivalen (*equivalence point*), titik akhir (*end point*)	saat mol titran tepat setara dengan mol analit; saat titrasi dihentikan karena indikator berubah warna	2.2, 3.1
Amilum	indikator khusus iod yang membentuk kompleks biru tua dengan iod	2.2, 3.2
GHS (*Globally Harmonized System*)	sistem global untuk menggolongkan dan melabeli bahan kimia	2.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Piktogram	gambar hitam dalam belah ketupat bertepi merah yang menandai jenis bahaya; satu bahan dapat membawa beberapa	2.3
Kata sinyal (*signal word*)	BAHAYA untuk bahaya lebih berat, PERINGATAN untuk lebih ringan; menurut tingkat bahaya bahan, bukan volume botol	2.3
Kecocokan simpan	bahan dikelompokkan menurut sifat bahayanya dan kelompok yang tidak cocok dijauhkan satu sama lain	2.3
Gravimetri (*gravimetry*)	analisis kuantitatif yang hasil akhirnya diperoleh dengan menimbang	2.4, 3.4
Gravimetri pengendapan (*precipitation*)	analit larutan diubah menjadi endapan dengan pereaksi pengendap, lalu dipisahkan, diubah menjadi bentuk stabil, dan ditimbang	2.4, 3.4
Bentuk timbang (*weighing form*)	zat berumus pasti hasil pengeringan atau pemijaran yang ditimbang dan dipakai dalam hitungan	2.4, 3.4
Bobot tetap (*constant weight*)	massa tidak berubah lebih dari batas SOP pada dua penimbangan berturut-turut yang didahului pemanasan dan pendinginan sama	2.4, 3.4, 4.4
Faktor gravimetri (FG)	perbandingan massa analit terhadap massa bentuk timbang, FG = (a × Mr analit) ÷ (b × Mr bentuk timbang)	2.4, 3.4
Kopresipitasi (*coprecipitation*)	ikut mengendapnya zat lain yang seharusnya tetap larut; umumnya membuat hasil terlalu tinggi	2.4, 3.4
Titrasi	menambahkan larutan berkonsentrasi diketahui sedikit demi sedikit ke larutan yang ditetapkan sampai reaksi tepat selesai	3.1
Titran (*titrant*), analit (*analyte*)	larutan standar di buret; zat yang ditetapkan, dipipet ke erlenmeyer	1.2, 2.4, 3.1
Titrasi penetralan (titrasi asam–basa)	titrasi yang memakai reaksi asam dengan basa, $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$	3.1
Kurva titrasi, lonjakan pH	grafik pH terhadap volume titran; perubahan pH yang sangat curam di sekitar titik ekuivalen	3.1
Trayek perubahan warna	daerah pH tempat indikator berubah warna; harus berada di dalam lonjakan pH dan mencakup pH titik ekuivalen	3.1
Titrasi balik (*back titration*)	pereaksi berlebih dengan jumlah diketahui ditambahkan, lalu sisanya dititrasi dengan titran lain	3.1
Titrasi reduksi oksidasi (titrasi redoks)	titrasi yang memakai reaksi pemberian dan penerimaan elektron	3.2
Oksidator, reduktor	zat yang menerima elektron dan tereduksi; zat yang melepas elektron dan teroksidasi	3.2

