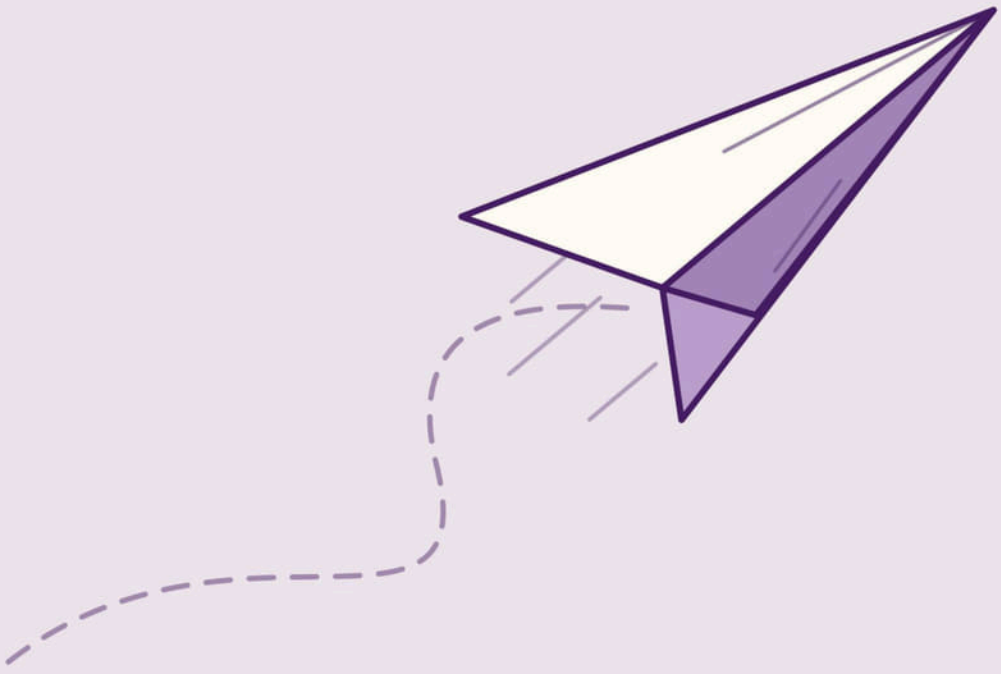
SERI PERSIAPAN TKA SMA

TKA SMA

KIMIA

Materi, Strategi, dan Simulasi



Handaka Lumu

by Next Level Study Indonesia

2026/2027 · KIM

TKA KIMIA

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 Kimia: 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 KIM

© 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: Soal TKA SMA 2025 mata pelajaran Kimia (Pusat Asesmen Pendidikan, Kemendikdasmen), dimuat untuk keperluan belajar. Beberapa soal memuat penyesuaian kecil oleh Tim NLS (data pelengkap seperti tetapan R dan massa jenis air, serta perapian redaksi). Persentase benar di Bagian A bersumber dari data yang menyertai berkas soal asli dan dipakai sebagai gambaran, bukan statistik resmi.

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

Kata Pengantar

Kamu yang sedang bersiap,

Terima kasih sudah membuka buku ini. Saya tahu, bagi banyak siswa, kimia terasa seperti dunia yang jauh: rumus yang panjang, lambang yang asing, dan angka yang mudah tertukar. Padahal kimia ada di dekatmu setiap hari. Ia ada dalam gas di kompor dapurmu, dalam obat yang diminum adikmu, dalam air sungai di kampungmu, dan dalam baterai ponsel di sakumu.

Buku ini lahir dari satu kenyataan. Soal TKA Kimia 2025 tidak meminta hafalan. Soal-soalnya menyajikan masalah nyata, memberi tabel atau grafik, lalu meminta kamu berhitung dan menimbang. Banyak siswa tersandung bukan karena malas, tetapi karena belum pernah dilatih berpikir seperti itu. Karena itu, buku ini saya tulis untuk kamu yang ingin memahami, bukan sekadar menghafal.

Isinya disusun mengikuti kisi-kisi resmi dan soal asli TKA 2025. Setiap sub bab menjelaskan apa yang diuji, konsep dan rumus yang benar-benar terpakai, langkah menjawab, serta jebakan yang sering dipasang. Soal asli dibedah langkah demi langkah. Di akhir setiap bab ada kuis, dan di akhir buku ada simulasi TKA yang berwaktu seperti ujian sesungguhnya. Buku ini tidak menjanjikan nilai tertentu. Yang bisa saya janjikan hanyalah penjelasan yang jujur dan latihan yang terarah.

Bacalah berurutan. Kerjakan latihan dengan pensil di tangan, jangan hanya dengan mata. Bila skor kuis belum memuaskan, kembalilah ke sub bab yang ditunjuk tabel anjuran. Kamu juga bisa membuka latihan dan kuis yang sama di LMS NLS lewat kode QR di dalam buku.

Atom-atom tidak bergabung karena dipaksa. Mereka bergabung karena saling memberi dan menerima. Begitu pula belajar. Berjanjilah pada dirimu untuk tidak berhenti di tengah jalan. Persembahkan kesungguhanmu untuk orang tua yang menunggumu pulang membawa kabar baik, untuk guru yang sabar menuntunmu, dan untuk negeri yang kelak membutuhkan tenaga serta pikiranmu. 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 4 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: 4 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

KIM-1.2 = sub bab 1.2; KIM-KB1 = kuis akhir bab 1; KIM-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-kim

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 Kimia 1
Bagian B · Materi 7
Bab 1 · Kimia Dasar 7
Sub bab 1.1 · Struktur atom, konfigurasi elektron, dan sifat periodik 8
Sub bab 1.2 · Ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul 22
Sub bab 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat 36
Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas 50
Kuis Akhir Bab 1 63
Bab 2 · Kimia Analitik 79
Sub bab 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk 80
Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit 94
Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan 106
Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH 124
Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator 136
Sub bab 2.6 · Larutan penyangga dan hidrolisis garam 151
Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp 162
Sub bab 2.8 · Sistem koloid 174
Kuis Akhir Bab 2 185
Bab 3 · Kimia Fisik 199
Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi 200
Sub bab 3.2 · Laju reaksi 213
Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia 226
Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia 242
Kuis Akhir Bab 3 257
Bab 4 · Kimia Organik 272
Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer 273
Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya 287
Sub bab 4.3 · Sifat dan reaksi hidrokarbon 301
Kuis Akhir Bab 4 313
Bagian C · Simulasi TKA 328
Simulasi 1 — Soal Asli TKA 2025 329
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026 347
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026 365
Simulasi 4 — Prediksi TKA 2026 383
Bagian D · Kunci dan Pembahasan 400
Penutup 481
Lampiran 482

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

Bagian A · Mengenal TKA Kimia

Apa itu TKA Kimia

Tes Kemampuan Akademik (TKA) Kimia adalah salah satu mata pelajaran **pilihan** pada TKA jenjang SMA/MA/SMK. Menurut kerangka asesmen Pusat Asesmen Pendidikan (Pusmendik) Kemendikdasmen, TKA Kimia mengukur tiga hal: penguasaan konsep kimia, penerapan konsep itu untuk menyelesaikan masalah, dan kemampuan menganalisis masalah kimia yang dekat dengan kehidupan sehari-hari.

Pada TKA 2025, setiap peserta memilih dua mata pelajaran pilihan, dan masing-masing dikerjakan selama **60 menit**. Paket soal asli Kimia 2025 yang dimuat di buku ini berisi **25 soal**. Artinya, rata-rata kamu punya sekitar **2,4 menit** untuk setiap soal.

> Muatan TKA Kimia berasal dari materi kimia esensial Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka. Jadi yang diuji adalah materi kimia SMA yang sudah kamu kenal. Yang membuatnya sulit bukan materinya, melainkan **cara soal meminta kamu memakainya**.

Apa yang diuji: empat elemen

Kisi-kisi resmi membagi muatan TKA Kimia menjadi empat elemen. Buku ini memakai empat elemen itu sebagai empat bab.

Elemen kisi-kisi	Isi menurut kisi-kisi	Bab di buku ini	Soal asli 2025
Kimia Dasar	struktur atom, model atom, sistem dan sifat periodik, ikatan kimia, geometri molekul, interaksi antarmolekul, hukum dasar, stoikiometri, persamaan reaksi	Bab 1	5 soal
Kimia Analitik	larutan, kesetimbangan larutan, asam-basa, pH, koloid	Bab 2	11 soal
Kimia Fisik	energetika dan dinamika reaksi (termokimia, laju, kesetimbangan, redoks, elektrokimia)	Bab 3	6 soal
Kimia Organik	struktur dan kereaktifan senyawa karbon	Bab 4	3 soal

Jumlah soal asli per bab dihitung menurut sub bab tempat soal itu dibahas di buku ini. Beberapa soal menyentuh dua elemen sekaligus. Contohnya, soal tentang bahan bakar hidrokarbon bisa menuntut hitungan entalpi.

Dari tabel itu terlihat bahwa **Kimia Analitik** paling banyak keluar, yaitu hampir separuh soal. Sebaliknya, struktur atom, sistem periodik, dan ikatan kimia **tidak muncul sebagai soal**

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

tersendiri pada 2025. Topik itu hanya muncul sebagai bagian dari soal lain, misalnya alasan perbedaan titik didih atau daya hantar listrik. Karena itu, Bab 1 membahasnya dengan ringkas dan berfokus pada pemakaiannya.

Konteks soal: kimia di dunia nyata

Kisi-kisi menyebut empat konteks. Hampir setiap soal asli 2025 dibuka dengan cerita dari salah satu konteks ini, lalu baru bertanya.

Konteks	Contoh pada soal asli 2025 (nomor = Simulasi 1)
Penyelidikan ilmiah (percobaan, data, kesimpulan)	uji daya hantar listrik tiga zat (No. 11), titrasi deterjen di laboratorium sekolah (No. 20)
Fenomena sehari-hari	LPG dan kompor portabel (No. 10), baterai nikel-kadmium (No. 24)
Lingkungan	SO_2 di udara kawasan industri (No. 4), pupuk amonium dan keasaman tanah (No. 12), limbah peternakan (No. 18)
Industri	kilang minyak (No. 7), pabrik sirup obat (No. 9), produksi etanol dari etena (No. 23)

Cerita pembuka itu sering panjang. Sebagian isinya hanya latar, tetapi data penting juga sering diselipkan di sana: volume, suhu, kadar, atau syarat mutu. **Biasakan membaca kalimat pertanyaannya dulu**, lalu kembali ke cerita untuk mencari data yang dibutuhkan.

Tiga tingkat berpikir

Matriks asesmen Pusmendik menyusun soal dalam tiga level kognitif.

Level	Yang diminta	Contoh pada soal asli 2025
1. Pemahaman (*knowing*)	mengenali dan menjelaskan konsep	menentukan zat yang berperan sebagai reduktor (No. 24)
2. Penerapan (*applying*)	memakai konsep untuk membaca tabel, grafik, atau gambar, termasuk berhitung	menghitung persen massa karbon dari struktur alanin (No. 2)
3. Penalaran (*reasoning*)	memprediksi, mengevaluasi, merancang, menarik kesimpulan	menilai apakah sirup obat aman menurut standar mutu (No. 9), memilih suhu reaktor terbaik (No. 23)

Sebagian besar soal asli berada di level 2 dan 3. Soal level 3 jarang berhenti pada satu angka. Setelah menghitung, kamu masih harus **membandingkan** hasilnya dengan sesuatu, misalnya batas aman, label kemasan, nilai Ksp, atau suhu lingkungan, lalu memutuskan.

Bentuk soal dan cara menjawabnya

Soal asli Kimia 2025 memakai tiga bentuk.

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

Bentuk	Jumlah pada 2025	Cara menjawab
Pilihan ganda (PG)	21 soal	pilih **satu** jawaban dari lima pilihan A–E
PG kompleks kategori (Benar/Salah)	3 soal	tentukan **setiap** pernyataan Benar atau Salah
PG kompleks pilih lebih dari satu (MCMA)	1 soal	pilih **semua** pilihan yang benar; jumlahnya tidak disebutkan

Pilihan ganda. Banyak pilihan pada soal asli berbentuk "pernyataan + karena + alasan". Contohnya ada pada No. 13, 17, 22, dan 23. Pilihan seperti ini benar hanya bila **pernyataan dan alasannya sama-sama benar, dan alasannya memang menjelaskan pernyataan itu**. Periksa keduanya, jangan berhenti setelah bagian depannya tampak benar.

Benar/Salah. Perlakukan setiap baris sebagai soal kecil yang berdiri sendiri. Satu baris yang benar tidak membuat baris berikutnya ikut benar. Pada No. 6 misalnya, setiap baris menyebut campuran larutan yang berbeda, jadi setiap baris perlu dihitung sendiri.

Pilih lebih dari satu (MCMA). Jangan menebak jumlah jawabannya. Nilai setiap pilihan satu per satu dengan data di soal, lalu pilih semua yang lolos. Soal MCMA tahun 2025 (No. 7, fraksi minyak bumi) adalah soal dengan persentase benar **terendah** di seluruh paket.

Tingkat kesulitan nasional soal asli 2025

Tabel berikut memuat persentase peserta yang menjawab benar setiap soal asli TKA Kimia 2025. Angkanya diambil dari data yang menyertai berkas soal asli yang dipakai NLS, lalu dibulatkan satu angka di belakang koma. Sumber resmi data ini belum dapat dipastikan, jadi pakailah angkanya sebagai **gambaran tingkat kesulitan, bukan statistik resmi**. Nomor soal sesuai urutan di Simulasi 1. Tabel diurutkan dari yang paling sulit.

No.	Yang diuji	Bentuk	Benar	Sub bab
7	kegunaan fraksi minyak bumi dari grafik titik didih	MCMA	9,3 %	4.2
4	jumlah molekul gas dari kadar % volume	PG	20,2 %	1.3
21	bahan bakar paling ramah lingkungan dari data ΔHc°	PG	20,3 %	3.1
1	senyawa dengan kadar unsur tertinggi	PG	20,3 %	1.3
20	kadar NaOH dalam deterjen dari data titrasi	PG	20,5 %	2.5
25	reaksi di elektrode sel volta	PG	21,8 %	3.4
2	persen massa unsur dari struktur molekul	PG	21,8 %	1.3
9	kelayakan produk menurut standar mutu	PG	22,7 %	2.1
14	tekanan osmotik larutan elektrolit	PG	22,7 %	2.3
23	upaya menaikkan hasil reaksi kesetimbangan dari grafik	PG	23,6 %	3.3
22	arah pergeseran kesetimbangan bila tekanan dinaikkan	PG	24,0 %	3.3

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

11	jenis zat dari uji daya hantar listrik	PG	24,4 %	2.2
24	reduktor dalam reaksi baterai	PG	26,1 %	3.4
17	terbentuk endapan atau tidak (Q dan Ksp)	PG	26,2 %	2.7
5	volume gas hasil pembakaran campuran	PG	26,3 %	1.4
12	pasangan asam-basa konjugasi	PG	27,9 %	2.4
18	warna indikator pada sampel limbah	PG	28,3 %	2.5
3	massa produk dengan pereaksi pembatas	PG	28,4 %	1.4
13	urutan tekanan uap tiga larutan	PG	29,0 %	2.3
16	membaca diagram P–T larutan	PG	29,8 %	2.3
15	kelayakan larutan antibeku	PG	30,4 %	2.3
19	reaktan dari grafik perubahan konsentrasi	PG	36,8 %	3.2
6	komposisi larutan untuk massa produk tertentu	Benar/Salah	57,0 %	2.1
8	perbandingan dua isomer dari data entalpi	Benar/Salah	57,3 %	4.1
10	analisis hidrokarbon dari data pembakaran	Benar/Salah	58,1 %	4.1

Rata-rata persentase benar seluruh soal hanya **28,5 %**. Ada tiga hal yang bisa kamu pelajari dari tabel ini.

1. **Soal hitung kadar dan stoikiometri paling banyak menjatuhkan peserta.** Soal No. 1, 2, 4, 9, dan 20 semuanya di sekitar 20 %. Rumusnya sederhana, tetapi langkahnya banyak: satuan harus diubah, persen harus dijadikan pecahan, dan faktor pengenceran tidak boleh lupa. Satu langkah terlewat sudah membuat jawaban salah. Bab 1 dan Bab 2 melatih langkah-langkah ini satu per satu.
2. **Banyak soal PG hanya sedikit di atas peluang menebak.** Pada PG lima pilihan, peserta yang menebak acak rata-rata benar 20 %. Persentase benar banyak soal PG tidak jauh dari angka itu. Ini tanda bahwa pengecohnya bekerja: pilihan yang salah sengaja berisi hasil dari kesalahan langkah yang umum. Karena itu, setiap sub bab di buku ini memuat bagian ⚠ **Strategi dan jebakan**.
3. **Membaca grafik dan data adalah keterampilan kunci.** Soal dengan persentase terendah (No. 7) hanya meminta kamu membaca grafik lalu menghubungkannya dengan kegunaan fraksi minyak bumi.

Rata-rata per bab: Bab 1 sekitar 23 %, Bab 2 sekitar 29 %, Bab 3 sekitar 25 %, dan Bab 4 sekitar 42 %. Tiga soal Benar/Salah memiliki persentase tertinggi; tabel ini tidak menjelaskan penyebabnya.

Keterampilan yang dipakai di semua bab

Keterampilan berikut tidak punya bab sendiri, tetapi dipakai di hampir semua soal. Pelajari sekarang, lalu perhatikan pemakaiannya di setiap bab.

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

Membaca tabel dan grafik

Sebelum melihat angka, baca dulu **judul, label sumbu, dan satuannya**. Pada grafik konsentrasi terhadap waktu, misalnya, kurva yang **turun** milik zat yang bereaksi (reaktan) dan kurva yang **naik** milik zat yang terbentuk (produk). Pada tabel, cari kolom yang benar-benar ditanyakan, karena tabel di soal TKA sering memuat kolom tambahan yang tidak dipakai.

Variabel dalam percobaan

Soal penyelidikan ilmiah sering meminta kamu mengenali variabel.

Variabel	Artinya	Cara mengenalinya
Bebas	yang **sengaja diubah** oleh peneliti	biasanya muncul setelah kata "jika ... dinaikkan/diganti"
Terikat	yang **diamati atau diukur** sebagai akibat	warna, suhu akhir, volume gas, waktu reaksi
Terkontrol	yang **dijaga tetap** agar perbandingan adil	biasanya ditulis "pada suhu yang sama", "volume tetap"

Contoh: sebuah campuran gas dipanaskan dalam wadah tertutup bervolume tetap, lalu warnanya diamati. Suhu adalah variabel bebas, warna adalah variabel terikat, dan volume wadah adalah variabel terkontrol.

Satuan dan konversi

Kesalahan satuan adalah sumber jawaban salah yang paling sering, padahal paling mudah dicegah.

Dari	Ke	Cara
mL	L	bagi 1.000
°C	K	tambah 273
persen (%)	pecahan	bagi 100 (0,0002 % = 0,000002)
ppm	pecahan	bagi 1.000.000
volume larutan	massa larutan	kalikan massa jenis (g/mL)

Data yang diberikan di soal

Pada soal asli 2025, nilai yang dibutuhkan hampir selalu ditulis di soal. Contohnya Ar, tetapan gas $R = 0{,}082$ L atm mol^{-1} K^{-1}, bilangan Avogadro $6{,}02 \times 10^{23}$, Kf, dan Ksp. Jadi kamu tidak perlu menghafal angka-angka itu. Yang perlu kamu kuasai adalah **kapan dan bagaimana memakainya**. Satu hal tetap perlu kamu pahami sendiri: gas pada suhu dan tekanan tertentu dihitung dengan

$$PV = nRT$$

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

Pada 0 °C dan 1 atm, satu mol gas bervolume sekitar 22,4 L. Pada 25 °C dan 1 atm, volumenya sekitar 24,4 L. Bila soal menyebut 25 °C, **jangan memakai 22,4 L**. Ini salah satu jebakan pada soal No. 4.

Strategi 60 menit

1. **Putaran pertama (±30 menit):** kerjakan soal yang bisa diselesaikan dengan menalar atau berhitung singkat, misalnya membaca grafik, menentukan reduktor, atau memilih pasangan konjugasi. Untuk soal hitung yang panjang, tandai dulu dan lewati.
2. **Putaran kedua (±25 menit):** kerjakan soal hitung yang ditandai. Tulis langkahnya di kertas coretan dengan satuan di setiap angka.
3. **Lima menit terakhir:** periksa soal Benar/Salah dan MCMA baris demi baris, lalu pastikan tidak ada soal yang terlewat.
4. **Cek kewajaran hasil.** Bila hitunganmu menghasilkan kadar 160 % atau titik beku di atas 0 °C untuk larutan berair, pasti ada langkah yang keliru.

Angka di soal asli biasanya dipilih agar mudah dihitung tangan, misalnya 14,9 g KCl dibagi Mr 74,5 menjadi tepat 0,2 mol. Bila hitunganmu menjadi sangat rumit, periksa lagi apakah ada data yang terlewat. Latihlah berhitung tanpa kalkulator sejak sekarang.

Cara memakai buku ini untuk Kimia

- **Ikuti urutan bab.** Bab 1 (mol dan stoikiometri) menjadi dasar hampir semua hitungan di Bab 2 dan Bab 3.
- **Prioritaskan sub bab bertanda ★.** Sub bab ini punya bobot soal besar atau persentase benar nasional yang rendah.
- **Kerjakan contoh terselesaikan dengan menutup jawabannya.** Coba dulu sendiri, lalu bandingkan langkahmu.
- **Kerjakan kuis akhir bab dalam 60 menit**, sama dengan waktu ujian, lalu ikuti tabel anjuran di bawahnya.
- **Simpan Simulasi TKA untuk akhir.** Simulasi 1 adalah soal asli 2025. Beberapa soalnya dibedah di sub bab, jadi kerjakan paket ini sebagai pengulangan dengan waktu penuh. Simulasi 2–4 belum pernah kamu lihat dan menjadi ukuran kesiapanmu yang sebenarnya.

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

Bagian B · Materi

Bagian ini memuat 4 bab. Tiap bab diakhiri kuis; kerjakan berurutan.

Bab 1 · Kimia Dasar

KIM-B1

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menghubungkan struktur atom dan ikatan dengan sifat zat (titik didih, daya hantar, kelarutan)
- menghitung mol, kadar unsur, dan jumlah partikel dari data massa, volume gas, atau persen
- menentukan pereaksi pembatas dan massa atau volume hasil reaksi

Peta bab

Sub bab	Judul
1.1	Struktur atom, konfigurasi elektron, dan sifat periodik
1.2	Ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul
1.3	Mol, rumus kimia, dan kadar zat
1.4	Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas

Bab 1 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 1.1 · Struktur atom, konfigurasi elektron, dan sifat periodik

KIM-1.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi TKA Kimia memasukkan **struktur atom, teori model atom, serta sistem dan sifat periodik unsur** ke elemen Kimia Dasar. Pada soal asli 2025, topik ini tidak muncul sebagai soal tersendiri. Namun, ia menjadi *alat berpikir* di banyak soal lain: mengapa senyawa ion menghantarkan listrik, mengapa ion tertentu terbentuk, atau mengapa suatu logam mudah teroksidasi. Siswa yang paham isi atom akan lebih mudah memahami semua bab sesudahnya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan perkembangan model atom beserta bukti percobaan yang mendasarinya;
- menghitung jumlah proton, neutron, dan elektron atom maupun ion, serta massa atom relatif dari data isotop;
- menulis konfigurasi elektron atom dan ion, lalu menentukan golongan dan periodenya;
- menjelaskan tren jari-jari, energi ionisasi, dan keelektronegatifan dari jumlah kulit dan tarikan inti.