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Elektron per mol	jumlah elektron yang dilepas atau diterima tiap mol zat; dasar perbandingan mol pada titrasi redoks	3.2
Permanganometri	titrasi redoks dengan $KMnO_4$ sebagai titran; $KMnO_4$ menjadi indikator bagi dirinya sendiri	3.2
Iodimetri, iodometri	titrasi langsung dengan I_2 standar sebagai titran; titrasi tidak langsung: I_2 yang dibebaskan dari KI berlebih dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$	3.2
Presisi (ketelitian), akurasi (ketepatan)	kedekatan antar hasil ulangan; kedekatan rata-rata hasil terhadap nilai yang benar	1.3, 3.3
Simpangan baku, RSD	ukuran sebaran ulangan terhadap rata-ratanya; simpangan baku relatif, $(s \div \bar{x}) \times 100\ \%$	3.3
Kesalahan acak, kesalahan sistematis	menyebar ke atas dan ke bawah serta menurunkan presisi; menggeser semua hasil ke satu arah serta menurunkan akurasi	3.3
Bahan acuan (*reference material*), persen perolehan (*recovery*)	bahan bernilai diketahui untuk menilai akurasi; (hasil rata-rata ÷ nilai acuan) × 100 %	3.3
Blanko (*blank*)	larutan berisi semua pereaksi dan pelarut seperti sampel tetapi tanpa analit, dipakai mengoreksi atau menolkan alat	3.3, 4.3, 6.2
Angka penting	semua angka yang pasti ditambah satu angka taksiran terakhir; hasil mengikuti data yang paling kasar	2.4, 3.3
Gravimetri penguapan (*volatilization*)	bagian mudah menguap dihilangkan dengan pemanasan, lalu massa yang hilang atau massa sisa ditimbang	3.4
Kadar air (*moisture content*)	banyaknya air dalam bahan yang dinyatakan sebagai persen	3.4, 4.4
Abu, pengabuan kering	sisa anorganik setelah bahan organik terbakar; sampel diarangkan lalu dipijarkan di tanur	3.4
Endapan yang baik	sukar larut, murni, mudah disaring dan dicuci, komposisi pasti setelah dipijarkan, dan massa molar besar	3.4
Kertas saring bebas abu (*ashless filter paper*)	kertas yang terbakar habis dan meninggalkan abu sangat sedikit; untuk endapan yang dipijarkan	3.4
Analisis kualitatif (*qualitative analysis*), gugus fungsi (*functional group*)	menentukan apa yang ada dalam sampel, bukan berapa banyak; atom atau kelompok atom penentu sifat dan reaksi khas senyawa	4.1, 5.1
Uji Lucas	membedakan alkohol primer, sekunder, dan tersier dengan $ZnCl_2$ dalam HCl pekat; yang tersier langsung keruh	4.1
Uji Tollens	pereaksi perak amonia; aldehida membentuk cermin perak, keton tidak bereaksi	4.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Uji Fehling, uji Benedict	pereaksi Cu^{2+} basa; zat pereduksi yang dipanaskan menghasilkan Cu_2O merah bata	4.1
Uji iodoform	senyawa bergugus $CH_3–CO–$ atau $CH_3–CH(OH)–$ dengan iod dalam NaOH menghasilkan endapan kuning pucat CHI_3	4.1
Trigliserida (*triglyceride*)	ester dari satu gliserol dan tiga asam lemak; lemak berwujud padat, minyak cair	4.2
Asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh	semua ikatan karbon tunggal dan rantai lurus; ada satu atau lebih ikatan rangkap C=C	4.2
Bilangan iod (*iodine value*)	massa iod dalam gram yang diikat oleh 100 gram lemak; makin besar makin tak jenuh	4.2
Penyabunan (*saponification*)	ester dipecah oleh KOH atau NaOH menjadi gliserol dan sabun; lemak menjadi jernih dan berbusa, hidrokarbon tetap keruh	4.2
Ikatan peptida (*peptide bond*)	ikatan –CO–NH– yang terbentuk dari –COOH dan $–NH_2$ dengan melepas satu molekul air	4.3
Titik isoelektrik	pH tempat muatan keseluruhan nol; protein paling sukar larut dan paling mudah menggumpal	4.3
Uji biuret	NaOH dan $CuSO_4$ encer membentuk kompleks ungu dengan sedikitnya dua ikatan peptida berdekatan	4.3
Uji ninhidrin	mengenali gugus amino bebas dengan warna ungu kebiruan	4.3
Denaturasi (*denaturation*)	rusaknya struktur sekunder dan tersier protein tanpa memutus ikatan peptida	4.3, 7.1
Metode oven pengering (*oven drying*)	sampel dipanaskan sekitar 105 °C sampai bobot tetap; massa yang hilang dianggap air	4.4
Metode destilasi (Dean–Stark)	air dipisahkan dengan toluena yang tidak bercampur air dan volumenya dibaca di penampung berskala	4.4
Karl Fischer	titrasi kimia air dengan pereaksi berisi iod; satu mol iod untuk satu mol air	4.4
Basis basah, basis kering	kadar air terhadap massa sampel awal; terhadap massa bahan kering, sehingga selalu lebih besar	4.4
Alkali, alkali tanah	golongan IA (Li, Na, K) dan golongan IIA (Mg, Ca, Sr, Ba); ion tak berwarna dalam larutan	5.1
Uji nyala	garam logam dalam nyala memancarkan cahaya berwarna khas: Na kuning terang, K ungu muda, Ca jingga-merah bata, Sr merah tua, Ba hijau kekuningan	5.1
Kaca kobalt	kaca biru tua yang menyerap cahaya kuning sehingga warna ungu kalium terlihat	5.1
Kesadahan, air sadah (*hard water*)	jumlah Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air, dinyatakan mg/L sebagai $CaCO_3$; terbagi menjadi sementara dan tetap	5.1

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Ion kompleks, ligan	ion logam pusat yang dikelilingi beberapa molekul atau ion; molekul atau ion yang mengelilingi ion pusat itu	5.2
Amfoter	endapan hidroksida yang larut kembali dalam basa kuat berlebih, misalnya $Zn(OH)_2$ dan $Cr(OH)_3$	5.2
Ion tiosianat (KSCN)	pereaksi yang membentuk kompleks merah darah dengan Fe^{3+}	5.2
TSS (*Total Suspended Solid*)	massa padatan yang tertahan kertas saring berpori tertentu per liter sampel, dalam mg/L	5.3
Padatan terlarut (TDS), padatan tersuspensi	zat yang menyatu dengan air dan lolos kertas saring; partikel melayang yang tertahan di atasnya	3.4, 5.3
Anoda, katoda	elektroda tempat oksidasi; elektroda tempat reduksi	6.1
Sel volta, sel elektrolisis	reaksi berlangsung sendiri dan menghasilkan listrik; listrik luar dipakai memaksa reaksi	6.1
Elektroda kaca, elektroda pembanding (*reference electrode*)	elektroda pengukur pH berbola kaca tipis; elektroda berpotensial tetap	6.1
Titrasi potensiometri	pH atau potensial dicatat tiap penambahan titran; titik ekuivalen di bagian kurva yang paling curam	6.1
Konduktometri	mengukur daya hantar listrik larutan karena ion di dalamnya, dalam µS/cm	6.1
Elektrogravimetri	logam dielektrolisis hingga mengendap di katoda, lalu katoda ditimbang	6.1
Spektrofotometri	mengukur seberapa banyak cahaya diserap larutan, lalu mengubahnya menjadi konsentrasi	6.2
Transmitans, absorbans	bagian cahaya yang diteruskan, $T = I \div I_0$; ukuran cahaya yang diserap, $A = -\log T$	6.2
Hukum Lambert–Beer	$A = \varepsilon \times b \times c$; absorbans sebanding dengan konsentrasi bila ε dan b tetap	6.2
Kuvet	wadah larutan di jalur cahaya; dipegang pada sisi buram dan bebas gelembung	6.2
Kurva kalibrasi (deret standar)	grafik absorbans terhadap konsentrasi beberapa larutan standar yang dipakai membaca sampel	6.2
Fasa diam (*stationary phase*), fasa gerak (*mobile phase*)	bagian yang tetap di tempat; bagian yang mengalir dan membawa campuran	6.3
Kepolaran	ketidakmerataan muatan dalam molekul; sejenis melarutkan sejenis	6.3
Fase terbalik (*reversed phase*)	fasa diam nonpolar (misalnya C18) dengan eluen polar; senyawa polar keluar lebih dulu	6.3
KLT (kromatografi lapis tipis)	pemisahan pada pelat berlapis silika gel tipis dengan eluen yang naik karena kapilaritas	6.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Rf (*retardation factor*)	jarak pusat bercak ke garis awal dibagi jarak garis depan ke garis awal; antara 0 dan 1 dan tanpa satuan	6.4
Garis awal, garis depan	tempat totolan diletakkan; batas terjauh yang dicapai eluen	6.3, 6.4
Ko-totol (*co-spotting*)	sampel dan standar ditotolkan di titik yang sama; satu bercak berarti mungkin sama, bercak memanjang atau terpecah berarti berbeda	6.4
Steril (*sterile*), sterilisasi	bebas dari semua bentuk kehidupan mikroba termasuk spora; proses yang menghasilkan keadaan itu	7.1
Disinfeksi (*disinfection*)	mengurangi jumlah mikroba pada permukaan yang tidak dapat disterilkan; tidak menjamin spora mati	7.1
Autoklaf (*autoclave*)	bejana tertutup yang memanaskan air menjadi uap bertekanan; sekitar 121 °C selama sekitar 15 menit	7.1
Oven udara panas (*hot air oven*)	panas kering untuk alat tahan panas yang harus tetap kering; jauh lebih lambat daripada uap	7.1
Laminar air flow (LAF), filter HEPA	meja kerja beraliran udara searah lewat filter partikel halus; melindungi bahan, bukan operator	7.1
Indikator kimia, indikator biologis	pita yang berubah warna bila terpapar kondisi tertentu; ampul spora yang diinkubasi setelah siklus	7.1
Koloni, media (*culture medium*)	gundukan jutaan sel yang tampak di permukaan agar; makanan dan tempat tumbuh buatan bagi mikroba	7.2
Agar	polisakarida dari rumput laut merah yang memadatkan media, kadarnya sekitar 1,5 %	7.2
Media selektif, media diferensial	menghambat kelompok tertentu; memperlihatkan perbedaan, biasanya lewat warna	7.2
Kontrol media, kontrol pengencer, kontrol udara	cawan atau tabung tanpa sampel untuk memastikan media, pengencer, dan udara kerja bersih	7.2, 7.3
TPC (*Total Plate Count*), ALT	menghitung koloni yang tumbuh; hasil dalam koloni per gram atau per mililiter	7.3
MPN (*Most Probable Number*), APM	perkiraan statistik jumlah bakteri target dari banyaknya tabung positif	7.2, 7.3
Koliform	kelompok bakteri indikator sanitasi yang meragikan laktosa membentuk asam dan gas	7.3
Pengenceran berseri	pengenceran bertahap 1 mL ke 9 mL; hasil dikalikan faktor pengenceran	7.3
Metode tuang (*pour plate*), metode sebar (*spread plate*)	1 mL dicampur dengan agar cair di cawan; 0,1 mL disebar di permukaan agar	7.3
Uji praduga, uji penegas	tabung positif bila media keruh dan ada gas; tabung positif dipindahkan ke media yang lebih selektif	7.3