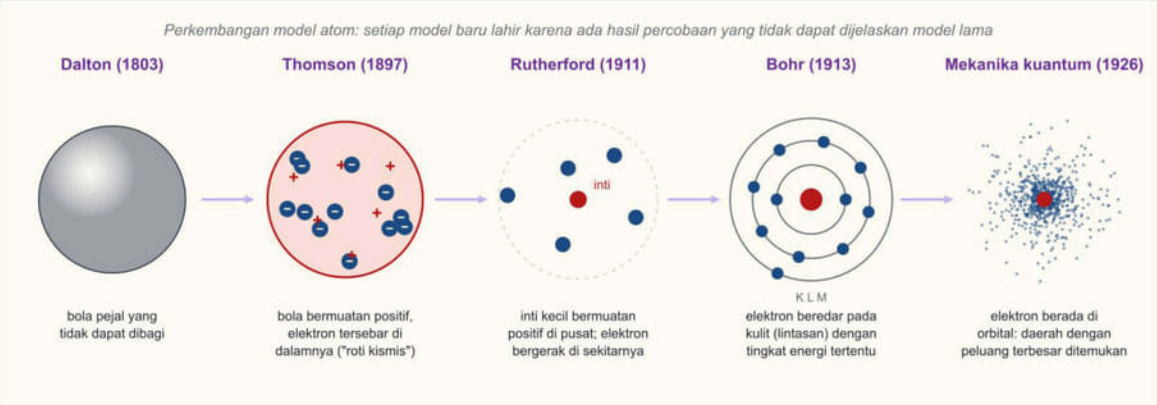
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Semua zat di sekitarmu, dari air minum sampai baterai ponsel, tersusun atas atom. Sifat suatu zat (mudah terbakar atau tidak, menghantarkan listrik atau tidak, asam atau basa) pada akhirnya ditentukan oleh **susunan elektron** di dalam atom-atomnya. Karena itu, kimia dimulai dari pertanyaan sederhana: seperti apa isi sebuah atom?

1. Model atom berubah karena ada bukti baru

Atom terlalu kecil untuk dilihat langsung. Para ilmuwan menyusun **model**, yaitu gambaran yang menjelaskan hasil percobaan. Bila muncul hasil percobaan yang tidak dapat dijelaskan, model lama diperbaiki. Lihat Gambar 1.1.

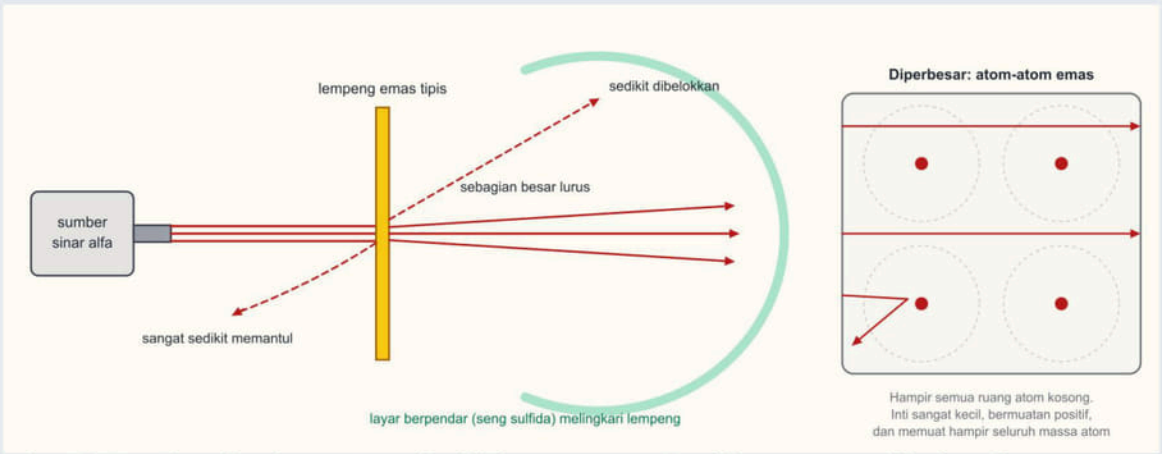
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 1.1 Lima tahap perkembangan model atom, dari bola pejal Dalton sampai orbital mekanika kuantum. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

1. **Dalton (1803).** Atom digambarkan sebagai bola pejal yang tidak dapat dibagi. Atom unsur yang sama identik, dan reaksi kimia hanyalah penataan ulang atom. Model ini berhasil menjelaskan hukum kekekalan massa, tetapi tidak dapat menjelaskan listrik.
2. **Thomson (1897).** Percobaan tabung sinar katode menunjukkan adanya partikel bermuatan negatif yang jauh lebih ringan daripada atom, yaitu **elektron**. Karena atom netral, Thomson membayangkan atom sebagai bola bermuatan positif dengan elektron tersebar di dalamnya, seperti kismis di dalam roti.
3. **Rutherford (1911).** Rutherford menembakkan partikel alfa (bermuatan positif) ke lempeng emas yang sangat tipis (Gambar 1.2). Sebagian besar partikel menembus lurus, sebagian kecil dibelokkan, dan sangat sedikit memantul kembali. Bila model Thomson benar, tidak akan ada yang memantul. Kesimpulannya: hampir seluruh ruang atom kosong, sedangkan muatan positif dan hampir seluruh massa atom terkumpul di **inti** yang sangat kecil. Elektron bergerak di sekitar inti.
4. **Bohr (1913).** Model Rutherford tidak menjelaskan mengapa atom hidrogen hanya memancarkan cahaya dengan warna (panjang gelombang) tertentu. Bohr mengusulkan bahwa elektron hanya boleh berada pada **kulit** dengan tingkat energi tertentu. Saat elektron turun dari kulit berenergi tinggi ke kulit berenergi rendah, selisih energinya dipancarkan sebagai cahaya berwarna tertentu, sehingga terbentuk spektrum garis.
5. **Mekanika kuantum (1926 dan seterusnya).** Elektron ternyata juga bersifat gelombang, sehingga posisinya tidak dapat dipastikan. Yang dapat ditentukan hanyalah **orbital**, yaitu daerah di sekitar inti tempat peluang menemukan elektron paling besar. Model inilah yang dipakai sampai sekarang.

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



Gambar 1.2 Percobaan hamburan sinar alfa oleh lempeng emas. Kotak kanan memperlihatkan alasannya: partikel alfa yang lewat jauh dari inti menembus lurus, sedangkan yang hampir menabrak inti dipantulkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

2. Partikel penyusun atom, isotop, dan ion

Atom tersusun atas tiga partikel dasar:

Partikel	Letak	Muatan relatif	Massa relatif
proton (p)	inti	+1	≈ 1
neutron (n)	inti	0	≈ 1
elektron (e)	di luar inti (kulit/orbital)	−1	≈ 1/1.836

Notasi atom $^{A}_{Z}\mathrm{X}$ memuat dua angka. **Nomor atom (Z)** adalah jumlah proton dan menentukan jenis unsur: setiap atom dengan 6 proton pasti karbon. **Nomor massa (A)** adalah jumlah proton ditambah neutron, sehingga jumlah neutron = A − Z. Pada atom netral, jumlah elektron sama dengan jumlah proton.

Ion terbentuk bila atom melepas atau menerima elektron, sedangkan intinya tidak berubah. Atom yang melepas elektron menjadi **kation** (bermuatan positif), misalnya Na → $Na^+ + e^-$. Atom yang menerima elektron menjadi **anion** (bermuatan negatif), misalnya $Cl + e^- \rightarrow Cl^-$. Karena itu, jumlah elektron ion = Z − muatan.

Isotop adalah atom-atom satu unsur yang jumlah neutronnya berbeda, misalnya $^{12}_{6}\mathrm{C}$ dan $^{14}_{6}\mathrm{C}$. Sifat kimianya sama karena jumlah elektronnya sama; yang berbeda hanya massanya. Selain itu dikenal **isobar** (nomor massa sama, unsur berbeda, misalnya $^{14}_{6}\mathrm{C}$ dan $^{14}_{7}\mathrm{N}$) dan **isoton** (jumlah neutron sama). Massa atom relatif (Ar) di tabel periodik adalah rata-rata tertimbang massa isotop-isotop suatu unsur menurut kelimpahannya di alam:

$$A_r = \sum(\text{massa isotop} \times \text{kelimpahan})$$

Contohnya, klorin di alam terdiri atas sekitar 75,8 % ^{35}Cl dan 24,2 % ^{37}Cl. Ar Cl ≈ 0,758 × 35 + 0,242 × 37 ≈ 35,5. Nilainya lebih dekat ke 35 karena isotop itulah yang lebih melimpah.

Contoh terselesaikan 1: menghitung partikel atom dan ion

Soal. Tentukan jumlah proton, neutron, dan elektron pada $^{56}_{26}\mathrm{Fe}^{3+}$ dan $^{35}_{17}\mathrm{Cl}^{-}$.

Langkah.

1. Proton = Z. Fe: 26 proton; Cl: 17 proton.
2. Neutron = A − Z. Fe: 56 − 26 = 30; Cl: 35 − 17 = 18.
3. Elektron = Z − muatan. Fe^{3+}: 26 − 3 = 23; Cl^-: 17 − (−1) = 18.

Cek. Fe^{3+} bermuatan +3 karena protonnya (26) tiga lebih banyak daripada elektronnya (23). Cl^- bermuatan −1 karena elektronnya (18) satu lebih banyak daripada protonnya (17). Nomor massa tidak dipakai untuk menghitung elektron.

3. Konfigurasi elektron: alamat setiap elektron

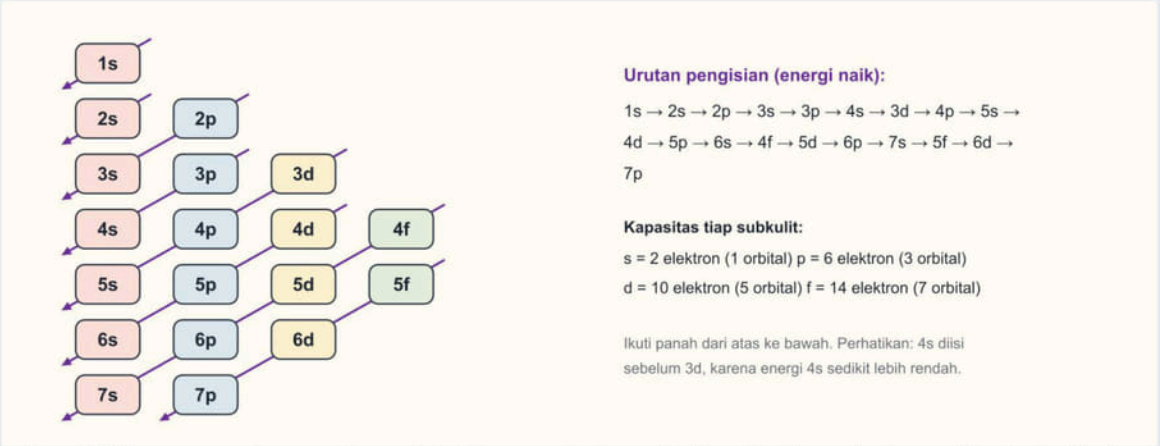
Elektron menempati **kulit** bernomor n = 1, 2, 3, … (dalam model Bohr disebut K, L, M, N). Makin besar n, makin jauh kulit dari inti dan makin tinggi energinya. Setiap kulit terbagi menjadi **subkulit** s, p, d, dan f. Subkulit s punya 1 orbital, p punya 3, d punya 5, dan f punya 7. Setiap

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

orbital paling banyak berisi 2 elektron, sehingga kapasitas subkulit s, p, d, dan f berturut-turut 2, 6, 10, dan 14 elektron.

Elektron diisikan menurut tiga aturan:

1. **Aufbau.** Elektron mengisi subkulit berenergi paling rendah lebih dulu. Urutannya dapat dibaca dari diagram panah pada Gambar 1.3: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, **4s, 3d**, 4p, 5s, dan seterusnya. Subkulit 4s diisi sebelum 3d karena energinya sedikit lebih rendah.
2. **Larangan Pauli.** Satu orbital berisi paling banyak dua elektron, dan keduanya harus berputar (ber-*spin*) berlawanan arah. Dalam diagram orbital, keduanya digambar sebagai panah ↑↓.
3. **Hund.** Pada subkulit yang orbitalnya lebih dari satu (p, d, f), elektron mengisi orbital kosong satu per satu dengan arah spin sama, baru kemudian berpasangan. Alasannya, elektron saling tolak sehingga lebih "nyaman" menempati orbital berbeda.



Gambar 1.3 Diagram urutan pengisian subkulit menurut aturan Aufbau. Ikuti panah diagonal dari atas ke bawah. 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

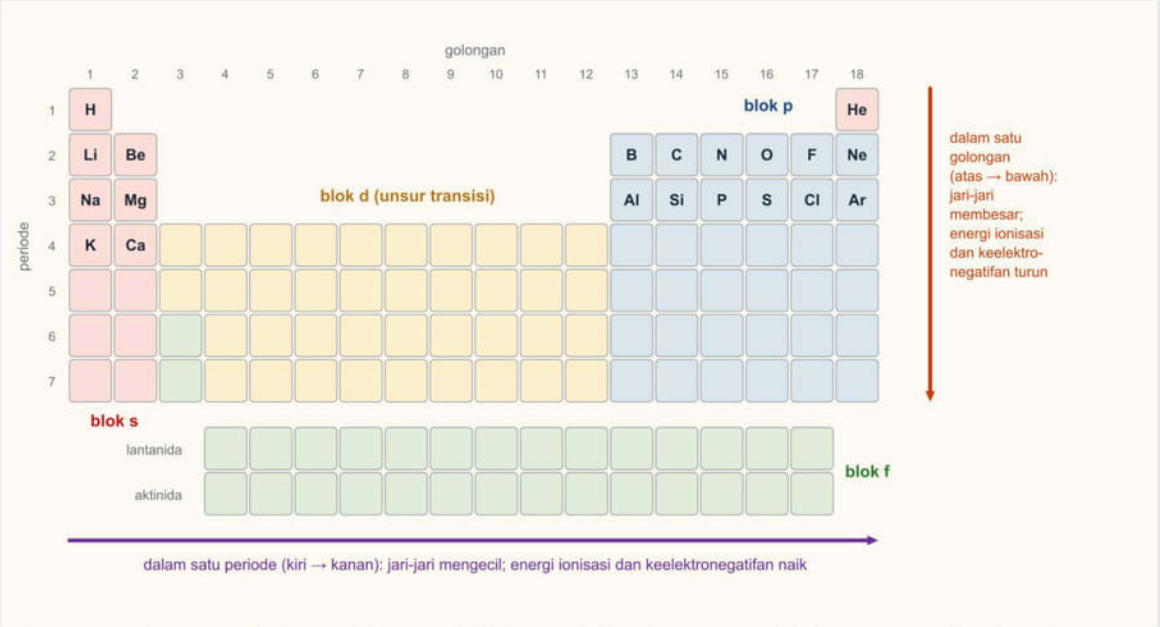
Konfigurasi panjang sering disingkat dengan lambang gas mulia sebelumnya. Contohnya, $_{11}$Na = $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ = [Ne] $3s^1$. Ada dua hal khusus yang perlu diperhatikan:

- **Ion logam transisi melepas elektron 4s lebih dulu**, baru 3d. Alasannya, setelah subkulit 3d terisi, elektron 4s menjadi elektron terluar. Fe = [Ar] $4s^2\ 3d^6$, sehingga Fe^{2+} = [Ar] $3d^6$ dan Fe^{3+} = [Ar] $3d^5$.
- **Subkulit d setengah penuh (d^5) atau penuh (d^{10}) lebih stabil.** Karena itu, Cr ditulis [Ar] $4s^1\ 3d^5$ dan Cu ditulis [Ar] $4s^1\ 3d^{10}$.

4. Elektron valensi dan letak unsur dalam tabel periodik

Elektron valensi adalah elektron di kulit terluar. Elektron inilah yang terlibat ketika atom bereaksi atau berikatan, sehingga unsur dengan jumlah elektron valensi sama memiliki sifat kimia mirip. Tabel periodik modern disusun berdasarkan kenyataan ini (Gambar 1.4).

- **Periode** (baris) = nomor kulit terluar. Natrium ([Ne] $3s^1$) berada di periode 3.
- **Golongan** (kolom) ditentukan oleh elektron valensi. Untuk golongan utama, 1 atau 2 elektron valensi berarti golongan 1 atau 2; 3 sampai 8 elektron valensi (pada subkulit s dan p) berarti golongan 13 sampai 18. Untuk unsur transisi, golongan = jumlah elektron ns + (n−1)d, misalnya Fe ([Ar] $4s^2\ 3d^6$) berada di golongan 8.
- **Blok** ditentukan oleh subkulit yang terakhir diisi: blok s (golongan 1–2), blok p (golongan 13–18), blok d (unsur transisi, golongan 3–12), dan blok f (lantanida dan aktinida).



Gambar 1.4 Pembagian tabel periodik menjadi blok s, p, d, dan f menurut subkulit yang terakhir diisi, beserta arah tren sifat periodik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 2: dari nomor atom ke letak unsur

Soal. Tentukan konfigurasi elektron, golongan, dan periode $_{15}$P dan $_{26}$Fe.

Langkah.

1. $_{15}$P: isi 15 elektron mengikuti urutan Aufbau → $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ = [Ne] $3s^2\ 3p^3$.
2. Kulit terluar n = 3 → periode 3. Elektron valensi 2 + 3 = 5 di subkulit s dan p → golongan 15 (blok p).
3. $_{26}$Fe: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$ = [Ar] $4s^2\ 3d^6$ (26 elektron: 18 + 2 + 6).
4. Kulit terluar n = 4 → periode 4. Subkulit terakhir d → blok d; golongan = 2 + 6 = 8.

Cek. Jumlahkan pangkatnya: P → 2 + 2 + 6 + 2 + 3 = 15 ✓; Fe → 18 + 2 + 6 = 26 ✓.

5. Sifat periodik dan alasannya

Tren sifat periodik tidak perlu dihafal arah panahnya. Semuanya lahir dari **dua penyebab**: jumlah kulit dan besar tarikan inti terhadap elektron terluar.

- **Dalam satu periode (kiri → kanan)**, jumlah kulit tetap, tetapi proton di inti bertambah satu per satu. Elektron yang ditambahkan berada di kulit yang sama sehingga hampir tidak menghalangi tarikan inti. Akibatnya, elektron terluar ditarik makin kuat ke inti.
- **Dalam satu golongan (atas → bawah)**, jumlah kulit bertambah. Elektron terluar makin jauh dari inti dan terlindung oleh kulit-kulit di dalamnya, sehingga tarikannya makin lemah.

Dari dua penyebab itu muncul empat tren:

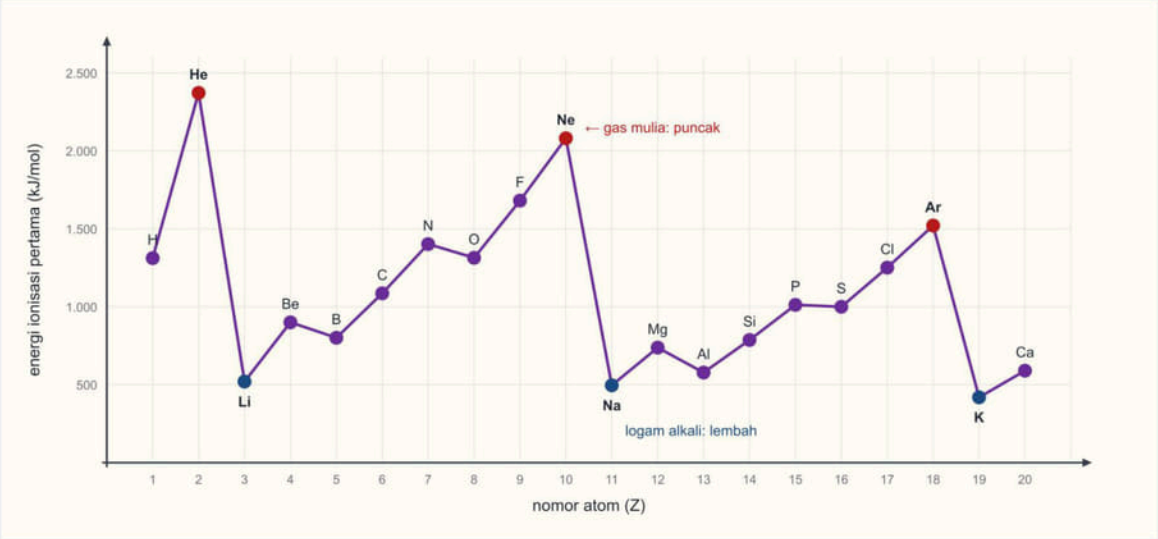
Sifat	Arti	Periode (kiri → kanan)	Golongan (atas → bawah)
Jari-jari atom	jarak inti ke kulit terluar	mengecil (tarikan makin kuat)	membesar (kulit bertambah)
Energi ionisasi	energi untuk melepas satu elektron terluar dari atom gas	umumnya naik	turun
Keelektronegatifan	kemampuan atom menarik pasangan elektron ikatan	naik	turun
Sifat logam	kecenderungan melepas elektron	berkurang	bertambah

Untuk **jari-jari ion**, kation lebih kecil daripada atom asalnya karena elektronnya berkurang dan sering kehilangan satu kulit (Na^+ jauh lebih kecil daripada Na). Anion lebih besar daripada atom asalnya karena tolakan antarelektron bertambah. Untuk ion-ion yang jumlah elektronnya sama (isoelektronik), makin besar nomor atom, makin kecil ionnya, misalnya $Na^+ < F^-$.

Grafik energi ionisasi pertama (Gambar 1.5) memperlihatkan tren itu dengan jelas. Puncak selalu jatuh pada gas mulia, yang konfigurasinya penuh dan stabil. Lembah selalu jatuh pada logam alkali, yang hanya punya satu elektron di kulit baru. Di dalam satu periode ada dua "turunan kecil" yang terkenal. **Mg > Al** karena elektron Al yang pertama lepas berada di subkulit 3p, yang energinya lebih tinggi daripada 3s. **P > S** karena pada S ($3p^4$) satu orbital 3p berisi

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

sepasang elektron yang saling tolak, sehingga salah satunya lebih mudah dilepas.



Gambar 1.5 Energi ionisasi pertama unsur bernomor atom 1–20 (nilai baku dalam kJ/mol). Puncak pada gas mulia (He, Ne, Ar) dan lembah pada logam alkali (Li, Na, K). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan nilai baku energi ionisasi.

Bila elektron dilepas satu per satu dari atom yang sama, energi yang diperlukan selalu makin besar karena sisa elektron ditarik oleh muatan inti yang sama. Namun, ada satu kenaikan yang **melonjak tajam**, yaitu ketika elektron mulai diambil dari kulit yang lebih dalam. Jumlah elektron yang lepas sebelum lonjakan itu sama dengan jumlah elektron valensi.

Contoh terselesaikan 3: membandingkan jari-jari

Soal. Urutkan jari-jari atom $_{11}$Na, $_{12}$Mg, $_{17}$Cl, dan $_{19}$K dari yang terkecil, lalu jelaskan.

Langkah.

1. Tentukan letaknya. Na ([Ne] $3s^1$), Mg ([Ne] $3s^2$), dan Cl ([Ne] $3s^2\ 3p^5$) berada di periode 3; K ([Ar] $4s^1$) di periode 4.
2. Dalam periode 3, dari Na ke Cl jumlah proton bertambah, sedangkan jumlah kulit tetap 3. Tarikan inti makin kuat, sehingga Cl < Mg < Na.
3. K memiliki 4 kulit, satu lebih banyak daripada Na, sehingga K paling besar.
4. Urutan dari terkecil: **Cl < Mg < Na < K**.

Cek. Arah ini cocok dengan Gambar 1.4: ke kanan mengecil, ke bawah membesar.

Contoh terselesaikan 4: mencari golongan dari energi ionisasi berurutan

Soal. Lima energi ionisasi berurutan unsur X (kJ/mol) adalah 578, 1.817, 2.745, 11.577, dan 14.842. Tentukan golongan X dan rumus oksidanya.

Langkah.

1. Hitung perbandingan tiap kenaikan: 1.817 ÷ 578 ≈ 3,1; 2.745 ÷ 1.817 ≈ 1,5; 11.577 ÷ 2.745 ≈ **4,2**; 14.842 ÷ 11.577 ≈ 1,3.
2. Lonjakan terbesar terjadi dari EI_3 ke EI_4. Jadi tiga elektron pertama berada di kulit terluar dan elektron keempat berasal dari kulit dalam.

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

3. X punya 3 elektron valensi → golongan 13 dan membentuk ion X^{3+}.
4. Dengan O^{2-}, muatan harus setara: 2 × (+3) = 3 × (−2), sehingga oksidanya X_2O_3.

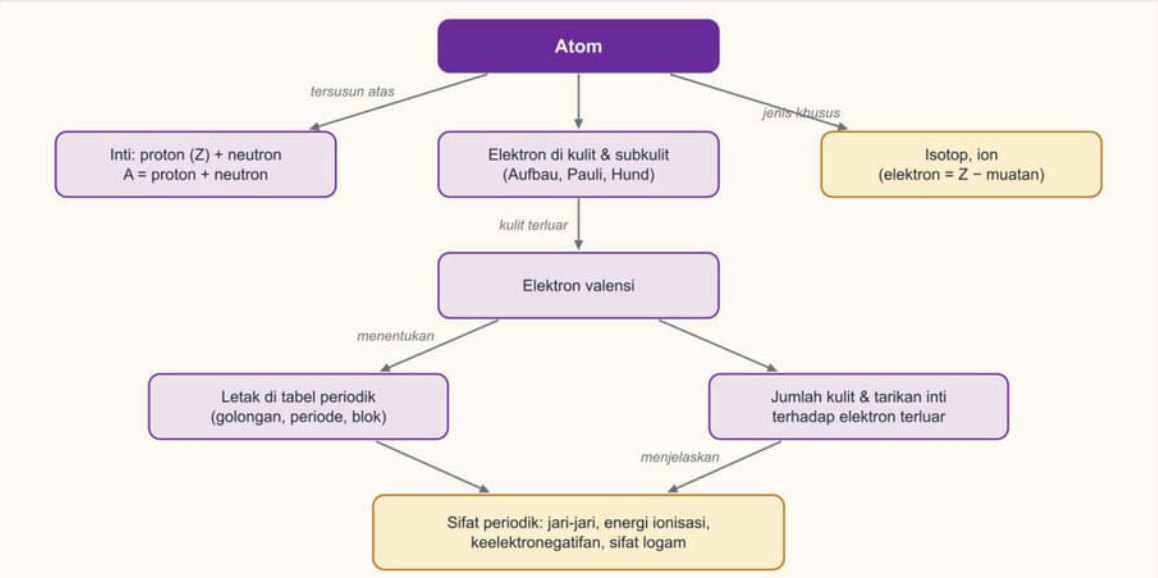
Cek. Data ini memang milik aluminium (golongan 13, oksida Al_2O_3). Perhatikan bahwa kenaikan pertama (3,1 kali) cukup besar, tetapi bukan yang terbesar.

Ringkasan

- Model atom berkembang karena bukti percobaan: inti ditemukan lewat hamburan sinar alfa, kulit energi lewat spektrum garis, dan orbital lewat sifat gelombang elektron.
- Z = proton (jenis unsur), A − Z = neutron, Z − muatan = elektron ion.
- Konfigurasi elektron mengikuti Aufbau (4s sebelum 3d), Pauli, dan Hund; ion transisi melepas 4s lebih dulu.
- Elektron valensi menentukan golongan, sedangkan kulit terluar menentukan periode.
- Semua tren periodik dijelaskan oleh jumlah kulit dan tarikan inti terhadap elektron terluar.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.6 merangkum hubungan antarkonsep sub bab ini: dari partikel penyusun atom, ke elektron valensi, sampai sifat periodik.



Gambar 1.6 Peta konsep struktur atom, konfigurasi elektron, dan sifat periodik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Untuk ion, hitung dulu **jumlah proton (Z)** dari jumlah elektron dan muatannya. Dari Z,

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

tentukan konfigurasi atom netralnya, baru kemudian ionnya.

2. Untuk tren periodik, letakkan unsur-unsur yang dibandingkan di tabel periodik kecil buatanmu sendiri (periode × golongan), lalu terapkan dua penyebab: jumlah kulit dan tarikan inti.
3. Untuk energi ionisasi berurutan, hitung **perbandingan** setiap kenaikan ($EI_{n+1} \div EI_n$), lalu cari yang terbesar.

Jebakan khas

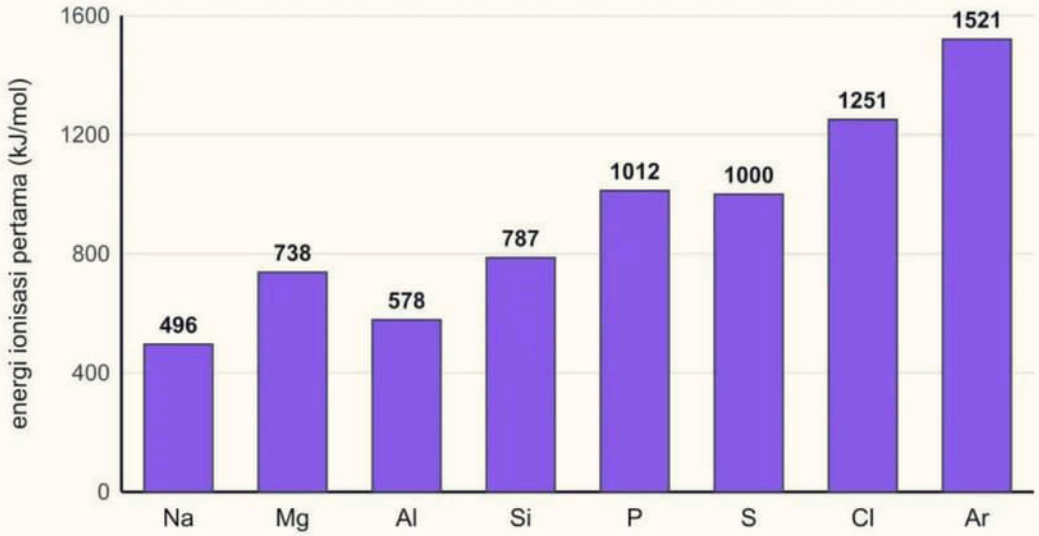
Jebakan	Contoh salah tafsir	Cara menghindarinya
Elektron ion dihitung dari nomor massa	X^{3+} dengan A = 56 dianggap punya 53 elektron	elektron = Z − muatan; A tidak dipakai
Melepas elektron 3d sebelum 4s	Fe^{3+} ditulis [Ar] $4s^2\ 3d^3$	ion transisi melepas 4s lebih dulu
Tren dibalik	"jari-jari bertambah ke kanan karena elektronnya bertambah"	jumlah kulit tetap, sedangkan tarikan inti makin kuat
Kenaikan pertama dikira lonjakan	perbandingan $EI_2/EI_1 \approx 3$ dianggap tanda golongan 1	bandingkan semua perbandingan, lalu pilih yang terbesar
Penyimpangan dijelaskan dengan jari-jari	"EI S < P karena jari-jari S lebih besar"	penyebabnya pasangan elektron di $3p^4$; jari-jari S justru lebih kecil
Ion isoelektronik dianggap sama besar	Na^+ dan F^- dikira berjari-jari sama	makin besar Z, makin kecil ion

BEDAH SOAL PREDIKSI

Grafik energi ionisasi periode 3 menguji pola umum (naik ke kanan karena muatan inti bertambah) sekaligus dua penyimpangannya. Kuncinya: lihat subkulit elektron yang dilepas (3s atau 3p) dan ada tidaknya pasangan elektron di 3p. Pengecoh memakai alasan yang benar untuk golongan, tetapi salah untuk periode.

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

►. Grafik berikut menyajikan data energi ionisasi pertama unsur-unsur periode 3 (nilai baku). Secara umum energi ionisasi naik dari kiri ke kanan dalam satu periode, tetapi grafik menunjukkan dua penurunan, yaitu dari Mg ke Al dan dari P ke S. Seorang siswa diminta menjelaskan pola dan penyimpangan tersebut berdasarkan konfigurasi elektron. Pernyataan yang tepat adalah ....



A. Energi ionisasi naik dari Na ke Ar karena jumlah kulit elektronnya bertambah.
B. Energi ionisasi S lebih kecil daripada P karena jari-jari atom S lebih besar daripada P.
C. Energi ionisasi Al lebih kecil daripada Mg karena elektron yang dilepas ada di subkulit 3p.
D. Ar memiliki energi ionisasi terbesar karena Ar paling mudah membentuk ion positif.
E. Na memiliki energi ionisasi terkecil karena muatan inti atomnya paling besar.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: dalam satu periode jumlah kulit tetap, tetapi muatan inti bertambah, sehingga elektron makin kuat ditarik dan energi ionisasi umumnya naik. Penyimpangan muncul karena perbedaan subkulit dan pasangan elektron.

Langkah 1 – Mg ke Al. Mg: [Ne] $3s^2$, Al: [Ne] $3s^2\ 3p^1$. Elektron yang dilepas Al berada di subkulit 3p yang energinya lebih tinggi daripada 3s, sehingga lebih mudah dilepas.
Langkah 2 – P ke S. P: $3p^3$ (setiap orbital berisi satu elektron), S: $3p^4$ (ada satu orbital berisi sepasang elektron). Tolakan pasangan elektron membuat satu elektron S lebih mudah dilepas.

Analisis opsi:
• A ✗ Unsur satu periode memiliki jumlah kulit yang sama; yang bertambah adalah muatan inti. *Jebakan: memakai alasan golongan untuk pola periode.*
• B ✗ Jari-jari S justru lebih kecil daripada P; penyebabnya pasangan elektron di $3p^4$.
• C ✓ Elektron 3p lebih mudah dilepas daripada elektron 3s.
• D ✗ Energi ionisasi besar berarti elektron sukar dilepas; gas mulia tidak mudah membentuk ion positif.
• E ✗ Muatan inti Na paling kecil di periode 3.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

1. Logam X dipakai dalam baja tahan aus untuk rel kereta, dan senyawa oksidanya menjadi bahan katode baterai kering. Dalam tubuh, ion X^{2+} diperlukan dalam jumlah sangat kecil oleh beberapa enzim. Hasil analisis menunjukkan bahwa ion X^{2+} memiliki konfigurasi elektron [Ar] $3d^5$.

Letak unsur X dalam sistem periodik adalah ....

A. golongan VIIB, periode 4
B. golongan VB, periode 4
C. golongan IIA, periode 4
D. golongan VIIA, periode 3
E. golongan VIIIB, periode 4

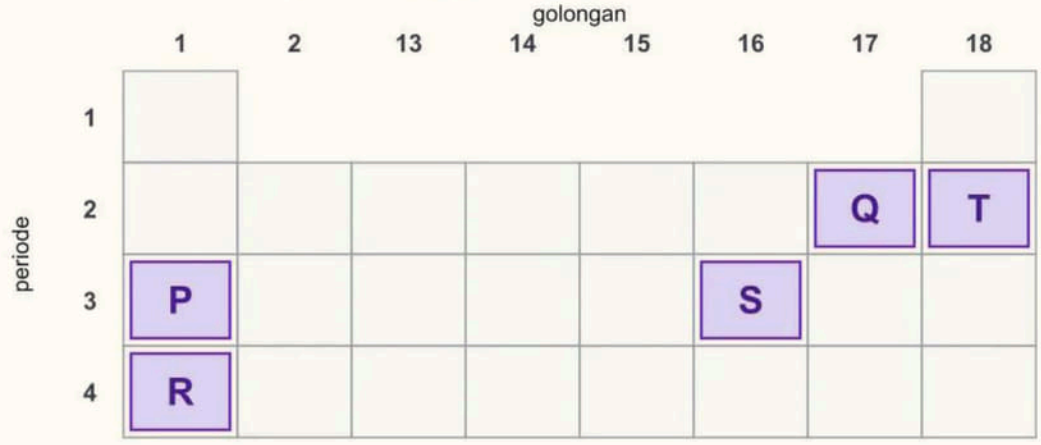
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

2. Klorin di alam terdiri atas dua isotop, yaitu ^{35}Cl dengan kelimpahan 75,76 % dan ^{37}Cl dengan kelimpahan 24,24 % (nilai baku IUPAC). Karena itu, tabel periodik mencantumkan massa atom relatif klorin sekitar 35,5. Seorang siswa menuliskan beberapa kesimpulan tentang isotop klorin di buku catatannya. Nomor atom klorin adalah 17.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
^{35}Cl dan ^{37}Cl memiliki jumlah proton yang sama, tetapi jumlah neutronnya berbeda.	○	○
Nilai Ar klorin 35,5 menunjukkan bahwa ada atom klorin yang bermassa 35,5.	○	○
Seandainya kelimpahan ^{37}Cl lebih besar daripada ^{35}Cl, Ar klorin akan lebih besar daripada 36.	○	○

3. Gambar berikut menunjukkan bagian sistem periodik golongan utama periode 1–4. Lima unsur diberi lambang bukan sebenarnya, yaitu P, Q, R, S, dan T, sesuai letaknya. Seorang guru meminta siswa membandingkan jari-jari atom, keelektronegatifan, dan kecenderungan membentuk ion dari kelima unsur tersebut.
Pernyataan yang tepat adalah ....



A. Q memiliki jari-jari atom terbesar karena jumlah elektron valensinya paling banyak.
B. S lebih elektronegatif daripada Q karena terletak di periode yang lebih besar.
C. T mudah membentuk ion negatif karena terletak di golongan paling kanan.
D. P dan S membentuk senyawa ion dengan rumus PS.
E. R lebih mudah melepas elektron daripada P karena jari-jari atom R lebih besar.

Kunci singkat: 1. A 2. 1B 2S 3B 3. E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Bisakah kamu menjelaskan, **tanpa melihat tabel**, mengapa jari-jari atom mengecil dari kiri ke kanan dalam satu periode?
- Hasil percobaan apa yang membuat Rutherford menyimpulkan bahwa atom memiliki inti kecil bermuatan positif?
- Pada ion logam transisi, subkulit mana yang elektronnya dilepas lebih dulu, dan mengapa hal itu penting untuk konfigurasi Fe^{3+}?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 1.2 · Ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul

KIM-1.2

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi memuat **ikatan kimia, geometri molekul, dan interaksi antarmolekul**. Pada soal asli 2025, materi ini tidak berdiri sendiri, tetapi muncul sebagai alasan di soal lain:

- No. 11: menebak jenis zat dari daya hantar listrik lelehan dan larutannya (dibedah di sub bab 2.2);
- No. 10, pernyataan 3: membandingkan titik didih butana dengan isomernya (dibedah di sub bab 4.1);
- No. 8, pernyataan 3: hibridisasi atom karbon pada CO_2 (dibedah di sub bab 4.1).

Ketiganya menuntut hal yang sama, yaitu **menghubungkan susunan partikel suatu zat dengan sifat yang teramati**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan terbentuknya ikatan ion, kovalen, kovalen koordinasi, dan logam;
- menentukan jenis ikatan dari sifat zat (titik leleh, daya hantar, kelarutan) dan sebaliknya;
- meramalkan bentuk molekul, hibridisasi, dan kepolarannya dengan teori VSEPR;
- mengurutkan titik didih beberapa zat berdasarkan gaya antarmolekulnya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Garam dapur keras dan baru meleleh pada 801 °C, sedangkan gula meleleh pada sekitar 186 °C. Air mendidih pada 100 °C, sedangkan metana, yang molekulnya hampir sama berat, sudah menjadi gas pada −161 °C. Perbedaan sebesar itu berasal dari dua hal: **cara atom-atom saling berikatan** dan **cara molekul-molekul saling tarik**.

1. Mengapa atom berikatan?

Gas mulia (He, Ne, Ar) hampir tidak pernah bereaksi. Konfigurasi elektron terluarnya penuh: dua elektron untuk helium (**duplet**) dan delapan elektron untuk yang lain (**oktet**). Atom unsur lain cenderung mencapai susunan yang sama agar lebih stabil, yaitu berenergi lebih rendah. Ada tiga cara untuk mencapainya:

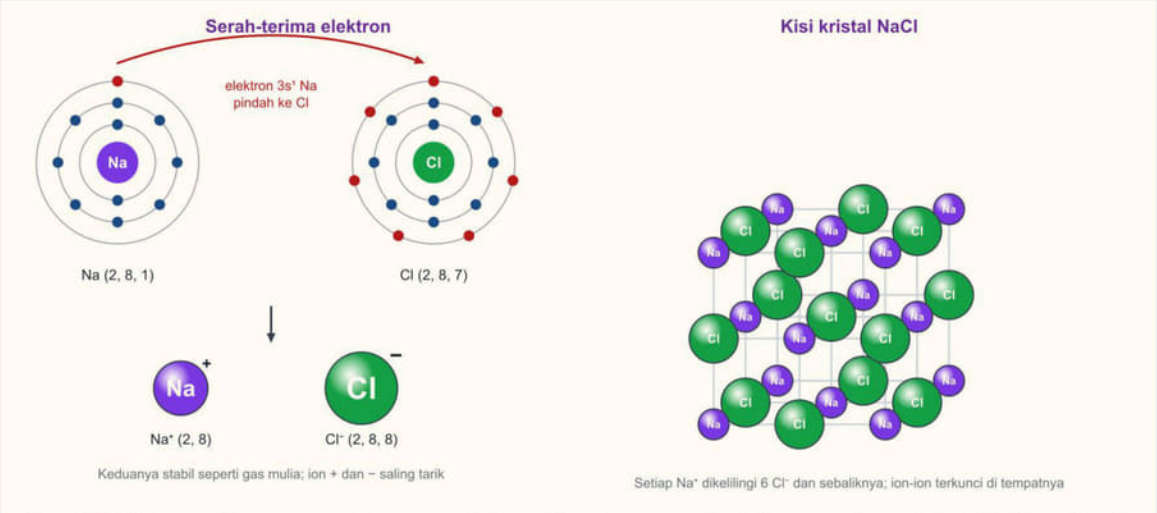
1. **melepas atau menerima elektron**, sehingga terbentuk ion yang saling tarik (ikatan ion);
2. **memakai bersama pasangan elektron** (ikatan kovalen);
3. **melepas elektron valensi ke "lautan" elektron bersama** (ikatan logam).

Cara yang dipilih bergantung pada **keelektronegatifan** atom-atom yang berikatan (sub bab 1.1). Logam berkeelektronegatifan rendah sehingga mudah melepas elektron, sedangkan nonlogam berkeelektronegatifan tinggi sehingga mudah menarik elektron.

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

2. Ikatan ion: serah-terima elektron

Saat natrium bereaksi dengan klorin, atom Na (2, 8, 1) melepas satu elektron terluarnya menjadi Na^+ (2, 8), yang susunannya sama dengan neon. Atom Cl (2, 8, 7) menerima elektron itu menjadi Cl^- (2, 8, 8), yang susunannya sama dengan argon. Ion positif dan ion negatif kemudian saling tarik dengan gaya listrik yang kuat. Gaya tarik inilah yang disebut **ikatan ion** (Gambar 1.7).



Gambar 1.7 Kiri: atom Na menyerahkan satu elektron kepada atom Cl sehingga terbentuk ion Na^+ dan Cl^-. Kanan: di dalam kristal, ion-ion tersusun berselang-seling membentuk kisi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Di dalam kristal NaCl tidak ada "molekul NaCl". Yang ada adalah susunan raksasa ion Na^+ dan Cl^- yang berselang-seling. Setiap ion ditarik oleh banyak ion bermuatan lawan di sekelilingnya. Susunan partikel ini menjelaskan sifat-sifat senyawa ion:

- **Titik leleh tinggi.** Untuk meleleh, banyak gaya tarik antar-ion harus dilawan sekaligus.
- **Keras tetapi rapuh.** Bila lapisan kristal tergeser sedikit, ion-ion bermuatan sama menjadi berhadapan, saling tolak, lalu kristalnya pecah.
- **Padatannya tidak menghantar listrik, tetapi lelehan dan larutannya menghantar.** Arus listrik memerlukan partikel bermuatan yang bebas bergerak. Dalam padatan, ion terkunci di tempatnya. Setelah meleleh atau larut, ion-ion bebas bergerak menuju elektroda.

Ikatan ion umumnya terbentuk antara logam golongan 1–2 dan nonlogam golongan 16–17, yaitu ketika selisih keelektronegatifannya besar.

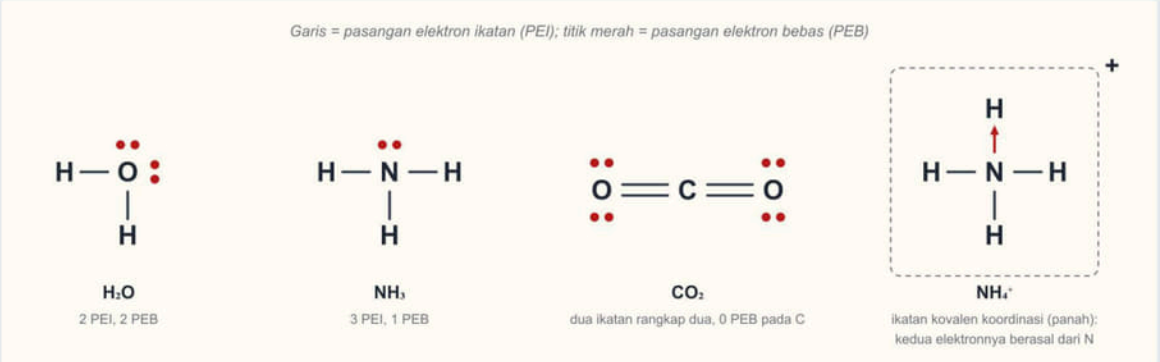
3. Ikatan kovalen dan struktur Lewis

Dua atom nonlogam sama-sama ingin menarik elektron, sehingga tidak ada yang mau melepas. Jalan keluarnya: keduanya **memakai bersama** satu pasang elektron atau lebih. Pasangan elektron yang dipakai bersama berada di antara dua inti dan ditarik oleh keduanya, sehingga kedua atom terikat.