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Lampiran 2 · Daftar sumber

Buku ini tidak memuat data statistik nyata. Semua tokoh, lembaga, sampel, dan angka pada soal dan contoh adalah rekaan untuk latihan dan diberi keterangan di soalnya; angka teknis seperti batas selisih duplo, batas mutu, batas simpan sampel, atau rentang absorbans ditulis sebagai angka latihan "menurut SOP latihan" dan bukan baku mutu atau metode resmi tertentu. Rujukan resmi dan acuan keilmuan buku ini:

Sumber	Dipakai untuk
Pusat Asesmen Pendidikan Kemendikdasmen, halaman kisi-kisi TKA SMK Kimia Analisis (diakses 18 Oktober 2026)	definisi, muatan, kompetensi, dan matriks asesmen
Soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan	acuan bentuk dan tingkat kesulitan soal (bukan isi)
Buku teks kimia analisis dasar dan kimia analitik kuantitatif untuk sekolah menengah kejuruan	acuan konsep dan prosedur titrasi, gravimetri, spektrofotometri, kromatografi, dan pengolahan data; penulisan buku ini dengan kalimat sendiri
Buku teks kimia organik, kimia anorganik, dan mikrobiologi dasar	acuan fakta umum uji kualitatif, reaksi ion logam, dan teknik aseptis
Standar umum praktik laboratorium: lembar data keselamatan (SDS), sistem GHS, dan pedoman pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun	acuan konsep keselamatan kerja, pelabelan, penyimpanan, dan pengelolaan limbah

Foto dan ilustrasi nyata diambil dari sumber berlisensi terbuka (domain publik atau Creative Commons) dan diberi label bahasa Indonesia; gambar lain digambar sendiri oleh Tim Next Level Study Indonesia. Daftar lengkapnya ada pada "Daftar sumber gambar".

Lampiran 3 · Lembar jawaban kosong

Lembar ini boleh difotokopi. Untuk soal PG, lingkari satu huruf. Untuk pilih lebih dari satu (MCMA), lingkari semua huruf yang benar. Untuk Benar/Salah, tulis B atau S untuk setiap pernyataan.