Ikatan kovalen digambarkan dengan **struktur Lewis** (Gambar 1.8). Setiap garis melambangkan satu **pasangan elektron ikatan (PEI)**. Titik-titik melambangkan **pasangan elektron bebas (PEB)**, yaitu elektron valensi yang tidak dipakai berikatan. Bila dua atom memakai bersama dua pasang elektron, terbentuk ikatan rangkap dua (misalnya O=C=O). Bila tiga pasang, terbentuk ikatan rangkap tiga (misalnya N≡N).

Langkah menyusun struktur Lewis:

1. Jumlahkan elektron valensi semua atom (tambahkan untuk anion, kurangi untuk kation).
2. Letakkan atom yang paling sedikit jumlahnya, biasanya yang keelektronegatifannya paling rendah selain H, sebagai atom pusat.
3. Hubungkan atom pusat dengan atom lain memakai ikatan tunggal.
4. Lengkapi oktet atom luar dengan PEB, lalu sisakan elektron untuk atom pusat.
5. Bila atom pusat belum oktet, ubah PEB atom luar menjadi ikatan rangkap.



Gambar 1.8 Struktur Lewis H_2O, NH_3, CO_2, dan ion NH_4^+. Pada NH_4^+, satu ikatan merupakan ikatan kovalen koordinasi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen yang kedua elektronnya berasal dari satu atom. Contohnya, NH_3 memiliki satu PEB pada atom N. Ion H^+ tidak membawa elektron sama sekali, tetapi dapat "menumpang" pada PEB itu sehingga terbentuk NH_4^+. Setelah terbentuk, keempat ikatan N–H pada NH_4^+ tidak dapat dibedakan lagi.

Senyawa kovalen tersusun atas molekul-molekul terpisah. Ikatan di **dalam** molekul kuat, tetapi tarikan **antar**molekul lemah. Karena itu, banyak senyawa kovalen berupa gas atau cairan pada suhu kamar dan titik lelehnya rendah. Molekulnya netral, sehingga senyawa kovalen murni tidak menghantar listrik.

4. Kepolaran ikatan dan kepolaran molekul

Bila dua atom yang berikatan berbeda keelektronegatifannya, pasangan elektron ikatan lebih dekat ke atom yang lebih elektronegatif. Atom itu menjadi sedikit negatif (δ−), sedangkan pasangannya sedikit positif (δ+). Ikatan seperti ini disebut **ikatan kovalen polar**, misalnya H–Cl dan O–H. Bila keelektronegatifannya sama (H–H, Cl–Cl), ikatannya **nonpolar**.

Kepolaran **molekul** tidak hanya bergantung pada ikatannya, tetapi juga pada **bentuknya**. Setiap ikatan polar dapat dibayangkan sebagai tarikan ke satu arah. Bila bentuk molekul simetris, tarikan-tarikan itu saling meniadakan, seperti tarik tambang dengan kekuatan sama dari dua arah. Contohnya, CO_2 memiliki dua ikatan C=O yang polar, tetapi molekulnya lurus dan simetris, sehingga CO_2 **nonpolar**. Molekul H_2O berbentuk bengkok, sehingga tarikan kedua ikatan O–H tidak saling meniadakan dan H_2O **polar**.

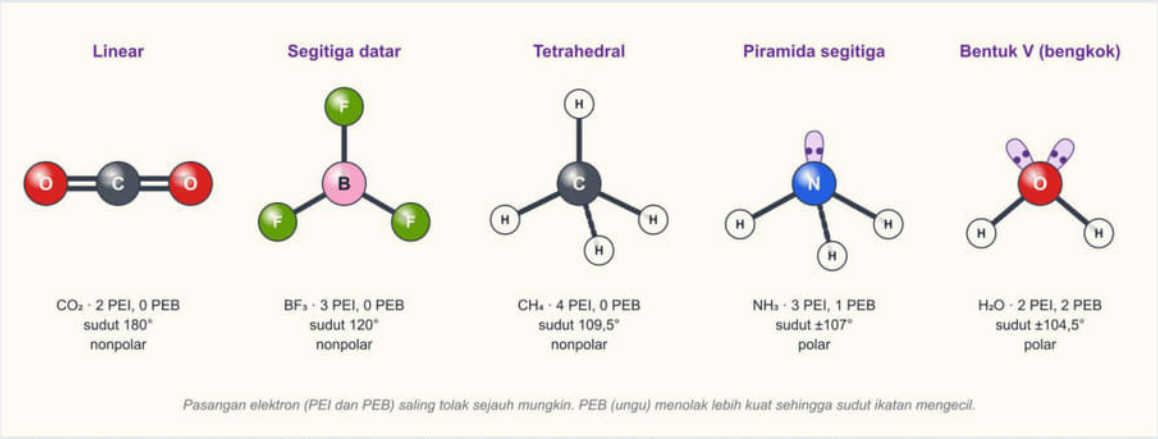
5. Bentuk molekul: teori VSEPR

Teori **VSEPR** (*valence shell electron pair repulsion*, tolakan pasangan elektron kulit valensi) berangkat dari satu gagasan sederhana: pasangan-pasangan elektron di sekitar atom pusat bermuatan negatif sehingga saling tolak dan mengambil posisi **sejauh mungkin**. Posisi itulah yang menentukan bentuk molekul (Gambar 1.9).

Untuk meramalkan bentuk molekul, hitung dua hal pada atom pusat:

- **PEI**: jumlah atom yang terikat pada atom pusat (ikatan rangkap tetap dihitung satu);
- **PEB**: $\text{PEB} = \dfrac{\text{elektron valensi atom pusat} - \text{elektron yang dipakai berikatan}}{2}$

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



Gambar 1.9 Lima bentuk molekul yang paling sering dijumpai. Lobus ungu adalah pasangan elektron bebas; garis putus-putus menunjukkan ikatan yang mengarah ke belakang bidang kertas. 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

PEI + PEB	Tanpa PEB	1 PEB	2 PEB
2	linear (CO_2)	—	—
3	segitiga datar (BF_3)	bentuk V (SO_2)	—
4	tetrahedral (CH_4)	piramida segitiga (NH_3)	bentuk V (H_2O)
5	bipiramida segitiga (PCl_5)	jungkat-jungkit (SF_4)	bentuk T (ClF_3)
6	oktahedral (SF_6)	piramida segi empat (BrF_5)	segi empat datar (XeF_4)

PEB menolak lebih kuat daripada PEI karena hanya ditarik oleh satu inti sehingga "menggembung" lebih dekat ke atom pusat. Itulah sebabnya sudut H–N–H pada NH_3 (±107°) sedikit lebih kecil daripada sudut tetrahedral 109,5°, dan sudut H–O–H pada H_2O (±104,5°) lebih kecil lagi.

Jumlah domain elektron (PEI + PEB) juga menentukan **hibridisasi** atom pusat, yaitu penggabungan orbital-orbital atom menjadi orbital baru yang setara: 2 domain → sp, 3 → sp^2, 4 → sp^3, 5 → sp^3d, dan 6 → sp^3d^2. Contohnya, atom C pada CO_2 punya dua domain (dua ikatan rangkap), jadi hibridisasinya sp. Atom C pada CH_4 punya empat domain, jadi sp^3.

Patokan kepolaran. Atom pusat tanpa PEB yang mengikat atom-atom sejenis (BF_3, CH_4, CO_2, PCl_5) menghasilkan molekul simetris dan nonpolar. Atom pusat yang memiliki PEB umumnya menghasilkan molekul polar (NH_3, H_2O), kecuali bila PEB-nya tersusun simetris seperti pada XeF_4.

Contoh terselesaikan 1: bentuk molekul NH_3 dan BF_3

Soal. Mengapa NH_3 berbentuk piramida segitiga, sedangkan BF_3 berbentuk segitiga datar, padahal keduanya mengikat tiga atom? Tentukan juga kepolarannya.

Langkah.

1. NH_3: N punya 5 elektron valensi, 3 dipakai berikatan dengan H. PEB = (5 − 3) ÷ 2 = 1.
2. Jadi NH_3 punya 3 PEI + 1 PEB = 4 domain. Keempat domain mengarah ke sudut tetrahedron, tetapi satu ditempati PEB, sehingga yang terlihat adalah piramida segitiga. Hibridisasinya sp^3.
3. BF_3: B punya 3 elektron valensi, semuanya dipakai berikatan dengan F. PEB = (3 − 3) ÷ 2 = 0.
4. BF_3 punya 3 domain → segitiga datar dengan sudut 120°, hibridisasi sp^2.
5. Kepolaran: BF_3 simetris → nonpolar. NH_3 tidak simetris karena ada PEB → polar.

Cek. Perbedaannya hanya satu PEB, tetapi akibatnya bentuk dan kepolaran berbeda total.

Contoh terselesaikan 2: ikatan polar, molekul nonpolar

Soal. CO_2 dan H_2O sama-sama memiliki ikatan polar. Mengapa hanya H_2O yang polar?

Langkah.

1. CO_2: C punya 4 elektron valensi; keempatnya dipakai untuk dua ikatan rangkap dengan O. PEB = 0, domain = 2 → linear (180°).

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

2. Dua tarikan C=O sama besar dan berlawanan arah → saling meniadakan → CO_2 nonpolar.
3. H_2O: O punya 6 elektron valensi, 2 dipakai berikatan. PEB = (6 − 2) ÷ 2 = 2, domain = 4 → bentuk V.
4. Dua tarikan O–H membentuk sudut ±104,5°, sehingga resultannya mengarah ke atom O → H_2O polar.

Cek. Inilah sebabnya air dapat melarutkan garam dan gula, sedangkan CO_2 cair (pada tekanan tinggi) melarutkan zat nonpolar.

6. Ikatan logam

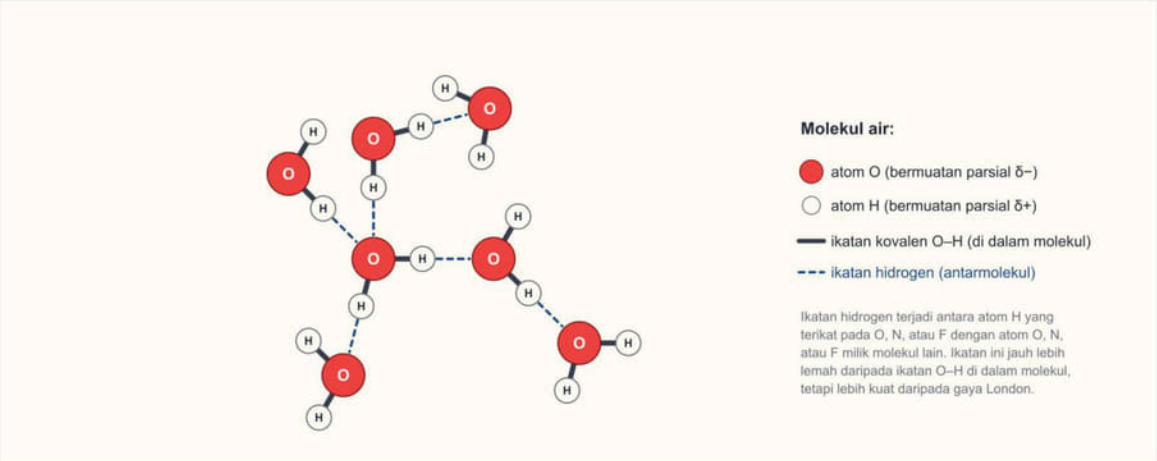
Atom logam hanya memiliki sedikit elektron valensi dan mudah melepasnya. Di dalam logam padat, elektron-elektron valensi itu lepas dari atomnya masing-masing dan bergerak bebas di antara ion-ion logam positif, membentuk **lautan elektron**. Tarikan antara ion positif dan lautan elektron itulah ikatan logam. Model ini menjelaskan dua sifat khas logam: menghantarkan listrik walaupun padat (elektron bebas bergerak), dan dapat ditempa (lapisan ion dapat bergeser tanpa saling tolak karena tetap "direkatkan" oleh lautan elektron).

7. Gaya antarmolekul

Gaya antarmolekul adalah tarikan **antara** molekul yang satu dengan molekul lain. Gaya ini jauh lebih lemah daripada ikatan kovalen di dalam molekul. Ketika air mendidih, yang terputus adalah tarikan antarmolekul air, sedangkan ikatan O–H tidak putus; uap air tetap H_2O. Karena itu, titik didih dan titik leleh senyawa kovalen ditentukan oleh gaya antarmolekul. Ada tiga jenis gaya:

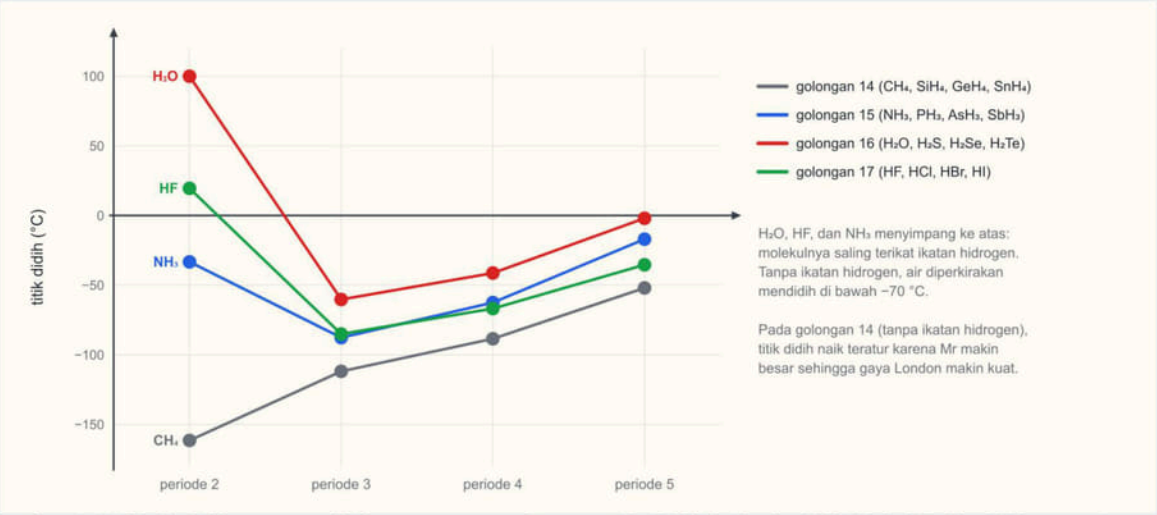
1. **Gaya London (dispersi).** Elektron di dalam molekul selalu bergerak. Pada suatu saat, elektron dapat lebih banyak berkumpul di satu sisi, sehingga terbentuk **dipol sesaat**. Dipol sesaat ini memengaruhi elektron molekul tetangga sehingga keduanya saling tarik. Gaya London dimiliki **semua** molekul. Gaya ini makin kuat bila molekul makin besar (Mr makin besar, elektron makin banyak) dan makin luas bidang sentuhnya (rantai lurus lebih kuat daripada rantai bercabang).
2. **Gaya dipol–dipol.** Molekul polar memiliki ujung δ+ dan δ− yang permanen. Ujung δ+ satu molekul menarik ujung δ− molekul lain.
3. **Ikatan hidrogen.** Bila atom H terikat langsung pada atom yang sangat elektronegatif dan kecil (N, O, atau F), atom H itu menjadi sangat positif. Atom H tersebut tertarik kuat ke PEB atom N, O, atau F milik molekul lain (Gambar 1.10). Ikatan hidrogen adalah gaya antarmolekul terkuat.

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



Gambar 1.10 Molekul-molekul air saling terhubung oleh ikatan hidrogen (garis putus-putus biru) antara atom H satu molekul dan atom O molekul lain. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Pengaruh ikatan hidrogen tampak jelas pada Gambar 1.11. Dalam golongan 14, titik didih $CH_4 \rightarrow SiH_4 \rightarrow GeH_4 \rightarrow SnH_4$ naik teratur karena molekulnya makin besar sehingga gaya London makin kuat. Pada golongan 15, 16, dan 17, pola itu dipatahkan oleh NH_3, H_2O, dan HF, yang titik didihnya jauh lebih tinggi daripada perkiraan. Ketiganya membentuk ikatan hidrogen.



Gambar 1.11 Titik didih senyawa hidrogen unsur golongan 14–17 (nilai baku, °C). H_2O, HF, dan NH_3 menyimpang ke atas karena ikatan hidrogen. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan nilai baku titik didih.

Gaya antarmolekul juga menjelaskan **kelarutan**: "sejenis melarutkan sejenis". Zat polar (gula, etanol) mudah larut dalam air yang polar karena keduanya dapat saling tarik, bahkan membentuk ikatan hidrogen. Zat nonpolar (minyak, lilin) larut dalam pelarut nonpolar (bensin, heksana), tetapi tidak larut dalam air.

Cara mengurutkan titik didih:

1. Kelompokkan zat menurut gaya terkuat yang dimilikinya.
2. Bila gaya terkuatnya **berbeda** dan Mr-nya mirip: ikatan hidrogen > dipol-dipol > London saja.
3. Bila gaya terkuatnya **sama**: bandingkan Mr. Bila Mr juga sama (isomer), rantai lurus lebih

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

tinggi titik didihnya daripada rantai bercabang.

Contoh terselesaikan 3: mengurutkan titik didih

Soal. Urutkan titik didih CH_4 (Mr 16), H_2S (Mr 34), dan H_2O (Mr 18). Lalu bandingkan n-pentana dan neopentana (2,2-dimetilpropana), yang keduanya C_5H_{12}.

Langkah.

1. Tentukan gaya terkuat. CH_4: nonpolar → London saja. H_2S: polar → dipol–dipol (S kurang elektronegatif untuk ikatan hidrogen). H_2O: H terikat pada O → ikatan hidrogen.
2. Urutan: $CH_4 < H_2S < H_2O$. Data baku: −161,5 °C < −60,3 °C < 100 °C.
3. n-Pentana dan neopentana memiliki Mr sama (72) dan hanya gaya London. n-Pentana berantai lurus sehingga bidang sentuh antarmolekulnya lebih luas. Neopentana hampir bulat sehingga bidang sentuhnya kecil.
4. Jadi titik didih n-pentana (36 °C) lebih tinggi daripada neopentana (9,5 °C).

Cek. Walaupun Mr H_2O paling kecil kedua, titik didihnya paling tinggi; jenis gaya lebih menentukan daripada Mr.

Contoh terselesaikan 4: menebak jenis ikatan dari data sifat

Soal. Tiga zat padat diuji. P meleleh pada 801 °C; padatannya tidak menghantar listrik, tetapi lelehannya menghantar. Q meleleh pada 1.085 °C dan menghantar listrik dalam keadaan padat maupun cair. R meleleh pada 186 °C, dan lelehan maupun larutannya tidak menghantar listrik. Tentukan jenis ikatan masing-masing.

Langkah.

1. P: lelehan menghantar → ada ion yang bebas bergerak setelah meleleh; padatan tidak menghantar → ion terkunci dalam kisi. P adalah senyawa ion (data ini cocok dengan NaCl).
2. Q: menghantar listrik dalam keadaan padat → ada elektron bebas → ikatan logam (data ini cocok dengan tembaga).
3. R: titik leleh rendah dan tidak menghantar dalam bentuk apa pun → senyawa kovalen yang tidak terionisasi (data ini cocok dengan sukrosa).

Cek. Kunci pembedanya adalah **partikel bermuatan yang bebas bergerak**: ion pada lelehan senyawa ion, elektron pada logam, dan tidak ada sama sekali pada gula.

Ringkasan

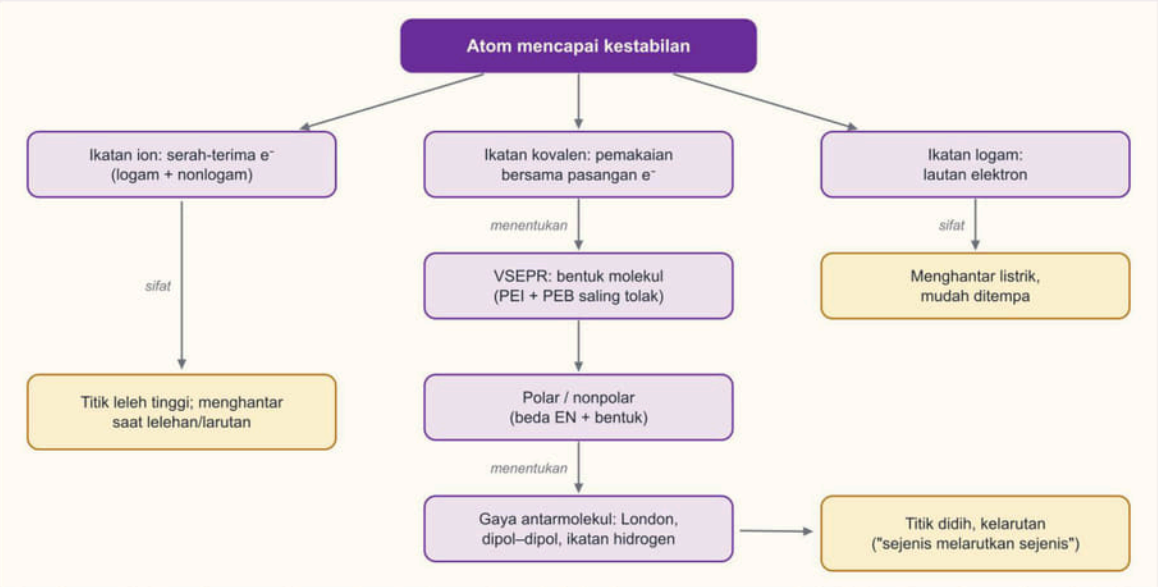
- Atom berikatan untuk mencapai susunan elektron yang stabil (oktet atau duplet).
- Ikatan ion = serah-terima elektron dan tarikan ion positif–negatif; padatannya tidak menghantar, sedangkan lelehan dan larutannya menghantar.
- Ikatan kovalen = pemakaian bersama pasangan elektron; ikatan koordinasi = pasangan elektron berasal dari satu atom.
- Bentuk molekul ditentukan oleh jumlah PEI dan PEB (VSEPR); kepolaran molekul ditentukan oleh kepolaran ikatan **dan** bentuknya.
- Titik didih ditentukan oleh gaya antarmolekul: ikatan hidrogen > dipol–dipol > London;

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

London makin kuat bila molekul besar dan berantai lurus.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.12 menghubungkan tiga jenis ikatan dengan sifat yang ditimbulkannya, serta jalur dari ikatan kovalen ke bentuk molekul, kepolaran, dan gaya antarmolekul.



Gambar 1.12 Peta konsep ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Untuk soal yang memuat data sifat (daya hantar, titik leleh): tentukan dulu jenis ikatannya dari data, baru cocokkan dengan nama zat di pilihan.
2. Untuk bentuk molekul: hitung PEI dan PEB atom pusat, lalu tentukan bentuk, hibridisasi, dan kepolaran berurutan.
3. Untuk titik didih: tuliskan gaya antarmolekul terkuat setiap zat di samping rumusnya sebelum membandingkan.
4. Untuk pilihan berbentuk "pernyataan + karena + alasan": periksa **data** dan **alasan** secara terpisah.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Ikatan dalam molekul dikira putus saat mendidih	"air mendidih pada 100 °C karena ikatan O–H kuat"	yang putus adalah ikatan hidrogen antarmolekul

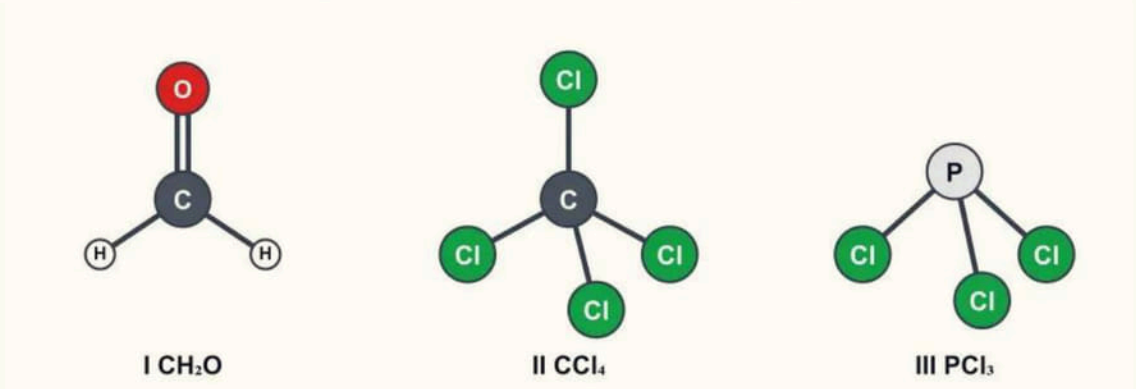
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Ikatan polar dikira pasti menghasilkan molekul polar	"CO_2 polar karena ikatan C=O polar"	CO_2 linear dan simetris, jadi nonpolar
Rantai bercabang dikira lebih tinggi titik didihnya	"isobutana lebih rumit, jadi titik didihnya lebih tinggi"	cabang memperkecil luas kontak, sehingga gaya London lebih lemah
Semua H dianggap bisa membentuk ikatan hidrogen	"CH_4 membentuk ikatan hidrogen"	hanya H yang terikat pada N, O, atau F
PEB diabaikan	"NH_3 berbentuk segitiga datar seperti BF_3"	NH_3 punya 1 PEB sehingga berbentuk piramida segitiga
Mr dipakai sebelum jenis gaya	"asam asetat (Mr 60) setara dengan propanol (Mr 60)"	jumlah dan kekuatan ikatan hidrogennya berbeda

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Ketiga molekul sama-sama berikatan kovalen polar, tetapi hanya satu yang nonpolar. Tentukan dulu bentuk molekul dari pasangan elektron atom pusat (termasuk PEB), lalu periksa apakah dipol ikatan saling meniadakan.

►. Gambar berikut menunjukkan model tiga molekul: metanal (CH_2O, bahan formalin), karbon tetraklorida (CCl_4, dulu dipakai sebagai pelarut), dan fosfor triklorida (PCl_3, bahan pembuatan pestisida). Ketiga molekul memiliki ikatan kovalen polar karena keelektronegatifan atom-atom yang berikatan berbeda. Atom pusat molekul III masih memiliki satu pasangan elektron bebas.
Molekul yang bersifat **nonpolar** beserta alasannya adalah ....



I CH_2O II CCl_4 III PCl_3

A. I saja, karena bentuknya segitiga datar
B. II saja, karena bentuknya tetrahedral simetris
C. III saja, karena bentuknya segitiga datar
D. I dan III, karena atom pusatnya tidak berpasangan
E. I, II, dan III, karena semuanya kovalen

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

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: molekul nonpolar bila momen dipol ikatan-ikatannya saling meniadakan, yaitu bentuknya simetris dan semua atom yang terikat pada atom pusat sama.

Langkah – Periksa setiap molekul.

• I (CH_2O): segitiga datar, tetapi atom yang terikat berbeda (O dan dua H) → dipol tidak saling meniadakan → polar.

• II (CCl_4): tetrahedral dengan empat Cl yang sama → dipol saling meniadakan → nonpolar.

• III (PCl_3): ada satu PEB → bentuk piramida segitiga, tidak simetris → polar.

Analisis opsi:

• A ✗ Segitiga datar hanya nonpolar bila ketiga atom terikat sama (seperti BF_3).

• B ✓ CCl_4 tetrahedral simetris.

• C ✗ PCl_3 berbentuk piramida segitiga karena PEB. *Jebakan: mengabaikan pasangan elektron bebas.*

• D ✗ Atom pusat PCl_3 memiliki PEB, dan keduanya polar.

• E ✗ Ikatan kovalen bisa membentuk molekul polar maupun nonpolar.

Jawaban: B.

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

✎ LATIHAN

1. Hidrogen halida (HF, HCl, HBr, dan HI) adalah senyawa kovalen polar yang larutannya bersifat asam. Grafik berikut menyajikan data titik didih keempat senyawa pada tekanan 1 atm (nilai baku). Massa molekul relatifnya berturut-turut 20; 36,5; 81; dan 128. Penjelasan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....



A. HF bertitik didih tertinggi karena Mr-nya paling kecil sehingga molekulnya paling rapat.

B. HF bertitik didih tertinggi karena ikatan H–F paling kuat sehingga sukar diputus saat mendidih.

C. Titik didih HI lebih tinggi daripada HCl karena HI adalah molekul yang paling polar.

D. Titik didih naik dari HCl ke HI karena gaya London makin kuat seiring Mr bertambah.

E. Keempat senyawa membentuk ikatan hidrogen, tetapi ikatan hidrogen HF paling lemah.

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

2. Dalam diskusi kelompok, siswa diminta memasangkan beberapa zat yang dikenal sehari-hari dengan jenis ikatan atau gaya yang paling menentukan sifat fisiknya, misalnya titik leleh, kekerasan, atau daya hantar listriknya. Hasil diskusi kelompok dituliskan dalam lima pasangan berikut.
Pasangan zat dan jenis ikatan atau gaya yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. garam dapur (NaCl) – ikatan ion
☐ B. kawat tembaga (Cu) – ikatan kovalen
☐ C. grafit pada pensil – ikatan kovalen jaringan
☐ D. es batu (H_2O padat) – ikatan hidrogen antarmolekul
☐ E. es kering (CO_2 padat) – ikatan ion

3. Seorang tukang cat membersihkan kuas yang terkena cat minyak. Ketika kuas dicuci dengan air, cat tidak luntur sama sekali. Ketika kuas direndam dalam tiner, yaitu campuran pelarut hidrokarbon, cat cepat larut dan kuas menjadi bersih kembali. Cat minyak tersusun dari zat-zat organik berantai panjang yang hampir tidak memiliki gugus polar.
Penjelasan yang paling tepat untuk pengamatan tersebut adalah ....

A. Tiner dan cat minyak sama-sama nonpolar sehingga dapat saling melarutkan.
B. Air terlalu polar sehingga merusak susunan zat warna dalam cat.
C. Tiner membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan molekul cat.
D. Cat minyak tersusun dari senyawa ion yang hanya larut dalam tiner.
E. Air memiliki titik didih lebih tinggi daripada tiner sehingga sukar melarutkan.

Kunci singkat: 1. D 2. A, C, D 3. A

✔ PERIKSA DIRI

- Data apa yang membedakan senyawa ion dari senyawa kovalen polar pada uji daya hantar listrik, dan apa penyebabnya pada tingkat partikel?
- Mengapa CO_2 nonpolar, padahal setiap ikatan C=O-nya polar?
- Dua zat memiliki Mr yang hampir sama. Apa yang kamu periksa lebih dulu untuk menentukan zat mana yang titik didihnya lebih tinggi?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat

KIM-1.3

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Tiga soal asli 2025 menguji konsep mol dan kadar, dan ketiganya termasuk soal yang paling sedikit dijawab benar secara nasional:

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 1	senyawa dengan kadar fosfor tertinggi	20,3 %
No. 2	persen massa karbon dari struktur alanin	21,8 %
No. 4	jumlah molekul SO_2 dari kadar % volume	20,2 %

Rumus yang dipakai sebenarnya sederhana. Yang membuat peserta salah adalah langkah kecil yang terlewat, misalnya atom H yang tidak digambar, persen yang tidak diubah menjadi pecahan, atau volume molar yang salah kondisi.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- berpindah dengan lancar antara massa, mol, jumlah partikel, dan volume gas;
- menghitung kadar (persen massa) unsur dalam senyawa, lalu membandingkannya antarsenyawa;
- menentukan rumus empiris dan rumus molekul dari data analisis atau data pembakaran;
- memakai satuan kadar kecil (% volume, ppm) untuk menghitung jumlah zat pencemar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Seorang petani membeli sekarung pupuk 50 kg. Berapa kilogram nitrogen yang sebenarnya diterima tanamannya? Seorang petugas lingkungan mengukur 5 ppm karbon monoksida di udara jalan raya. Berapa banyak molekul gas beracun itu dalam setiap tarikan napas? Pertanyaan-pertanyaan seperti ini dijawab dengan satu alat yang sama, yaitu **mol**.

1. Mengapa kimiawan memerlukan mol?

Reaksi kimia terjadi antara **partikel**: satu atom karbon bergabung dengan satu molekul oksigen, dua molekul hidrogen bereaksi dengan satu molekul oksigen, dan seterusnya. Namun, partikel terlalu kecil untuk dihitung satu per satu. Satu tetes air saja berisi sekitar $1{,}7 \times 10^{21}$ molekul. Yang dapat kita lakukan di laboratorium hanyalah **menimbang** atau **mengukur volume**.

Mol adalah jembatan antara dunia partikel dan dunia timbangan. Gagasannya sama dengan satuan sehari-hari yang menyatakan "sejumlah tertentu": 1 lusin = 12 buah, 1 rim = 500 lembar. Dalam kimia:

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

> **1 mol = 6,02 × 10^{23} partikel** (bilangan Avogadro, N_A).

Bilangan sebesar itu dipilih agar massa 1 mol zat (dalam gram) sama dengan angka massa atom atau molekulnya. Massa atom dibandingkan terhadap 1/12 massa atom karbon-12, sehingga disebut **massa atom relatif (Ar)**: Ar H = 1, Ar C = 12, Ar O = 16. Untuk senyawa, **massa molekul relatif (Mr)** adalah jumlah Ar semua atom dalam rumusnya. Contohnya, Mr H_2O = 2(1) + 16 = 18. Artinya, 1 mol air bermassa 18 gram dan berisi 6,02 × 10^{23} molekul.

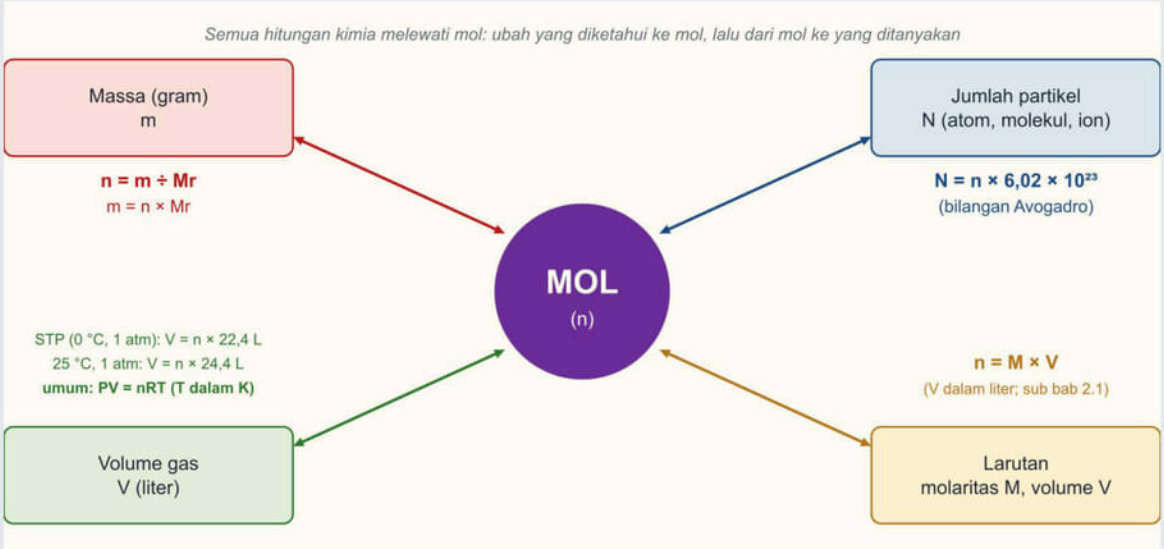
Karena massa tiap partikelnya berbeda, satu mol zat yang berbeda memiliki massa yang berbeda pula, walaupun jumlah partikelnya sama (Gambar 1.13).



Gambar 1.13 Satu mol air, garam dapur, karbon, gula pasir, dan tembaga. Jumlah partikelnya sama, tetapi massanya berbeda sesuai Mr atau Ar masing-masing. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

2. Mol sebagai "jembatan"

Semua hitungan kimia melewati mol (Gambar 1.14). Dari besaran apa pun yang diketahui, ubah dulu ke mol; dari mol, ubah ke besaran yang ditanyakan.



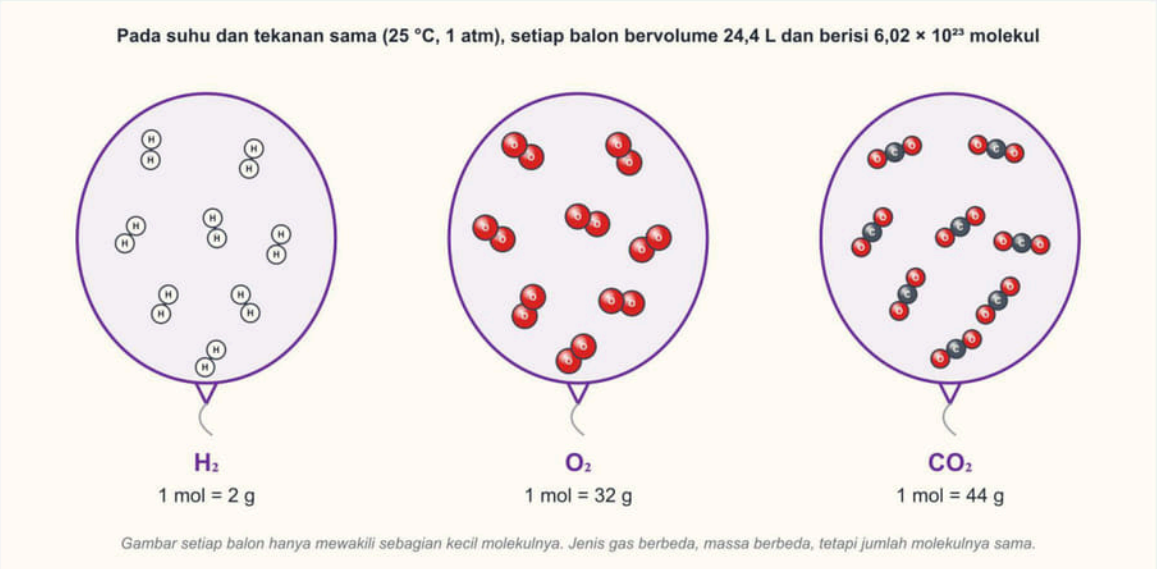
Gambar 1.14 Mol menghubungkan massa, jumlah partikel, volume gas, dan larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Diketahui	Rumus ke mol	Asal rumus
massa (g)	$n = \frac{m}{M_r}$	1 mol bermassa Mr gram
jumlah partikel	$n = \frac{N}{6{,}02 \times 10^{23}}$	1 mol berisi N_A partikel
volume gas pada 0 °C, 1 atm (STP)	$n = \frac{V}{22{,}4\ \text{L}}$	volume 1 mol gas pada STP
volume gas pada 25 °C, 1 atm	$n = \frac{V}{24{,}4\ \text{L}}$	volume 1 mol gas pada 25 °C
volume gas pada suhu dan tekanan lain	$n = \frac{PV}{RT}$, dengan $R = 0{,}082$ L atm mol^{-1} K^{-1} dan T dalam kelvin	persamaan gas ideal
volume dan molaritas larutan	$n = M \times V$ (V dalam liter)	definisi molaritas (sub bab 2.1)

3. Volume gas: hipotesis Avogadro

Mengapa satu mol gas apa pun menempati volume yang sama? Pada gas, jarak antarmolekul sangat besar dibandingkan ukuran molekulnya sendiri; lebih dari 99,9 % ruang gas adalah ruang kosong. Akibatnya, volume gas hampir tidak dipengaruhi ukuran molekul, tetapi ditentukan oleh **jumlah molekul**, suhu, dan tekanan. Inilah **hipotesis Avogadro**: pada suhu dan tekanan yang sama, gas-gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama (Gambar 1.15).



Gambar 1.15 Tiga balon gas pada suhu dan tekanan yang sama memiliki volume sama dan jumlah molekul sama, walaupun massanya berbeda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Persamaan gas ideal $PV = nRT$ merangkum hubungan itu. Pada 0 °C (273 K) dan 1 atm, $V = 1 \times 0{,}082 \times 273 \div 1 = 22{,}4$ L untuk 1 mol. Pada 25 °C (298 K) dan 1 atm, $V = 0{,}082 \times 298 = 24{,}4$ L. Bila soal menyebut suhu dan tekanan lain atau memberikan nilai R, pakailah $PV = nRT$ secara langsung, dengan suhu dalam kelvin (K = °C + 273).

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

Contoh terselesaikan 1: menghitung partikel dari massa

Soal. Segelas kecil air berisi 9 g air. Berapa molekul air dan berapa atom seluruhnya di dalamnya?

Langkah.

1. Mr H_2O = 2(1) + 16 = 18.
2. Mol air: $n = 9 \div 18 = 0{,}5$ mol.
3. Jumlah molekul: $N = 0{,}5 \times 6{,}02 \times 10^{23} = 3{,}01 \times 10^{23}$ molekul.
4. Setiap molekul H_2O terdiri atas 3 atom, sehingga jumlah atom = $3 \times 3{,}01 \times 10^{23} = 9{,}03 \times 10^{23}$ atom.

Cek. Massa 9 g adalah setengah dari Mr (18), jadi wajar bila hasilnya setengah mol. Hati-hati membedakan "molekul" dan "atom" dalam pertanyaan.

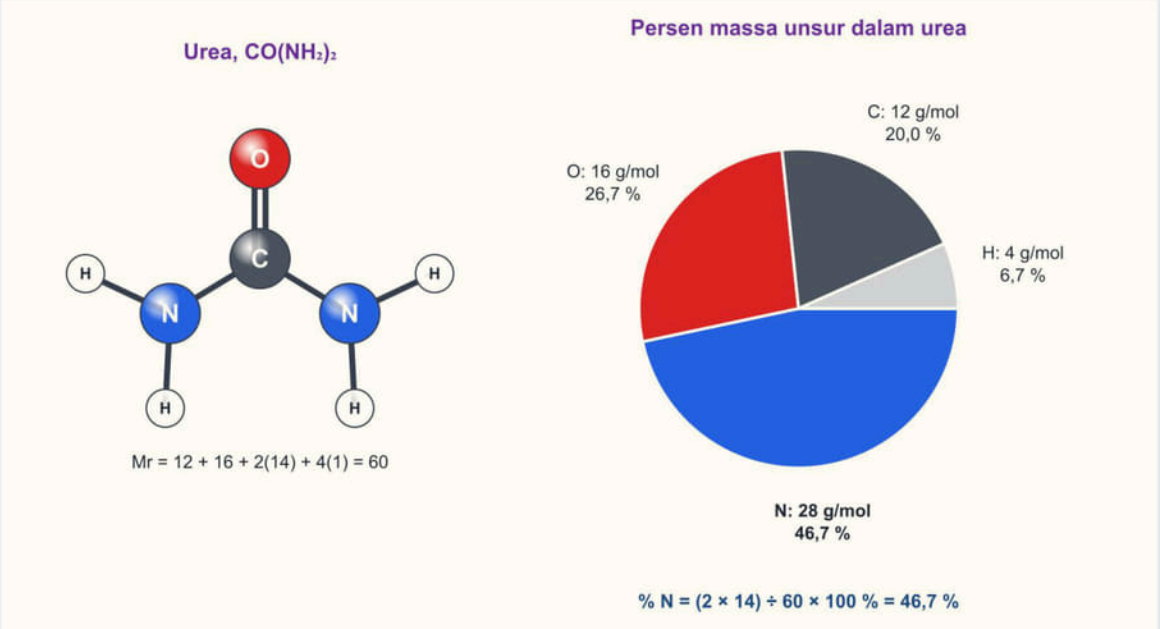
4. Kadar unsur dalam senyawa

Rumus kimia memberi tahu perbandingan atom dalam senyawa. Dari perbandingan itu, kita dapat menghitung **persen massa** setiap unsur:

$$\%\,\text{unsur} = \frac{\text{jumlah atom unsur} \times A_r}{M_r\ \text{senyawa}} \times 100\,\%$$

$$\text{massa unsur} = \%\,\text{unsur} \times \text{massa senyawa}$$

Rumus ini masuk akal bila dibayangkan untuk 1 mol senyawa: massa 1 mol senyawa adalah Mr gram, dan di dalamnya terdapat (jumlah atom × Ar) gram unsur tersebut. Gambar 1.16 memperlihatkannya untuk urea, pupuk nitrogen yang paling banyak dipakai petani Indonesia.



Gambar 1.16 Model molekul urea, $CO(NH_2)_2$, dan pembagian massanya. Dua atom N menyumbang 28 dari 60 g/mol, sehingga kadar N urea 46,7 %. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Ada dua hal yang sering menentukan jawaban:

- **Bila jumlah atom unsurnya sama di semua senyawa yang dibandingkan**, pembilangnya sama. Senyawa dengan Mr terkecil pasti berkadar tertinggi, sehingga tidak perlu menghitung semuanya.
- **Kadar tinggi belum tentu memberi massa unsur terbanyak.** Massa unsur = kadar × massa senyawa. Kadar tinggi dengan massa kecil bisa kalah dari kadar rendah dengan massa besar.

Contoh terselesaikan 2: membandingkan dua pupuk

Soal. Sekarung urea, $CO(NH_2)_2$, dan sekarung amonium nitrat, NH_4NO_3, masing-masing bermassa 50 kg. Pupuk mana yang menyediakan nitrogen lebih banyak? (Ar H = 1, C = 12, N = 14, O = 16)

Langkah.

1. Urea: Mr = 60, berisi 2 atom N. %N = (2 × 14) ÷ 60 × 100 % = 46,7 %. Massa N = 0,467 × 50 kg = 23,3 kg.
2. Amonium nitrat: Mr = 14 + 4 + 14 + 48 = 80, berisi 2 atom N (satu pada NH_4^+, satu pada NO_3^-). %N = 28 ÷ 80 × 100 % = 35 %. Massa N = 0,35 × 50 kg = 17,5 kg.
3. Jadi urea menyediakan nitrogen lebih banyak.

Cek. Kedua senyawa mengandung 2 atom N, sehingga cukup membandingkan Mr: Mr urea lebih kecil, maka kadar N-nya lebih tinggi. Kesalahan yang sering terjadi adalah menghitung satu atom N saja pada NH_4NO_3.