No	Jawaban	No	Jawaban	No	Jawaban
1	A B C D E	10	A B C D E	19	A B C D E
2	A B C D E	11	A B C D E	20	A B C D E
3	A B C D E	12	A B C D E	21	A B C D E
4	A B C D E	13	A B C D E	22	A B C D E
5	A B C D E	14	A B C D E	23	A B C D E
6	A B C D E	15	A B C D E	24	A B C D E
7	A B C D E	16	A B C D E	25	A B C D E
8	A B C D E	17	A B C D E		
9	A B C D E	18	A B C D E		

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Skor: _____ / _____ · Waktu yang dipakai: _____ menit

Lampiran 4 · Catatan edisi

Edisi 1 (2026/2027), dibagikan gratis untuk pelajar Indonesia sebagai dedikasi Next Level Study Indonesia untuk bangsa; boleh diperbanyak dan dibagikan untuk belajar, tetapi tidak untuk diperjualbelikan. Soal latihan dan simulasi TKA (P07–P12) diambil dari Bank Soal NLS dengan kode yang sama dengan LMS, sedangkan kuis bab dibuat khusus untuk buku ini dan dimasukkan ke Bank Soal. Belum ada soal asli TKA SMK Kimia Analisis; bentuk soal mengikuti soal asli TKA SMK 2025 Projek Kreatif dan Kewirausahaan. Isi buku ini untuk belajar dan bukan pengganti SOP, manual alat, atau lembar data keselamatan (SDS) di laboratorium masing-masing: dalam pekerjaan nyata, selalu pakai prosedur, batas, dan data yang berlaku di tempat kerja. Bila kamu menemukan kesalahan, sampaikan kepada pengajarmu agar dapat diperbaiki pada edisi berikutnya.

Daftar sumber gambar

Gambar materi yang diambil dari sumber berlisensi terbuka dipakai sesuai lisensinya dengan menyebut pembuatnya; gambar lain digambar oleh tim Next Level Study Indonesia.