Kadar zat dalam bahan yang tidak murni. Bahan di alam dan di pasar jarang murni. Batu kapur, misalnya, tidak seluruhnya $CaCO_3$; ada pasir dan tanah liat yang ikut tercampur. Kemurnian dinyatakan sebagai persen massa zat yang diinginkan dalam sampel:

$$\%\,\text{kemurnian} = \frac{\text{massa zat murni}}{\text{massa sampel}} \times 100\,\%$$

Bila 200 g batu kapur berkadar 80 % $CaCO_3$, massa $CaCO_3$ murninya hanya 0,80 × 200 = 160 g, yaitu 1,6 mol (Mr $CaCO_3$ = 100). Angka 160 g inilah yang dipakai dalam perhitungan reaksi, bukan 200 g. Hal yang sama berlaku untuk label produk: cuka dapur "25 %" berarti hanya seperempat massanya yang asam asetat. Prinsipnya sederhana: **sebelum mengubah massa menjadi mol, pastikan massa itu massa zat yang bereaksi**, bukan massa campurannya.

5. Rumus empiris dan rumus molekul

- **Rumus empiris** adalah perbandingan mol atom yang paling sederhana. Contohnya, rumus empiris glukosa ($C_6H_{12}O_6$) adalah CH_2O.
- **Rumus molekul** adalah jumlah atom yang sebenarnya dalam satu molekul, yaitu kelipatan rumus empiris: $(\text{RE})_k$, dengan $k = \dfrac{M_r}{M_r\ \text{RE}}$.

Rumus empiris ditentukan dari data analisis, karena yang terukur di laboratorium adalah massa setiap unsur. Langkahnya selalu sama:

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

1. Ubah massa (atau persen, dengan menganggap sampel 100 g) setiap unsur menjadi mol.
2. Bagi setiap mol dengan mol terkecil untuk mendapatkan perbandingan bilangan bulat. Bila muncul angka seperti 1,5 atau 1,33, kalikan semuanya dengan 2 atau 3.
3. Bila Mr diketahui, hitung kelipatannya.

Pada **analisis pembakaran**, senyawa organik dibakar sempurna. Semua C berubah menjadi CO_2 dan semua H menjadi H_2O, sehingga mol C = mol CO_2 dan mol H = 2 × mol H_2O. Bila senyawa juga mengandung oksigen, massa O dihitung dari selisih: $m_O = m_{\text{sampel}} - m_C - m_H$.

Contoh terselesaikan 3: rumus empiris dan rumus molekul dari persen

Soal. Suatu senyawa mengandung 40,0 % C, 6,7 % H, dan 53,3 % O. Mr senyawa itu 180. Tentukan rumus empiris dan rumus molekulnya.

Langkah.

1. Anggap sampel 100 g: C = 40,0 g, H = 6,7 g, O = 53,3 g.
2. Ubah ke mol: C = 40,0 ÷ 12 = 3,33; H = 6,7 ÷ 1 = 6,7; O = 53,3 ÷ 16 = 3,33.
3. Bagi dengan mol terkecil (3,33): C = 1; H = 2,0; O = 1. Rumus empiris = **CH_2O** (Mr RE = 30).
4. Kelipatan: k = 180 ÷ 30 = 6. Rumus molekul = $(CH_2O)_6$ = **$C_6H_{12}O_6$**.

Cek. Mr $C_6H_{12}O_6$ = 72 + 12 + 96 = 180 ✓. Rumus empiris yang sama dimiliki zat lain, misalnya formaldehida (CH_2O) dan asam asetat ($C_2H_4O_2$); karena itu Mr diperlukan.

6. Kadar kecil: persen volume dan ppm

Zat pencemar di udara atau air biasanya sangat sedikit, sehingga kadarnya dinyatakan dalam **persen volume** atau **ppm** (*parts per million*, bagian per sejuta). Untuk gas, 1 ppm volume berarti 1 L gas pencemar dalam 1.000.000 L udara.

$$V_{\text{zat}} = \text{kadar (sebagai pecahan)} \times V_{\text{udara}}$$

Kadar	Sebagai pecahan
1 %	0,01
0,0002 %	$0{,}000002 = 2 \times 10^{-6}$
1 ppm	10^{-6}
200 ppm	2×10^{-4}

Setelah volume zat diketahui, ubah volume itu ke mol dengan $PV = nRT$, lalu ke jumlah partikel atau massa.

Contoh terselesaikan 4: menghitung molekul pencemar

Soal. Udara di sebuah persimpangan jalan mengandung 5 ppm volume karbon monoksida (CO) pada 25 °C dan 1 atm. Berapa molekul CO dalam 1 L udara itu? (R = 0,082 L atm mol^{-1} K^{-1})

Langkah.

1. Ubah kadar ke pecahan: 5 ppm = 5×10^{-6}.

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

2. Volume CO: $V = 5 \times 10^{-6} \times 1\ \text{L} = 5 \times 10^{-6}$ L.
3. Mol CO: $n = \dfrac{PV}{RT} = \dfrac{1 \times 5 \times 10^{-6}}{0{,}082 \times 298} = 2{,}05 \times 10^{-7}$ mol.
4. Jumlah molekul: $N = 2{,}05 \times 10^{-7} \times 6{,}02 \times 10^{23} = 1{,}23 \times 10^{17}$ molekul.

Cek. Kadarnya kecil sekali, tetapi jumlah molekulnya tetap sangat besar. Bila persen atau ppm tidak diubah menjadi pecahan, hasilnya bisa meleset jutaan kali.

Contoh terselesaikan 5: rumus hidrat

Soal. Kristal biru tembaga(II) sulfat hidrat, $CuSO_4 \cdot xH_2O$, sebanyak 2,50 g dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap. Sisa padatan putih $CuSO_4$ bermassa 1,60 g. Tentukan x. (Ar Cu = 63,5; S = 32; O = 16; H = 1)

Langkah.

1. Massa air yang hilang = 2,50 − 1,60 = 0,90 g → mol H_2O = 0,90 ÷ 18 = 0,050 mol.
2. Mr $CuSO_4$ = 63,5 + 32 + 64 = 159,5 → mol $CuSO_4$ = 1,60 ÷ 159,5 = 0,010 mol.
3. x = mol H_2O ÷ mol $CuSO_4$ = 0,050 ÷ 0,010 = 5. Rumusnya $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Cek. Perubahan warna dari biru ke putih menandakan air kristal sudah lepas. Bila mol H_2O dibagi dengan massa (bukan mol) $CuSO_4$, hasilnya keliru.

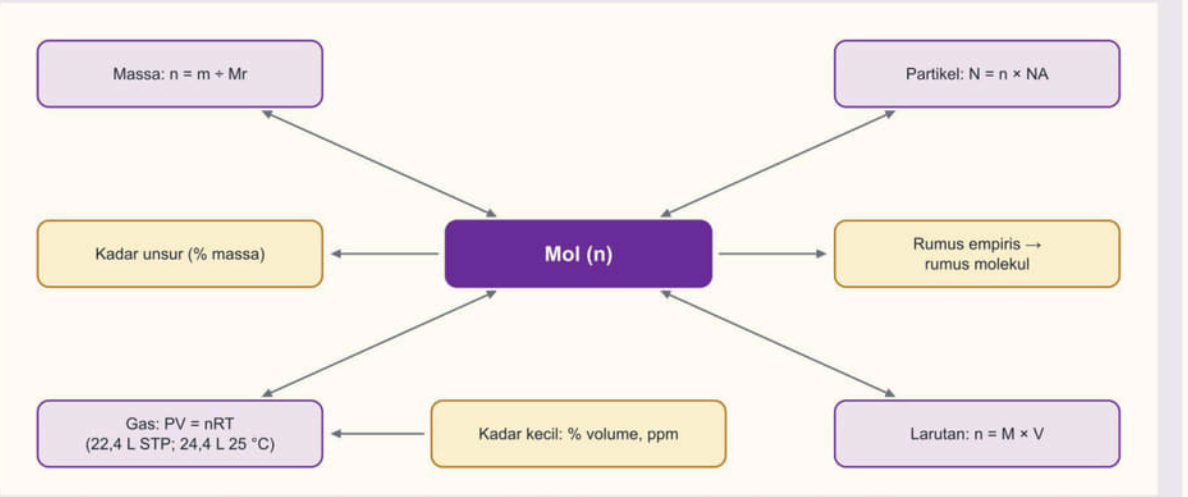
Ringkasan

- 1 mol = 6,02 × 10^{23} partikel; massanya Mr (atau Ar) gram.
- Semua hitungan kimia melewati mol: massa ÷ Mr, partikel ÷ N_A, volume gas ÷ volume molar atau $PV = nRT$, larutan M × V.
- Pada suhu dan tekanan sama, volume gas yang sama berisi jumlah molekul yang sama (hipotesis Avogadro).
- % unsur = (jumlah atom × Ar) ÷ Mr × 100 %; massa unsur = kadar × massa senyawa.
- Rumus empiris dari perbandingan mol; rumus molekul dari kelipatan Mr.
- % volume dan ppm harus diubah menjadi pecahan sebelum dipakai menghitung.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.17 menunjukkan mol sebagai pusat: empat besaran yang dapat diubah ke mol, serta tiga penerapannya dalam sub bab ini.

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



Gambar 1.17 Peta konsep mol, rumus kimia, dan kadar zat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Tulis yang diketahui **beserta satuannya**, lalu ubah semuanya ke satuan dasar: L, K, dan pecahan (bukan persen).
2. Arahkan semua hitungan ke **mol** dulu.
3. Untuk struktur molekul, hitung atom satu per satu, termasuk **H yang tidak digambar** pada rumus kerangka (setiap C memiliki 4 ikatan).
4. Untuk membandingkan kadar beberapa senyawa, cari jalan pintas: pembilang sama berarti cukup membandingkan Mr.
5. Cek kewajaran. Jumlah persen semua unsur harus 100 %. Pencemar berkadar ppm tidak mungkin berjumlah lebih dari 1 mol dalam beberapa liter udara.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Lupa jumlah atom	%N hidrazin dihitung $14 \div 32$	N_2H_4 punya 2 atom N: $28 \div 32$
H tersembunyi	alanin dihitung $C_3H_6NO_2$	C pusat juga mengikat satu H, jadi $C_3H_7NO_2$
Persen tidak diubah	0,0002 % dipakai sebagai 0,0002	0,0002 % = 2×10^{-6}
Kondisi gas salah	22,4 L dipakai pada 25 °C	pakai $PV = nRT$ atau 24,4 L
°C tidak diubah ke K	$T = 25$	$T = 298$ K
Air kristal dilupakan	Mr $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dianggap 152	152 + 7 × 18 = 278
Pecahan dikira mol	2×10^{-6} langsung dikalikan bilangan Avogadro	ubah ke volume, lalu ke mol

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

Rumus empiris dikira rumus molekul	jawaban berhenti di $C_3H_4O_3$	periksa Mr; bisa jadi perlu dikali 2

BEDAH SOAL ASLI

Soal pertama hanya butuh satu gagasan: semua senyawa mengandung satu atom P, jadi Mr terkecil berarti kadar tertinggi. Pengecoh D (PCl_3) menarik karena kesannya "hanya terdiri atas P dan Cl".

►. Fosfor merupakan salah satu unsur penting yang banyak digunakan dalam berbagai produk kimia, baik di bidang pertanian, industri, maupun laboratorium. Senyawa-senyawa fosfor memiliki peranan yang beragam, misalnya sebagai bahan pupuk, bahan tambahan makanan, hingga bahan baku pembuatan zat kimia lainnya. Beberapa contoh senyawa yang mengandung fosfor beserta massa molekul relatifnya (Mr) dapat dilihat dalam tabel.

Nama Senyawa	Rumus Kimia	Mr
Natrium dihidrogen fosfat	NaH_2PO_4	120
Natrium hidrogen fosfat	Na_2HPO_4	142
Natrium fosfat	Na_3PO_4	164
Fosfor triklorida	PCl_3	137,5
Fosfor pentaklorida	PCl_5	208,5

Senyawa yang memiliki kandungan fosfor tertinggi adalah .... (Diketahui Ar P = 31)

A. Natrium dihidrogen fosfat
B. Natrium hidrogen fosfat
C. Natrium fosfat
D. Fosfor triklorida
E. Fosfor pentaklorida

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 20,3 %

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: kadar (persen massa) unsur dalam senyawa = (jumlah atom unsur × Ar unsur) ÷ Mr senyawa × 100%.

Langkah 1 – Setiap senyawa hanya mengandung 1 atom P, jadi pembilangnya sama, yaitu 31. Senyawa dengan Mr **terkecil** pasti memiliki kadar P **terbesar**.

Langkah 2 – Hitung kadar P setiap senyawa.

1. NaH_2PO_4: 31 ÷ 120 × 100% = **25,8%**
2. Na_2HPO_4: 31 ÷ 142 × 100% = 21,8%
3. Na_3PO_4: 31 ÷ 164 × 100% = 18,9%
4. PCl_3: 31 ÷ 137,5 × 100% = 22,5%

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

5. PCl_5: 31 ÷ 208,5 × 100% = 14,9%

Cek ulang: Mr terkecil = 120 (NaH_2PO_4) dan kadarnya memang terbesar ✓.

Analisis opsi:

• A ✓ 25,8% (tertinggi).

• B ✗ 21,8%. C ✗ 18,9%. E ✗ 14,9% (terendah).

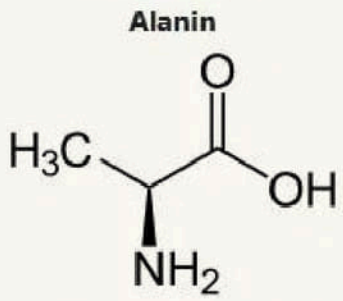
• D ✗ 22,5%. *Jebakan:* PCl_3 tampak "kaya fosfor" karena hanya terdiri atas P dan Cl, padahal 3 atom Cl (Ar 35,5) membuat Mr-nya lebih besar daripada NaH_2PO_4.

Jawaban: A.

Soal kedua menguji ketelitian membaca struktur. Lima pilihan jawabannya adalah persen H, persen N, persen O, jawaban benar, dan hasil bila satu atom H terlupa. Artinya, setiap kesalahan langkah sudah disiapkan sebagai pengecoh.

►. Alanin merupakan monomer salah satu asam amino esensial pembentuk protein. Protein sangat penting dalam tubuh karena berperan sebagai enzim, hormon, dan pembangun jaringan. Dalam industri farmasi dan makanan, alanin dapat diproduksi secara sintetik atau melalui fermentasi. Struktur alanin ditunjukkan pada gambar.

Berdasarkan struktur alanin, berapa persentase massa karbon dalam molekul alanin? (Diketahui Ar: C = 12, H = 1, N = 14, O = 16)



A. 7,87%
B. 15,73%
C. 35,96%
D. 40,45%
E. 40,90%

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 21,8 %

Pembahasan **Kunci: D**

Langkah 1 – Tentukan rumus molekul dari struktur.

• Atom C: CH_3 (1) + C yang mengikat NH_2 (1) + C pada gugus –COOH (1) = **3 atom C**.

• Atom H: 3 (pada CH_3) + 1 (pada C pusat, tidak digambar) + 2 (pada NH_2) + 1 (pada OH) = **7 atom H**.

• Atom N: 1; atom O: 2.

Rumus molekul alanin: **$C_3H_7NO_2$**.

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

Langkah 2 – Hitung Mr. Mr = 3(12) + 7(1) + 14 + 2(16) = 36 + 7 + 14 + 32 = **89**.

Langkah 3 – Persen massa C. %C = 36 ÷ 89 × 100% = **40,45%**.

Cek ulang: %H = 7,87%; %N = 15,73%; %O = 35,96%; jumlah 40,45 + 7,87 + 15,73 + 35,96 = 100,01% ≈ 100% ✓.

Analisis opsi:

- A ✗ 7,87% adalah persen **H**.
- B ✗ 15,73% adalah persen **N**.
- C ✗ 35,96% adalah persen **O**.
- D ✓ 40,45%.
- E ✗ 40,90%: *Jebakan* lupa atom H pada C pusat yang tidak digambar (rumus $C_3H_6NO_2$, Mr 88 → 36/88 = 40,9%).

Jawaban: D.

Soal ketiga memadukan kadar % volume dengan persamaan gas ideal. Ikuti urutannya: pecahan → volume SO_2 → mol (PV = nRT, T = 298 K) → jumlah molekul.

►. Sulfur dioksida (SO_2) merupakan polutan udara berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan aktivitas industri. Gas SO_2 dapat menyebabkan hujan asam dan masalah pernapasan. Sebuah stasiun pemantau kualitas udara mengambil sampel udara di area industri sebanyak 6 liter pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi sulfur dioksida di area industri sebesar 0,0002% volume.

Berapakah jumlah molekul SO_2 yang terdeteksi dalam sampel? (Diketahui: bilangan Avogadro = $6{,}02 \times 10^{23}$ molekul/mol; R = 0,082 L·atm·mol^{-1}·K^{-1})

A. $2{,}95 \times 10^{17}$ molekul
B. $12{,}02 \times 10^{17}$ molekul
C. $3{,}23 \times 10^{18}$ molekul
D. $1{,}51 \times 10^{23}$ molekul
E. $2{,}41 \times 10^{24}$ molekul

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 20,2 %

Pembahasan **Kunci: A**

Langkah 1 – Volume SO_2 dalam sampel. 0,0002% volume = 0,0002/100 = 2×10^{-6}.
$V(SO_2) = 2 \times 10^{-6} \times 6$ L = **$1{,}2 \times 10^{-5}$ L**.

Langkah 2 – Mol SO_2 (gas ideal, 25 °C = 298 K).
$n = PV \div RT = (1 \times 1{,}2 \times 10^{-5}) \div (0{,}082 \times 298) = 1{,}2 \times 10^{-5} \div 24{,}436 =$ **$4{,}91 \times 10^{-7}$ mol**.

Langkah 3 – Jumlah molekul. $N = 4{,}91 \times 10^{-7} \times 6{,}02 \times 10^{23} =$ **$2{,}95 \times 10^{17}$ molekul**.

Cek ulang: dengan volume molar 24,45 L/mol (25 °C, 1 atm) hasilnya $2{,}95 \times 10^{17}$ juga ✓.

Analisis opsi:

- A ✓.
- B ✗ ≈ $2 \times 10^{-6} \times 6{,}02 \times 10^{23}$: *Jebakan* menganggap 2×10^{-6} (pecahan volume) sebagai jumlah mol.

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

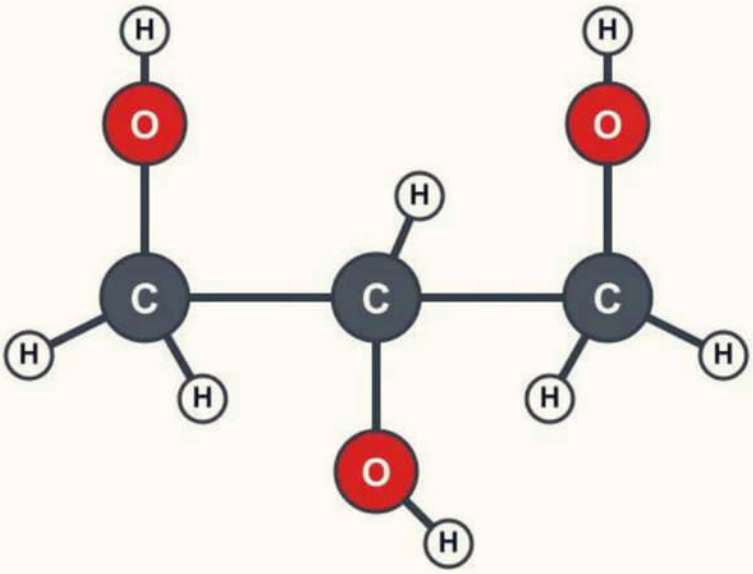
• C ✗ memakai volume molar STP 22,4 L (hasilnya $3{,}23 \times 10^{17}$), padahal suhu 25 °C, lalu pangkatnya pun salah.
• D ✗ $1{,}51 \times 10^{23}$: menganggap 6 L sampel seluruhnya SO_2 lalu dibagi 24 (= 0,25 mol).
• E ✗ nilainya jauh terlalu besar (lebih dari 1 mol molekul dalam 6 L udara), tidak mungkin untuk polutan berkadar ppm.

Jawaban: A.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal kadar unsur dari gambar struktur ini meniru bentuk soal asli No. 2. Hitung semua atom pada gambar, termasuk atom H pada gugus –OH, lalu bandingkan massa, bukan jumlah atom.

►. Gliserol adalah cairan kental yang dipakai dalam sabun, pelembap kulit, dan pasta gigi karena mampu menarik uap air dari udara. Senyawa ini juga diperoleh sebagai hasil samping pembuatan biodiesel dari minyak sawit. Struktur molekul gliserol ditunjukkan pada gambar (bola merah = O, bola abu-abu = C, bola putih = H).
(Ar C = 12, H = 1, O = 16)
Persentase massa oksigen dalam gliserol adalah ....



gliserol

A. 8,7 %
B. 17,4 %
C. 33,3 %
D. 39,1 %
E. 52,2 %

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

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: % massa unsur = (jumlah atom × Ar) ÷ Mr × 100 %. Jumlah atom dihitung dari struktur.

Langkah 1 – Rumus molekul. Dari gambar: 3 C, 8 H, 3 O → $C_3H_8O_3$.
Langkah 2 – Mr. 3(12) + 8(1) + 3(16) = 36 + 8 + 48 = 92.
Langkah 3 – % O. 48 ÷ 92 × 100 % = **52,2 %**.

Analisis opsi:
• A ✗ 8,7 % adalah % H.
• B ✗ Hanya satu atom O yang dihitung (16 ÷ 92).
• C ✗ Perbandingan jumlah atom (3 dari 9 atom C dan O), bukan perbandingan massa. *Jebakan: memakai jumlah atom, bukan massa.*
• D ✗ 39,1 % adalah % C.
• E ✓ 52,2 %.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

1. Besi diperoleh dari beberapa jenis bijih. Perusahaan tambang lebih menyukai bijih yang kadar besinya tinggi karena lebih hemat diolah. Tabel berikut memuat lima mineral besi beserta rumus dan massa molekul relatifnya.

Mineral	Rumus	Mr
Hematit	Fe_2O_3	160
Magnetit	Fe_3O_4	232
Siderit	$FeCO_3$	116
Pirit	FeS_2	120
Goetit	FeO(OH)	89

(Ar Fe = 56)
Mineral dengan persentase massa besi tertinggi adalah ....

A. hematit
B. magnetit
C. siderit
D. pirit
E. goetit

2. Berlian adalah karbon murni yang atom-atomnya tersusun dalam jaringan kovalen raksasa. Massa batu permata dinyatakan dalam satuan karat, dengan 1 karat = 0,2 gram. Sebuah cincin dihiasi sebutir berlian 0,2 karat. Pemiliknya penasaran berapa banyak atom karbon yang menyusun berlian kecil itu.

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

(Ar C = 12; bilangan Avogadro = $6{,}02 \times 10^{23}$)
Jumlah atom karbon dalam berlian tersebut adalah ....

A. $3{,}3 \times 10^{-3}$
B. $2{,}0 \times 10^{21}$
C. $1{,}0 \times 10^{22}$
D. $2{,}4 \times 10^{22}$
E. $2{,}9 \times 10^{23}$

3. Laboratorium pengawasan pangan menganalisis suatu senyawa pemberi aroma buah dalam perisa makanan. Hasil analisis unsur menunjukkan bahwa senyawa itu tersusun atas 54,5 % karbon, 9,1 % hidrogen, dan 36,4 % oksigen (persen massa). Dari pengukuran lain diketahui massa molekul relatifnya 88.
(Ar C = 12, H = 1, O = 16)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Rumus empiris senyawa tersebut adalah C_2H_4O.	○	○
Rumus molekul senyawa tersebut adalah $C_4H_8O_2$.	○	○
Dalam 0,5 mol senyawa tersebut terdapat 4 mol atom karbon.	○	○

Kunci singkat: 1. B 2. B 3. 1B 2B 3S

✔ PERIKSA DIRI

- Tuliskan dari ingatan empat cara mengubah besaran (massa, partikel, volume gas, larutan) menjadi mol.
- Mengapa senyawa dengan kadar unsur tertinggi belum tentu menyediakan massa unsur terbanyak?
- Bagaimana kamu mengubah 150 ppm volume menjadi pecahan, lalu menjadi mol gas dalam 1 m^3 udara pada 27 °C dan 1 atm?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-1.3

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

Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas

KIM-1.4

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Hitungan berdasarkan persamaan reaksi (stoikiometri) muncul di dua soal asli 2025:

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 3	massa tembaga dari CuO + C (pereaksi pembatas)	28,4 %
No. 5	volume CO_2 dari pembakaran campuran etana–propana	26,3 %

Soal No. 6 (komposisi larutan untuk 29,8 g KCl) memakai cara berpikir yang sama untuk larutan. Soal itu dibedah di sub bab 2.1.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyetarakan persamaan reaksi dan membaca koefisien sebagai perbandingan mol (dan perbandingan volume gas);
- menentukan pereaksi pembatas, massa hasil, dan massa pereaksi yang bersisa;
- menghitung rendemen;
- menyelesaikan soal campuran dua zat dan soal reaksi bertahap.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Di dapur, resep kue menyebut "2 butir telur untuk 250 g tepung". Bila kamu hanya punya 3 butir telur, kue yang dapat dibuat terbatas oleh telur, berapa pun tepung yang tersedia. Reaksi kimia bekerja dengan cara yang sama. **Persamaan reaksi** adalah resepnya, **koefisien** adalah takarannya, dan pereaksi yang habis lebih dulu menentukan berapa banyak hasil yang terbentuk.

1. Persamaan reaksi: bahasa kimia

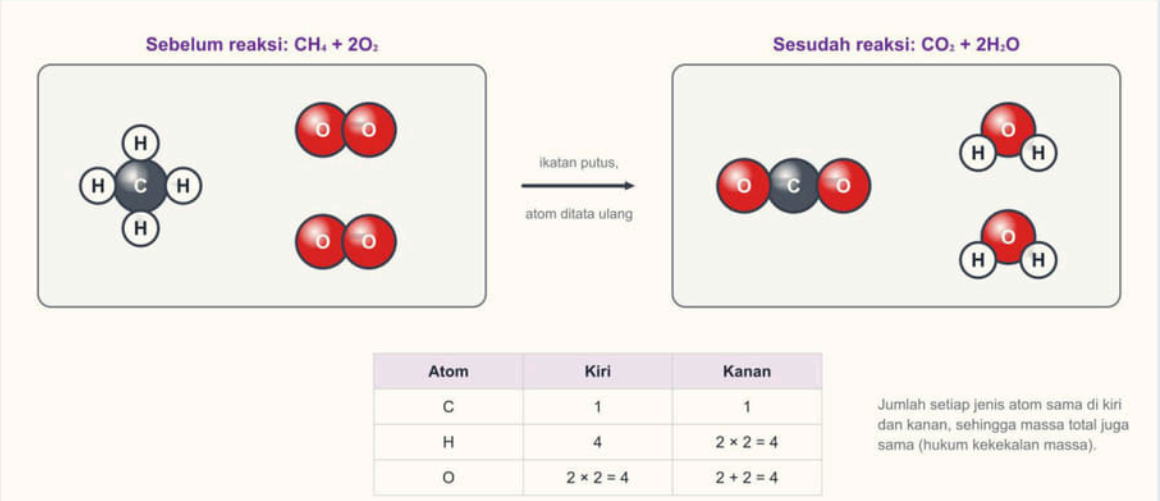
Persamaan reaksi menuliskan pereaksi di kiri tanda panah dan hasil reaksi di kanan, lengkap dengan wujudnya: (s) padat, (l) cair, (g) gas, dan (aq) larutan dalam air. Contohnya:

$$\mathrm{CH_4}(g) + 2\mathrm{O_2}(g) \rightarrow \mathrm{CO_2}(g) + 2\mathrm{H_2O}(g)$$

Angka di depan rumus adalah **koefisien**. Koefisien menyatakan perbandingan jumlah partikel yang bereaksi: satu molekul metana bereaksi dengan dua molekul oksigen menghasilkan satu molekul karbon dioksida dan dua molekul air. Karena 1 mol berisi jumlah partikel yang sama untuk zat apa pun, koefisien juga menyatakan **perbandingan mol**.

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

Pada tingkat partikel, reaksi kimia hanyalah **penataan ulang atom** (Gambar 1.18). Ikatan-ikatan lama putus, atom-atom berpindah pasangan, lalu terbentuk ikatan baru. Tidak ada atom yang muncul dari ketiadaan dan tidak ada yang hilang. Inilah dasar **hukum kekekalan massa (Lavoisier)**: massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi.



Atom	Kiri	Kanan
C	1	1
H	4	2 × 2 = 4
O	2 × 2 = 4	2 + 2 = 4

Jumlah setiap jenis atom sama di kiri dan kanan, sehingga massa total juga sama (hukum kekekalan massa).

Gambar 1.18 Pembakaran metana pada tingkat partikel. Jumlah atom C, H, dan O di kiri dan kanan sama, sehingga massa total tidak berubah. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Karena atom tidak hilang, persamaan reaksi harus **setara**: jumlah setiap jenis atom di kiri sama dengan di kanan. Cara menyetarakan reaksi pembakaran hidrokarbon C_xH_Y:

1. Setarakan C dengan memberi koefisien x pada CO_2.
2. Setarakan H dengan memberi koefisien y/2 pada H_2O.
3. Setarakan O terakhir, karena O muncul di dua hasil sekaligus. Bila koefisien O_2 berupa pecahan, kalikan semua koefisien dengan 2.

Contoh terselesaikan 1: menyetarakan reaksi pembakaran

Soal. Setarakan pembakaran sempurna propana (C_3H_8), bahan bakar gas elpiji, dan etanol (C_2H_5OH), bahan bakar campuran bensin.

Langkah.

1. Propana: $C_3H_8 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ (3 atom C, 8 atom H → 4 H_2O).
2. Hitung O di kanan: 3 × 2 + 4 × 1 = 10 atom → perlu 5 O_2. Setara: $\mathbf{C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O}$.
3. Etanol: $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ (2 atom C, 6 atom H).
4. O di kanan: 2 × 2 + 3 = 7 atom. Etanol sudah membawa 1 atom O, jadi O_2 harus menyumbang 6 atom → 3 O_2. Setara: $\mathbf{C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O}$.

Cek. Hitung ulang setiap atom di kiri dan kanan. Pada etanol, jangan lupa atom O yang sudah ada di dalam molekulnya.

2. Hukum-hukum dasar kimia

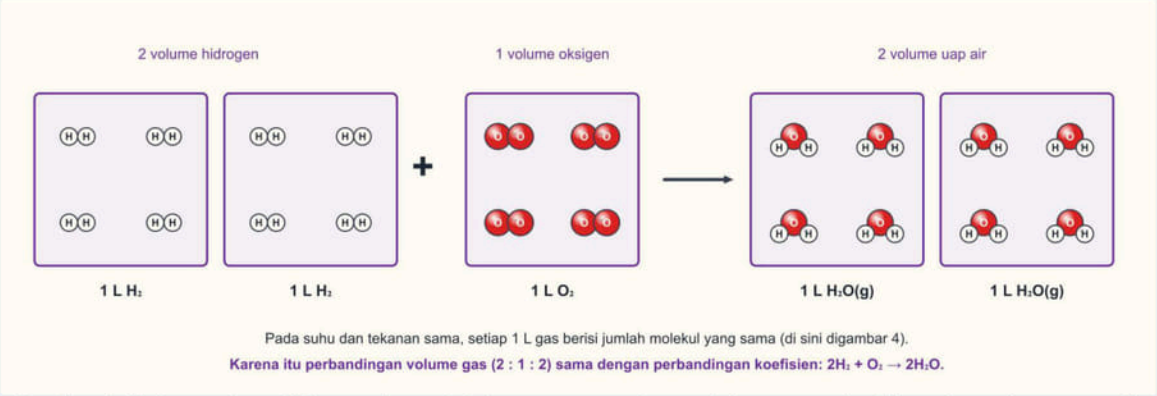
Pada abad ke-18 dan ke-19, para ilmuwan menimbang dan mengukur zat dengan teliti sebelum dan sesudah reaksi. Dari pengukuran itu lahir hukum-hukum dasar yang kemudian dijelaskan oleh teori atom.

Hukum	Isi	Penjelasan pada tingkat partikel
Kekekalan massa (Lavoisier, 1789)	massa sebelum = massa sesudah reaksi (dalam sistem tertutup)	atom hanya ditata ulang
Perbandingan tetap (Proust, 1799)	perbandingan massa unsur dalam suatu senyawa selalu tetap, dari mana pun asalnya	rumus senyawa tetap, misalnya H_2O selalu 2 H : 1 O, sehingga massa H : O selalu 2 : 16 = 1 : 8
Perbandingan berganda (Dalton, 1803)	bila dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, perbandingan massa unsur kedua (untuk massa unsur pertama yang sama) berupa bilangan bulat sederhana	CO dan CO_2: untuk 12 g C, massa O 16 g dan 32 g, yaitu 1 : 2
Perbandingan volume (Gay-Lussac, 1808)	pada suhu dan tekanan sama, volume gas yang bereaksi dan yang terbentuk berbanding sebagai bilangan bulat sederhana	volume sama berisi jumlah molekul sama (hipotesis Avogadro)

Hukum Gay-Lussac paling sering dipakai dalam soal gas. Gambar 1.19 menunjukkan alasannya: karena setiap liter gas pada suhu dan tekanan yang sama berisi jumlah molekul yang sama,

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

perbandingan volume sama dengan perbandingan jumlah molekul, yaitu perbandingan koefisien.



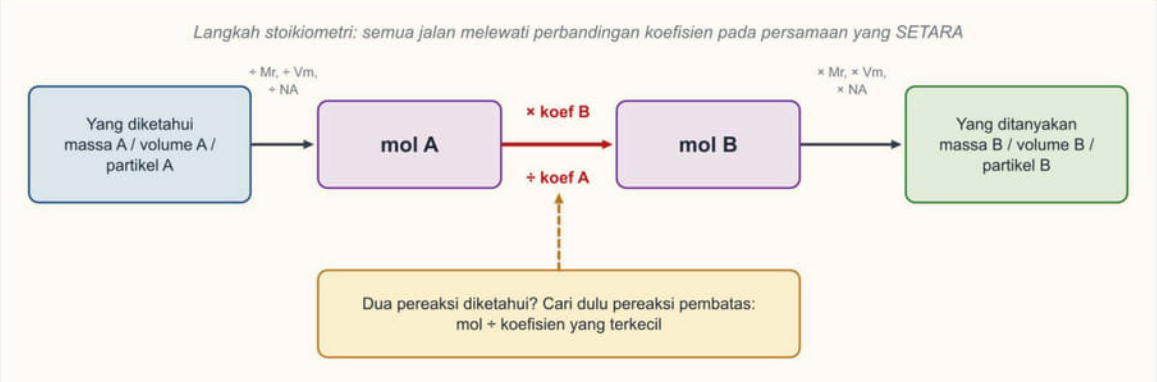
Gambar 1.19 Dua volume hidrogen bereaksi dengan satu volume oksigen menghasilkan dua volume uap air. Perbandingan volume 2 : 1 : 2 sama dengan perbandingan koefisien. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

3. Stoikiometri: menghitung dengan koefisien

Stoikiometri adalah perhitungan jumlah zat dalam reaksi. Semua soal stoikiometri mengikuti alur yang sama (Gambar 1.20): ubah yang diketahui menjadi mol, pakai perbandingan koefisien, lalu ubah mol hasil menjadi besaran yang ditanyakan.

$$\text{mol zat yang dicari} = \frac{\text{koefisien zat yang dicari}}{\text{koefisien zat yang diketahui}} \times \text{mol zat yang diketahui}$$

Untuk gas pada suhu dan tekanan yang sama, "mol" pada rumus ini boleh langsung diganti "volume".



Gambar 1.20 Alur perhitungan stoikiometri. Langkah tengah, yaitu perbandingan koefisien, hanya benar bila persamaan reaksinya sudah setara. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 2: besi dari bijihnya

Soal. Di tanur tinggi, bijih besi Fe_2O_3 direduksi oleh gas CO: $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$. Berapa gram besi yang dapat diperoleh dari 1 kg Fe_2O_3 murni? (Ar Fe = 56, O = 16)

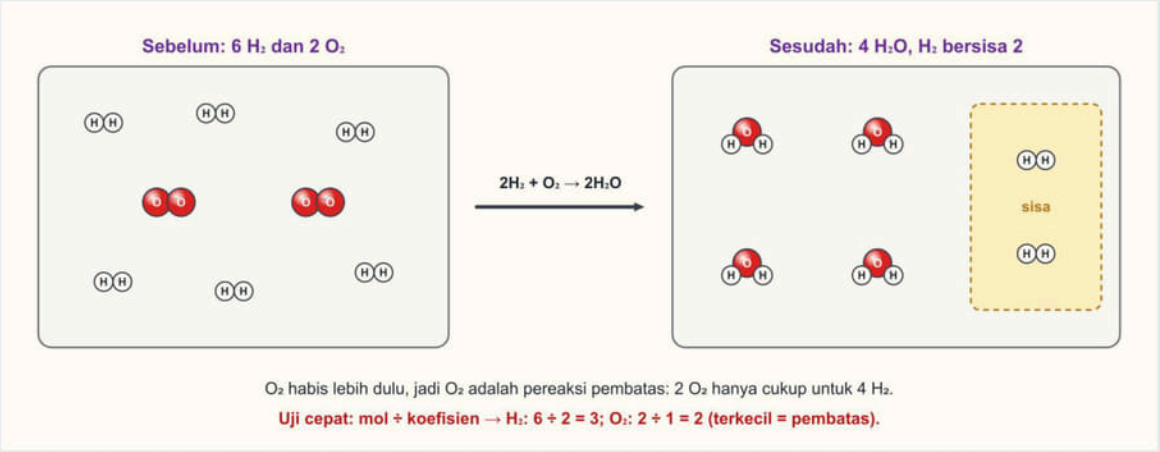
Langkah.

1. Mr Fe_2O_3 = 2(56) + 3(16) = 160. Mol Fe_2O_3 = 1.000 ÷ 160 = 6,25 mol.
2. Perbandingan koefisien Fe : Fe_2O_3 = 2 : 1 → mol Fe = 2 × 6,25 = 12,5 mol.
3. Massa Fe = 12,5 × 56 = **700 g**.

Cek. Kadar Fe dalam Fe_2O_3 = 112 ÷ 160 = 70 %, dan 70 % × 1.000 g = 700 g ✓. Dua cara memberi hasil yang sama karena semua atom Fe berpindah ke logam besi.

4. Pereaksi pembatas, sisa, dan rendemen

Bila dua pereaksi dicampur dalam jumlah sembarang, hampir selalu ada satu yang habis lebih dulu. Pereaksi itu disebut **pereaksi pembatas**, karena jumlah hasil dibatasi olehnya. Pereaksi lainnya bersisa (**berlebih**). Gambar 1.21 memperlihatkannya pada tingkat partikel.



Gambar 1.21 Enam molekul H_2 dan dua molekul O_2 bereaksi menurut $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$. Dua molekul O_2 hanya cukup untuk empat molekul H_2, sehingga O_2 habis dan dua molekul H_2 bersisa. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Langkah menentukan pembatas:

1. Hitung mol setiap pereaksi.
2. Bagi setiap mol dengan koefisiennya. **Hasil bagi terkecil adalah pereaksi pembatas.** Pembagian dengan koefisien diperlukan karena pereaksi tidak selalu bereaksi satu banding satu.
3. Hitung hasil reaksi dari pereaksi pembatas.
4. Sisa pereaksi lain = mol awal − mol yang bereaksi.

Cara rapi untuk menuliskannya adalah tabel **mula-mula, bereaksi, sisa** (M–R–S). Baris "bereaksi" selalu sebanding dengan koefisien.

Dalam praktik, hasil yang diperoleh hampir selalu lebih kecil daripada hasil teoretis: sebagian zat tertinggal di wadah, terbuang saat penyaringan, atau ikut reaksi samping. Perbandingan keduanya disebut **rendemen**:

$$\text{rendemen} = \frac{\text{hasil nyata}}{\text{hasil teoretis}} \times 100\,\%$$

Mengapa industri sengaja memakai pereaksi berlebih? Dalam kehidupan nyata, pereaksi berlebih bukan pemborosan, melainkan pilihan yang disengaja. Pada kompor gas, udara (sumber O_2) dibuat berlebih agar seluruh bahan bakar terbakar sempurna menjadi CO_2 dan H_2O. Bila oksigen menjadi pembatas, sebagian karbon hanya teroksidasi menjadi CO yang beracun atau jelaga hitam. Di pabrik, pereaksi yang murah dan mudah dipisahkan dari produk biasanya dibuat berlebih, sedangkan pereaksi yang mahal dijadikan pembatas agar terpakai seluruhnya. Contohnya, pada pembuatan besi di tanur tinggi, kokas (karbon) dan udara yang murah dipakai berlebih supaya bijih besi yang bernilai tereduksi sebanyak mungkin. Jadi, setiap kali membaca soal stoikiometri, tanyakan dua hal: pereaksi mana yang membatasi hasil, dan pereaksi mana yang akan tertinggal di akhir reaksi bersama produknya.

Contoh terselesaikan 3: pereaksi pembatas dan sisa

Soal. Sebanyak 5,4 g serbuk aluminium direaksikan dengan 14,2 g gas klorin menurut $2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$. Tentukan pereaksi pembatas, massa $AlCl_3$ yang terbentuk, dan massa pereaksi yang bersisa. (Ar Al = 27, Cl = 35,5)

Langkah.

1. Mol Al = 5,4 ÷ 27 = 0,2 mol; mol Cl_2 = 14,2 ÷ 71 = 0,2 mol.
2. Bagi dengan koefisien: Al → 0,2 ÷ 2 = 0,1; Cl_2 → 0,2 ÷ 3 = 0,067. Yang terkecil: **Cl_2 pembatas**.

	$2Al$	$3Cl_2$	$2AlCl_3$
Mula-mula (mol)	0,2	0,2	—
Bereaksi (mol)	0,133	0,2	+0,133
Sisa (mol)	0,067	0	0,133

1. Massa $AlCl_3$ = 0,133 × 133,5 = **17,8 g**.

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

2. Al bersisa 0,067 mol = **1,8 g**.

Cek. Massa awal 5,4 + 14,2 = 19,6 g; massa akhir 17,8 + 1,8 = 19,6 g ✓. Mol kedua pereaksi sama (0,2), tetapi Cl_2 tetap pembatas karena koefisiennya lebih besar.

Contoh terselesaikan 4: rendemen praktikum

Soal. Dalam praktikum, 11,1 g $CaCl_2$ direaksikan dengan larutan Na_2CO_3 berlebih: $CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$. Endapan $CaCO_3$ yang diperoleh setelah disaring dan dikeringkan 8,5 g. Berapa rendemennya? (Mr $CaCl_2$ = 111, $CaCO_3$ = 100)

Langkah.

1. Na_2CO_3 berlebih, jadi $CaCl_2$ pembatas. Mol $CaCl_2$ = 11,1 ÷ 111 = 0,1 mol.
2. Koefisien 1 : 1 → $CaCO_3$ teoretis = 0,1 mol = 10 g.
3. Rendemen = 8,5 ÷ 10 × 100 % = **85 %**.

Cek. Rendemen tidak mungkin lebih dari 100 %. Bila hasil hitunganmu melebihi 100 %, kemungkinan endapan belum kering (masih mengandung air) atau pembatasnya keliru.

5. Campuran dua zat dan reaksi bertahap

Bila dua zat dalam campuran bereaksi bersamaan, misalkan jumlah zat pertama x dan zat kedua (total − x). Tulis satu persamaan dari data yang diketahui (misalnya volume CO_2 atau massa produk), selesaikan x, lalu hitung yang ditanyakan.

Bila hasil reaksi pertama menjadi pereaksi reaksi kedua, hubungkan keduanya lewat **zat perantara**. Kerjakan dari zat yang ditanyakan, satu reaksi demi satu reaksi. Jangan menjumlahkan koefisien dari dua persamaan yang berbeda.

Contoh terselesaikan 5: campuran metana dan propana

Soal. Sebanyak 10 L campuran metana (CH_4) dan propana (C_3H_8) dibakar sempurna dan menghasilkan 18 L CO_2. Semua volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama. Berapa liter oksigen yang diperlukan?

Langkah.

1. Persamaan setara: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ dan $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$.
2. Misalkan CH_4 = x L, sehingga C_3H_8 = (10 − x) L.
3. CO_2 total: $x + 3(10 - x) = 18 \rightarrow 30 - 2x = 18 \rightarrow x = 6$. Jadi CH_4 = 6 L dan C_3H_8 = 4 L.
4. $O_2 = 2(6) + 5(4) = 12 + 20 =$ **32 L**.

Cek. Masukkan kembali: $CO_2 = 6 + 12 = 18$ L ✓. Karena semua zat gas pada suhu dan tekanan sama, volume dapat dipakai langsung tanpa mengubahnya ke mol.

Ringkasan

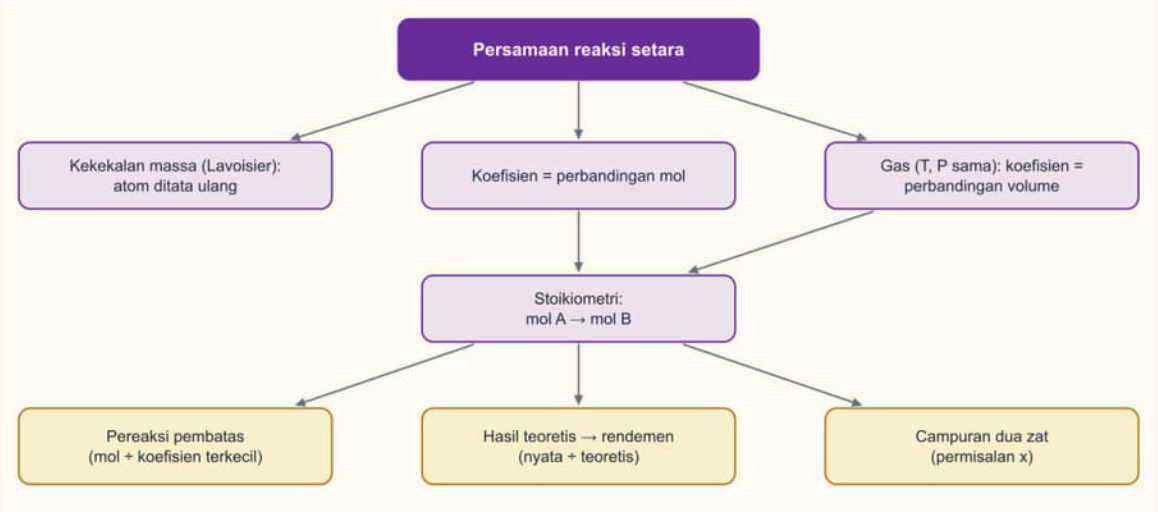
- Reaksi kimia = penataan ulang atom; karena itu persamaan harus setara dan massa kekal.
- Koefisien = perbandingan mol; untuk gas pada suhu dan tekanan sama, juga perbandingan volume.
- Stoikiometri: yang diketahui → mol → × perbandingan koefisien → mol → yang ditanyakan.