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 1.1	Enam kelompok bahaya bahan kimia	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Enam belas bagian SDS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.3	Lemari asam dan aliran udaranya	tidak disebut	Public domain; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=424266
Gambar 1.4	APD dasar di laboratorium	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.5	Pengenceran asam pekat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.6	Urutan menangani tumpahan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.7	Peta konsep penanganan bahan kimia	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Jenis alat gelas laboratorium dan fungsinya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 1.9	Meniskus dan paralaks	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	Memakai pipet volumetrik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Buret: bagian dan pembacaan skala	GOKLuLe 盧樂	CC BY-SA 3.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17415895
Gambar 1.12	Pembacaan awal dan akhir buret	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Peta konsep pengelolaan alat gelas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	Contoh halaman buku catatan laboratorium	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.15	Neraca analitik dan aturan menimbang	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Rantai sampel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Menilai duplo terhadap batas SOP	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.18	Peta konsep kecakapan kerja dan budaya kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Larutan encer dan pekat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Satuan konsentrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Pengenceran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Membuat larutan di labu ukur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Peta konsep larutan pereaksi dan konsentrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.6	Syarat standar primer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 2.7	Model partikel hidrat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.8	Alur pembakuan NaOH dengan KHP	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Rentang pH dan warna indikator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Membuat larutan indikator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Peta konsep larutan standar dan indikator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.12	Sembilan piktogram GHS	tidak disebut di Commons (piktogram GHS)	Public domain; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/wiki/Category:GHS_pictograms
Gambar 2.13	Contoh label larutan kerja	tidak disebut di Commons (piktogram GHS)	Public domain; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4984008
Gambar 2.14	Memilih wadah menurut sifat larutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Matriks kecocokan simpan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Peta konsep pelabelan dan penyimpanan larutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Skema gravimetri pengendapan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Model faktor gravimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Tabel faktor gravimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Tiga pekerjaan dengan faktor gravimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.21	Peta konsep prediksi hasil gravimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 3.1	Rangkaian titrasi berlabel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Kurva titrasi dan trayek indikator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Model partikel saat titrasi asam kuat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Warna indikator dan hasil titrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Langkah-langkah titrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Peta konsep titrasi penetralan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Setengah reaksi permanganat dan besi(II)	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Pengaruh suasana pada reduksi permanganat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.9	Rangkaian permanganometri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Iodometri dua tahap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Titik akhir dengan amilum	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Peta konsep titrasi reduksi oksidasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Empat contoh pembacaan buret	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.14	Presisi dan akurasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Aturan angka penting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Contoh lembar laporan hasil uji	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 3.17	Peta konsep pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	Alur gravimetri penguapan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Desikator dan bobot tetap	The original uploader was Rifleman 82 at English Wikipedia.	CC BY-SA 3.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1518124
Gambar 3.20	Kristal endapan halus dan kasar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.21	Kertas saring dan krus saring kaca masir	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.22	Alur penetapan sulfat sebagai $BaSO_4$	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.23	Peta konsep analisis gravimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Gugus fungsi dan contoh senyawa	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Cermin perak pada uji Tollens	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.3	Perubahan yang terlihat pada uji gugus fungsi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.4	Alur identifikasi sampel tak dikenal	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.5	Peta konsep analisis kualitatif gugus fungsi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.6	Struktur trigliserida	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Uji noda transparan pada kertas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Uji kelarutan dan emulsi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Uji brom dan adisi pada ikatan rangkap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 4.10	Penyabunan dan uji akrolein	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Peta konsep analisis kualitatif lemak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Pembentukan ikatan peptida	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.13	Perubahan warna pada uji protein	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Denaturasi dan hidrolisis protein	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Alur membedakan protein utuh, peptida, dan asam amino	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Peta konsep analisis kualitatif protein	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.17	Prosedur penetapan kadar air metode oven	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Kurva pengurangan massa saat pengeringan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.19	Rangkaian destilasi Dean-Stark	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.20	Basis basah dan basis kering	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.21	Peta konsep analisis kadar air	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.1	Warna nyala kation	Søren Wedel Nielsen	CC BY-SA 3.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=185068
Gambar 5.2	Prosedur uji nyala	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.3	Kelarutan garam alkali dan alkali tanah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.4	Bagan pemisahan Ba, Sr, Ca, Mg	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 5.5	Kesadahan sementara dan tetap	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.6	Peta konsep analisis alkali dan alkali tanah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.7	Warna ion logam transisi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.8	Reaksi dengan NaOH dan NH3	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.9	Mengapa endapan larut dalam NH3 berlebih	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.10	Membedakan Fe2+ dan Fe3+	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.11	Kromat dan dikromat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.12	Alur mengenali ion transisi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.13	Peta konsep analisis kualitatif unsur transisi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.14	Padatan tersuspensi dan terlarut	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.15	Rangkaian penyaringan vakum	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.16	Alur penentuan TSS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.17	Pemilihan volume sampel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 5.18	Peta konsep penentuan TSS	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.1	Sel volta dan sel elektrolisis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.2	Elektroda pH gabungan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 6.3	Memilih buffer dan membaca garis kalibrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.4	Titik ekuivalen dari data titrasi potensiometri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.5	Konduktometri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.6	Rangkaian elektrogravimetri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.7	Peta konsep analisis elektrokimia	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.8	Cahaya tampak, warna komplementer, dan kurva serapan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.9	Hukum Lambert–Beer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.10	Bagian-bagian spektrofotometer	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.11	Memegang dan menaruh kuvet	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.12	Kurva kalibrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.13	Rentang linear absorbans	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.14	Peta konsep spektrofotometri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.15	Fasa diam dan fasa gerak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.16	Silika polar menahan molekul polar	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.17	Skala kepolaran eluen dan senyawa	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.18	Lima langkah KLT	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 6.19	Kolom kromatografi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.20	Peta konsep kromatografi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.21	Mengukur Rf pada pelat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.22	Faktor yang memengaruhi Rf	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.23	Pelat standar dan sampel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.24	Cara menampakkan bercak	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.25	Bentuk bercak dan artinya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.26	Kemurnian diuji pada dua eluen	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 6.27	Peta konsep harga Rf dan evaluasi data	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.1	Autoklaf: bagian utama dan urutan kerja	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.2	Suhu terhadap waktu pada satu siklus autoklaf	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.3	Memilih metode sterilisasi menurut bahan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.4	LAF: foto dan skema aliran udara	Hugh Fox	CC BY-SA 2.0; diubah: dipotong, diberi label Indonesia	commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4296164
Gambar 7.5	Indikator sterilisasi dan catatan siklus	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.6	Peta konsep sterilisasi alat, bahan, dan ruangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.7	Komponen media mikrobiologi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Gambar	Judul	Pembuat	Lisensi	Sumber
Gambar 7.8	Jenis media menurut wujud dan tujuan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.9	Urutan membuat media cawan dan suhu penting	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.10	Diagnosis media agar tidak memadat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.11	Peta konsep pembuatan media mikrobiologi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.12	Pengenceran berseri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.13	Cawan setelah inkubasi pada empat pengenceran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.14	Memilih cawan yang dihitung dan melaporkan hasilnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.15	Tabung Durham dan tanda positif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.16	Tiga seri tabung dan kombinasi 2-2-1	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.17	Kutipan tabel APM tiga seri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 7.18	Peta konsep analisis mikroba TPC dan MPN	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal
1.1 · Penanganan bahan kimia menurut jenis, jumlah, dan tingkat bahaya	Bedah Prediksi 07 no. 1; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 23; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 2 no. 3; Simulasi 3 no. 7
1.2 · Pengelolaan alat gelas laboratorium	Bedah Prediksi 07 no. 9; Latihan 1.2 no. 1; Latihan 1.2 no. 2; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 5; Kuis Bab 1 no. 10; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 24; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 3 no. 5

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab	Soal
1.3 · Kecakapan kerja dasar dan budaya kerja saat praktikum	Bedah Prediksi 07 no. 6; Latihan 1.3 no. 1; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 18; Kuis Bab 1 no. 20; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 4
2.1 · Jenis larutan pereaksi dan konsentrasi larutan	Bedah Prediksi 07 no. 8; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 5; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 8; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 3 no. 6
2.2 · Pembuatan larutan standar dan indikator	Bedah Prediksi 07 no. 5; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 14; Kuis Bab 2 no. 15; Kuis Bab 2 no. 17; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 3 no. 9
2.3 · Pelabelan dan penyimpanan larutan sesuai tanda bahaya atau piktogram	Bedah Prediksi 07 no. 3; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Kuis Bab 2 no. 11; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 18; Kuis Bab 2 no. 20; Kuis Bab 2 no. 21; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 3 no. 10
2.4 · Prediksi hasil analisis kuantitatif sederhana secara gravimetri	Bedah Prediksi 07 no. 4; Latihan 2.4 no. 1; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 23; Kuis Bab 2 no. 24; Kuis Bab 2 no. 25; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 2 no. 2
3.1 · Prinsip dan prosedur titrasi penetralan	Bedah Prediksi 07 no. 2; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 7; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 8
3.2 · Prinsip dan prosedur titrasi reduksi oksidasi	Bedah Prediksi 07 no. 7; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 6; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 10; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 3 no. 3
3.3 · Pengolahan data dan pelaporan hasil titrasi	Bedah Prediksi 07 no. 19; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 11; Kuis Bab 3 no. 12; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 17; Kuis Bab 3 no. 24; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 1
3.4 · Analisis gravimetri: metode penguapan dan pengendapan	Bedah Prediksi 07 no. 11; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Latihan 3.4 no. 3; Latihan 3.4 no. 4; Latihan 3.4 no. 5; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 15; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 19; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 2; Simulasi 3 no. 17
4.1 · Analisis kualitatif gugus fungsi	Bedah Prediksi 07 no. 23; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Kuis Bab 4 no. 1; Kuis Bab 4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 3; Kuis Bab 4 no. 4; Kuis Bab 4 no. 5; Kuis Bab 4 no. 6; Kuis Bab 4 no. 14; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 3 no. 16
4.2 · Analisis kualitatif lemak	Bedah Prediksi 07 no. 16; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Kuis Bab 4 no. 7; Kuis Bab 4 no. 16; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 20; Kuis Bab 4 no. 24; Simulasi 2 no. 8

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab	Soal
4.3 · Analisis kualitatif protein	Bedah Prediksi 07 no. 21; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 23; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 19
4.4 · Prinsip dan prosedur analisis kadar air	Bedah Prediksi 07 no. 14; Latihan 4.4 no. 1; Latihan 4.4 no. 2; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 10; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 18; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 3 no. 22
5.1 · Analisis kualitatif unsur alkali dan alkali tanah	Bedah Prediksi 07 no. 20; Latihan 5.1 no. 1; Latihan 5.1 no. 2; Kuis Bab 5 no. 1; Kuis Bab 5 no. 4; Kuis Bab 5 no. 5; Kuis Bab 5 no. 6; Kuis Bab 5 no. 7; Kuis Bab 5 no. 10; Kuis Bab 5 no. 14; Kuis Bab 5 no. 15; Kuis Bab 5 no. 16; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 3 no. 24
5.2 · Analisis kualitatif unsur transisi	Bedah Prediksi 07 no. 17; Latihan 5.2 no. 1; Kuis Bab 5 no. 2; Kuis Bab 5 no. 3; Kuis Bab 5 no. 8; Kuis Bab 5 no. 9; Kuis Bab 5 no. 11; Kuis Bab 5 no. 12; Kuis Bab 5 no. 13; Kuis Bab 5 no. 19; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 18
5.3 · Penentuan Total Suspended Solid (TSS) dalam sampel air	Bedah Prediksi 07 no. 10; Latihan 5.3 no. 1; Latihan 5.3 no. 2; Kuis Bab 5 no. 17; Kuis Bab 5 no. 18; Kuis Bab 5 no. 20; Kuis Bab 5 no. 21; Kuis Bab 5 no. 22; Kuis Bab 5 no. 23; Kuis Bab 5 no. 24; Kuis Bab 5 no. 25; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 3 no. 11
6.1 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis elektrokimia	Bedah Prediksi 08 no. 15; Latihan 6.1 no. 1; Kuis Bab 6 no. 1; Kuis Bab 6 no. 2; Kuis Bab 6 no. 3; Kuis Bab 6 no. 4; Kuis Bab 6 no. 5; Kuis Bab 6 no. 6; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 21
6.2 · Prinsip, prosedur, dan perhitungan analisis spektrofotometri	Bedah Prediksi 07 no. 13; Latihan 6.2 no. 1; Latihan 6.2 no. 2; Kuis Bab 6 no. 7; Kuis Bab 6 no. 8; Kuis Bab 6 no. 9; Kuis Bab 6 no. 10; Kuis Bab 6 no. 11; Kuis Bab 6 no. 12; Kuis Bab 6 no. 13; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 3 no. 20
6.3 · Fasa diam, fasa gerak, dan kepolaran pada kromatografi	Bedah Prediksi 07 no. 22; Latihan 6.3 no. 1; Kuis Bab 6 no. 14; Kuis Bab 6 no. 15; Kuis Bab 6 no. 16; Kuis Bab 6 no. 17; Kuis Bab 6 no. 19; Kuis Bab 6 no. 20; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 3 no. 12
6.4 · Harga Rf dan evaluasi data hasil kromatografi	Bedah Prediksi 07 no. 25; Latihan 6.4 no. 1; Latihan 6.4 no. 2; Kuis Bab 6 no. 18; Kuis Bab 6 no. 21; Kuis Bab 6 no. 22; Kuis Bab 6 no. 23; Kuis Bab 6 no. 24; Kuis Bab 6 no. 25; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 25
7.1 · Sterilisasi alat, bahan, dan ruangan	Bedah Prediksi 07 no. 18; Latihan 7.1 no. 1; Latihan 7.1 no. 2; Kuis Bab 7 no. 1; Kuis Bab 7 no. 2; Kuis Bab 7 no. 7; Kuis Bab 7 no. 9; Kuis Bab 7 no. 12; Kuis Bab 7 no. 15; Kuis Bab 7 no. 17; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 13
7.2 · Prosedur pembuatan media mikrobiologi	Bedah Prediksi 08 no. 21; Latihan 7.2 no. 1; Kuis Bab 7 no. 3; Kuis Bab 7 no. 4; Kuis Bab 7 no. 10; Kuis Bab 7 no. 11; Kuis Bab 7 no. 14; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 3 no. 23

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Sub bab	Soal
7.3 · Analisis mikroba metode Total Plate Count dan Most Probable Number	Bedah Prediksi 07 no. 24; Bedah Prediksi 07 no. 12; Latihan 7.3 no. 1; Latihan 7.3 no. 2; Latihan 7.3 no. 3; Latihan 7.3 no. 4; Kuis Bab 7 no. 5; Kuis Bab 7 no. 6; Kuis Bab 7 no. 8; Kuis Bab 7 no. 13; Kuis Bab 7 no. 16; Kuis Bab 7 no. 18; Kuis Bab 7 no. 19; Kuis Bab 7 no. 20; Kuis Bab 7 no. 21; Kuis Bab 7 no. 22; Kuis Bab 7 no. 23; Kuis Bab 7 no. 24; Kuis Bab 7 no. 25; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 3 no. 14; Simulasi 3 no. 15

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA SMK Kimia Analisis

Tetaplah menari, sekalipun lagu pengiringmu telah hilang. Sebab di luar sana, selalu ada seseorang yang menemukan bahagianya karena kamu tidak berhenti melangkah.

— HANDAKA LUMU

Buku ini menjelaskan secara rinci apa saja yang perlu kamu persiapkan untuk TKA Kimia Analisis: materi yang diuji, strategi menjawab, dan latihan yang terarah.

Belajar lebih jauh di LMS NLS

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-smkka

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

SMKKA · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027