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

- Pereaksi pembatas = mol ÷ koefisien terkecil; hasil dihitung dari pembatas; gunakan tabel mula-mula–bereaksi–sisa.
- Rendemen = hasil nyata ÷ hasil teoretis × 100 %.

❖ PETA KONSEP

Gambar 1.22 merangkum jalur dari persamaan reaksi setara ke tiga jenis perhitungan yang paling sering diuji.



Gambar 1.22 Peta konsep persamaan reaksi, hukum dasar, dan stoikiometri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. **Setarakan dulu** setiap persamaan yang ditulis "(belum setara)".
2. Ubah semua yang diketahui menjadi mol. Pengecualian: untuk gas pada suhu dan tekanan sama, volume boleh langsung dipakai.
3. Bila ada dua pereaksi, **selalu** cari pembatasnya, walaupun soal tidak menyebutnya.
4. Hitung hasil teoretis, lalu kalikan dengan rendemen bila disebutkan.
5. Cek dengan kekekalan massa: massa awal = massa hasil + massa sisa.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Pembatas ditentukan dari massa	"CuO 39,75 g jauh lebih banyak daripada C 3 g, jadi C pembatas"	bandingkan mol ÷ koefisien; pada soal No. 3 keduanya habis bersamaan
Koefisien dilupakan	mol Cu dianggap sama dengan mol C	mol Cu = 2 × mol C pada $2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2$

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

Semua massa pereaksi dianggap menjadi produk	hasil = 0,9 × (massa A + massa B)	pereaksi berlebih tidak ikut menjadi produk
Rendemen dihitung terhadap massa pereaksi	rendemen = hasil ÷ massa pereaksi	rendemen = hasil nyata ÷ hasil **teoretis**
Campuran dianggap satu zat	seluruh 10 L campuran dianggap etana	buat permisalan x dan (10 − x)
Gas yang tidak bereaksi dilupakan	CO_2 bawaan atau O_2 berlebih tidak dihitung	gas sisa ikut dijumlahkan dalam volume akhir

• BEDAH SOAL ASLI

Pada soal pertama, data kunci yang sering terlewat adalah volume **uap air** (36 L). Dari data itulah komposisi campuran bisa dihitung. Pengecoh 44 L memakai angka Mr CO_2, yang tidak ada hubungannya dengan volume.

►. Penggunaan gas etana dan propana sebagai bahan bakar alternatif semakin meningkat di kawasan industri. Meski pembakarannya berlangsung sempurna, gas rumah kaca berupa CO_2 tetap dihasilkan dan berkontribusi terhadap pemanasan global. Dalam suatu percobaan, campuran 10 liter etana (C_2H_6) dan propana (C_3H_8) dibakar sempurna menghasilkan gas karbon dioksida dan 36 L uap air. Reaksi pembakaran masing-masing gas sebagai berikut.

$C_2H_6(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (belum setara)

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (belum setara)

Berapakah volume total gas CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran campuran tersebut jika semua gas diukur pada suhu dan tekanan yang sama?

A. 8 L
B. 18 L
C. 20 L
D. 26 L
E. 44 L

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 26,3 %

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep (Hukum Gay-Lussac): pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume gas = perbandingan koefisien reaksi.

Langkah 1 – Setarakan reaksi.

• $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ → 1 L etana menghasilkan 2 L CO_2 dan 3 L H_2O.

• $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ → 1 L propana menghasilkan 3 L CO_2 dan 4 L H_2O.

Langkah 2 – Misalkan volume etana = x L, propana = (10 − x) L.

Uap air: $3x + 4(10 - x) = 36 \rightarrow 40 - x = 36 \rightarrow$ **x = 4 L** (etana), propana = **6 L**.

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

Langkah 3 – Volume CO_2. 2(4) + 3(6) = 8 + 18 = **26 L**.

Cek ulang: uap air = 3(4) + 4(6) = 12 + 24 = 36 L ✓.

Analisis opsi:

- A ✗ 8 L hanya CO_2 dari etana. B ✗ 18 L hanya dari propana.
- C ✗ 20 L: *Jebakan* menganggap seluruh 10 L campuran adalah etana (10 × 2).
- D ✓ 26 L.
- E ✗ 44 L: angka 44 adalah Mr CO_2, bukan volume gas.

Jawaban: D.

Pada soal kedua, hitung mol ÷ koefisien kedua pereaksi. Hasilnya sama (0,25), artinya keduanya habis tepat bersamaan. Pengecoh 16 g muncul dari menganggap mol Cu sama dengan mol C, yaitu melupakan koefisien 2.

►. Tembaga (Cu) banyak dimanfaatkan dalam industri kelistrikan seperti pembuatan kabel, kumparan motor, dan komponen elektronik karena memiliki konduktivitas listrik yang sangat tinggi. Salah satu cara mendapatkan tembaga murni adalah dengan mereduksi CuO menggunakan karbon. Reaksi berlangsung sebagai berikut.
$2CuO(s) + C(s) \rightarrow 2Cu(s) + CO_2(g)$

Di laboratorium sekolah, seorang murid mereaksikan 39,75 gram CuO dan 3,0 gram karbon. Berapa gram tembaga murni (Cu) maksimum yang dapat diperoleh? (Diketahui Ar: Cu = 63,5; O = 16; C = 12)

A. 16 gram
B. 23,8 gram
C. 25,4 gram
D. 31,75 gram
E. 47,62 gram

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 28,4 %

Pembahasan **Kunci: D**

Langkah 1 – Mol pereaksi.

- Mr CuO = 63,5 + 16 = 79,5 → n(CuO) = 39,75 ÷ 79,5 = **0,50 mol**.
- n(C) = 3,0 ÷ 12 = **0,25 mol**.

Langkah 2 – Tentukan pereaksi pembatas (mol ÷ koefisien):

- CuO: 0,50 ÷ 2 = 0,25. • C: 0,25 ÷ 1 = 0,25.

Hasil baginya sama → kedua pereaksi habis tepat bersamaan (perbandingan stoikiometris).

Langkah 3 – Mol dan massa Cu. n(Cu) = (2/2) × 0,50 = 0,50 mol → massa = 0,50 × 63,5 = **31,75 g**.

Cek ulang (hukum kekekalan massa): massa CO_2 = 0,25 × 44 = 11 g. Massa awal 39,75 + 3,0 = 42,75 g; massa akhir 31,75 + 11 = 42,75 g ✓.

Analisis opsi:

- A ✗ 16 g ≈ 0,25 × 63,5: *Jebakan* memakai mol karbon langsung sebagai mol Cu.
- B ✗ 23,8 g tidak sesuai perbandingan koefisien reaksi.

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

- C ✗ 25,4 g = 0,4 mol × 63,5: salah menghitung mol CuO.
- D ✓ 31,75 g.
- E ✗ 47,62 g ≈ 0,75 × 63,5: menjumlahkan mol CuO dan mol C sebagai mol Cu.

Jawaban: D.

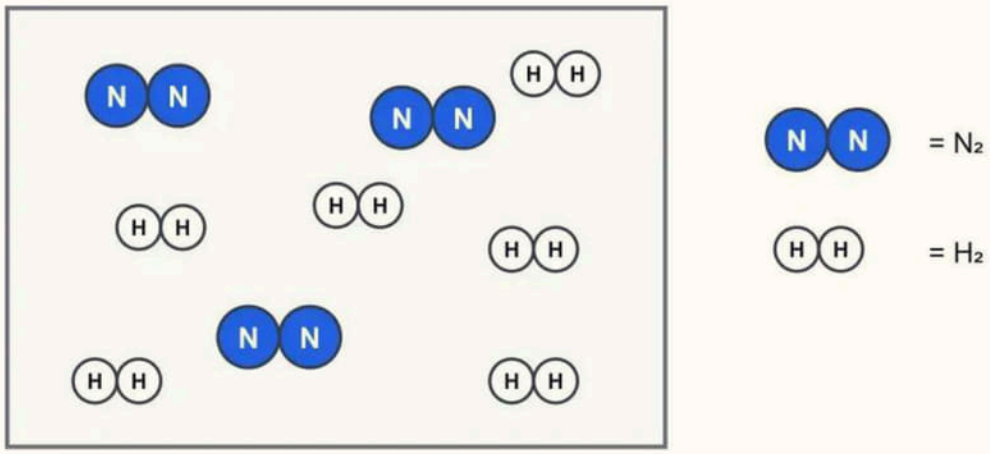
• BEDAH SOAL PREDIKSI

Model partikel membuat pereaksi pembatas terlihat nyata. Hitung partikel setiap pereaksi, bagi dengan koefisiennya, dan ingat bahwa pereaksi berlebih masih ada di wadah setelah reaksi selesai.

►. Gambar berikut menggambarkan isi sebuah wadah tertutup yang berisi molekul gas nitrogen dan gas hidrogen sebelum bereaksi. Campuran kemudian dipanaskan dengan katalis sehingga terjadi reaksi pembentukan amonia yang berlangsung sampai salah satu pereaksi habis:

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

Isi wadah setelah reaksi selesai adalah ....



isi wadah sebelum bereaksi

A. 4 molekul NH_3 dan 1 molekul N_2
B. 6 molekul NH_3
C. 4 molekul NH_3 dan 2 molekul H_2
D. 3 molekul NH_3 dan 3 molekul H_2
E. 2 molekul NH_3, 2 molekul N_2, dan 3 molekul H_2

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis lebih dulu; bandingkan jumlah partikel dengan koefisien reaksi.

Langkah 1 – Hitung partikel. Di gambar ada 3 molekul N_2 dan 6 molekul H_2.
Langkah 2 – Pembatas. 3 N_2 memerlukan 9 H_2, tetapi hanya ada 6 → H_2 pembatas. 6 H_2 bereaksi dengan 2 N_2 dan menghasilkan 4 NH_3.
Langkah 3 – Sisa. N_2 sisa = 3 − 2 = 1 molekul.

Analisis opsi:
• A ✓ 4 NH_3 dan 1 N_2 sisa.
• B ✗ Menganggap semua N_2 bereaksi (memerlukan 9 H_2). *Jebakan: menentukan hasil dari pereaksi yang bukan pembatas.*
• C ✗ H_2 adalah pembatas sehingga habis.
• D ✗ Tidak sesuai perbandingan koefisien.
• E ✗ Reaksi berlangsung sampai salah satu pereaksi habis.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

1. Dalam praktikum kimia organik, siswa membuat aspirin dengan mereaksikan 2,76 g asam salisilat (Mr = 138) dengan 3,06 g anhidrida asetat (Mr = 102). Persamaan reaksinya:
asam salisilat + anhidrida asetat → aspirin (Mr = 180) + asam asetat
Semua koefisien reaksi bernilai 1. Setelah dimurnikan dan dikeringkan, aspirin yang diperoleh 2,70 g.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Persentase hasil (rendemen) aspirin dalam praktikum tersebut adalah ....

A. 46 %
B. 50 %
C. 75 %
D. 88 %
E. 98 %

2. Sekelompok siswa memanaskan serbuk besi dengan serbuk belerang dalam tabung reaksi sehingga terbentuk besi(II) sulfida (FeS). Setiap percobaan dilakukan sampai salah satu pereaksi habis. Data hasil percobaan sebagai berikut.

Percobaan	Massa Fe (g)	Massa S (g)	Massa FeS (g)	Sisa
1	7	4	11	tidak ada
2	14	10	22	S 2 g
3	21	8	?	?

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Massa FeS yang terbentuk dan sisa pereaksi pada percobaan 3 adalah ....

A. 29 g FeS, tanpa sisa
B. 33 g FeS, sisa S 4 g
C. 22 g FeS, sisa S 4 g
D. 22 g FeS, sisa Fe 7 g
E. 16,5 g FeS, sisa Fe 12,5 g

3. Kantong udara (airbag) pada mobil mengembang dalam waktu sangat singkat saat terjadi tabrakan. Gas pengisinya berasal dari penguraian natrium azida yang dipicu sinyal listrik dari sensor benturan:

$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

Sebuah kantong udara berisi 65 g NaN_3 (Mr = 65). Pada kondisi pengukuran, volume 1 mol gas dianggap 24 L.

Volume gas nitrogen yang dihasilkan bila semua NaN_3 terurai adalah ....

A. 16 L
B. 24 L
C. 36 L
D. 48 L
E. 72 L

Kunci singkat: 1. C 2. D 3. C

✔ PERIKSA DIRI

- Mengapa pereaksi yang massanya lebih besar belum tentu pereaksi berlebih?
- Pada reaksi gas dengan suhu dan tekanan tetap, kapan kamu boleh memakai volume langsung tanpa menghitung mol?
- Bagaimana kamu memeriksa jawaban soal stoikiometri dengan hukum kekekalan massa?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 1.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-1.4

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

Kuis Akhir Bab 1

KIM-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-kim&node=KIM-KB1

1. Dalam kegiatan kelas kimia 2026, guru membagikan kartu data partikel kepada setiap kelompok untuk dikelompokkan menurut jenis unsurnya. Tabel berikut memuat data jumlah proton, neutron, dan elektron lima partikel (atom atau ion) P, Q, R, S, dan T.

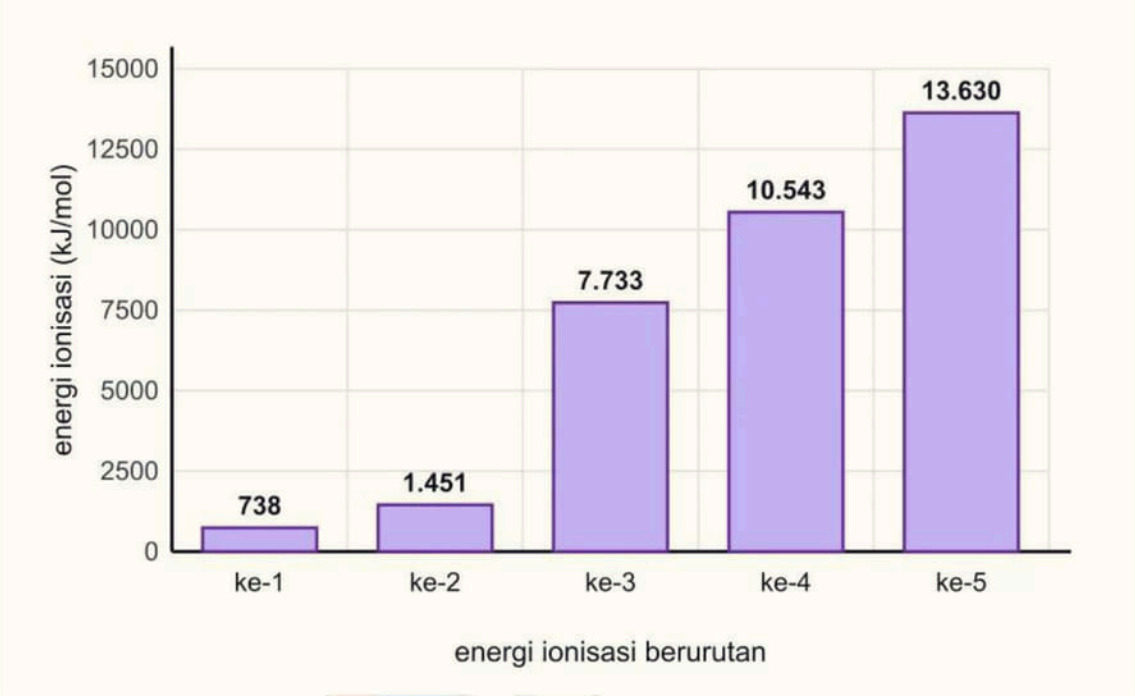
Partikel	Proton	Neutron	Elektron
P	17	18	17
Q	17	20	18
R	18	18	18
S	19	20	18
T	20	20	20

Pasangan partikel yang berasal dari unsur yang sama adalah ....

A. P dan R
B. P dan Q
C. Q dan R
D. Q dan S
E. S dan T

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

2. Unsur-unsur periode 3 banyak dimanfaatkan, misalnya natrium untuk lampu jalan dan silikon untuk sel surya. Sifat kimia unsur-unsur itu berkaitan dengan mudah-tidaknya atomnya melepas elektron. Grafik berikut menunjukkan lima energi ionisasi berurutan suatu unsur X periode 3. Unsur X bereaksi dengan gas klorin membentuk senyawa ion. Rumus senyawa yang terbentuk dari unsur X dan klorin adalah ....



A. XCl_2
B. XCl
C. X_2Cl
D. XCl_3
E. XCl_4

3. Tablet tambah darah mengandung besi dalam bentuk ion Fe^{2+}. Bila kemasannya dibiarkan terbuka, sebagian Fe^{2+} dapat teroksidasi oleh udara menjadi Fe^{3+}. Nomor atom besi adalah 26.

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Konfigurasi elektron ion Fe^{2+} adalah [Ar] $3d^6$.	○	○
Perubahan Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} terjadi dengan melepas satu elektron dari subkulit 4s.	○	○
Ion Fe^{3+} memiliki lima elektron yang tidak berpasangan.	○	○

4. Unsur-unsur periode 3 mencakup logam, metaloid, dan nonlogam, sehingga sifatnya berubah cukup tajam dari kiri ke kanan. Empat unsur W, X, Y, dan Z terletak dalam satu

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

periode (periode 3). Data jari-jari atom dan energi ionisasi pertamanya disajikan pada tabel.

Unsur	Jari-jari atom (pm)	Energi ionisasi pertama (kJ/mol)
W	160	738
X	99	1.251
Y	186	496
Z	110	1.012

Urutan keempat unsur dari nomor atom **terkecil** adalah ....

A. Y, W, Z, X
B. X, Z, W, Y
C. W, Y, Z, X
D. Z, X, Y, W
E. Y, W, X, Z

5. Boron dipakai dalam pembuatan kaca tahan panas untuk peralatan laboratorium. Di alam, boron terdiri atas dua isotop, yaitu ^{10}B dengan kelimpahan 19,9 % dan ^{11}B dengan kelimpahan 80,1 %. Anggap massa isotop sama dengan nomor massanya.
Massa atom relatif (Ar) boron adalah ....

A. 10,20
B. 10,50
C. 10,80
D. 10,90
E. 11,00

6. Dalam praktikum 2026, Rara menguji empat padatan putih K, L, M, dan N. Ia mengukur titik leleh, lalu menguji daya hantar listrik padatan, lelehan, dan larutannya dalam air. Data hasil pengamatannya sebagai berikut.

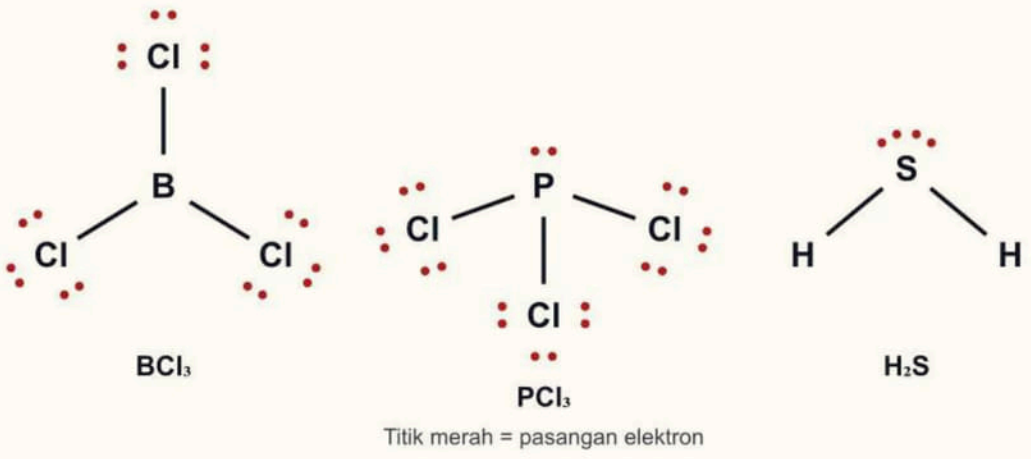
Zat	Titik leleh (°C)	Padatan	Lelehan	Larutan dalam air
K	770	tidak menghantar	menghantar	menghantar
L	186	tidak menghantar	tidak menghantar	tidak menghantar
M	153	tidak menghantar	tidak menghantar	menghantar lemah
N	1.085	menghantar	menghantar	tidak larut

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Kesimpulan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....

A. Zat M berikatan ion karena larutannya dalam air dapat menghantarkan listrik.
B. Zat K berikatan ion karena lelehannya dapat menghantarkan listrik.
C. Zat N berikatan ion karena padatannya dapat menghantarkan listrik.
D. Zat L berikatan logam karena titik lelehnya paling rendah.
E. Zat M berikatan kovalen nonpolar karena lelehannya tidak menghantar.

7. Boron triklorida dipakai sebagai katalis di industri, fosfor triklorida sebagai bahan baku pestisida, dan hidrogen sulfida adalah gas berbau telur busuk dari pembusukan limbah. Gambar berikut menunjukkan struktur Lewis tiga molekul: BCl_3, PCl_3, dan H_2S.
Pernyataan yang tepat tentang bentuk dan kepolaran molekul-molekul tersebut adalah ....



A. BCl_3 dan PCl_3 sama-sama segitiga datar karena masing-masing mengikat tiga atom Cl.
B. BCl_3 bersifat polar karena setiap ikatan B–Cl merupakan ikatan kovalen polar.
C. H_2S berbentuk linear karena atom pusatnya hanya mengikat dua atom hidrogen.
D. PCl_3 bersifat nonpolar karena ketiga ikatan P–Cl di dalamnya identik.
E. PCl_3 bersifat polar karena atom pusatnya memiliki satu pasangan elektron bebas.

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

8. Alkohol rantai pendek seperti metanol dan etanol banyak dipakai sebagai pelarut dan bahan bakar, sedangkan alkana rantai pendek merupakan komponen gas alam dan bensin. Grafik berikut menunjukkan data titik didih alkana rantai lurus dan alkohol rantai lurus (yang memiliki gugus –OH di ujung rantai) dengan jumlah atom karbon 1 sampai 5. Pernyataan yang paling tepat untuk menjelaskan pola pada grafik adalah ....



A. Selisih titik didih alkohol dan alkana makin kecil karena peran gaya London makin besar pada rantai yang panjang.

B. Selisih titik didih alkohol dan alkana makin besar karena ikatan hidrogen makin kuat pada rantai yang panjang.

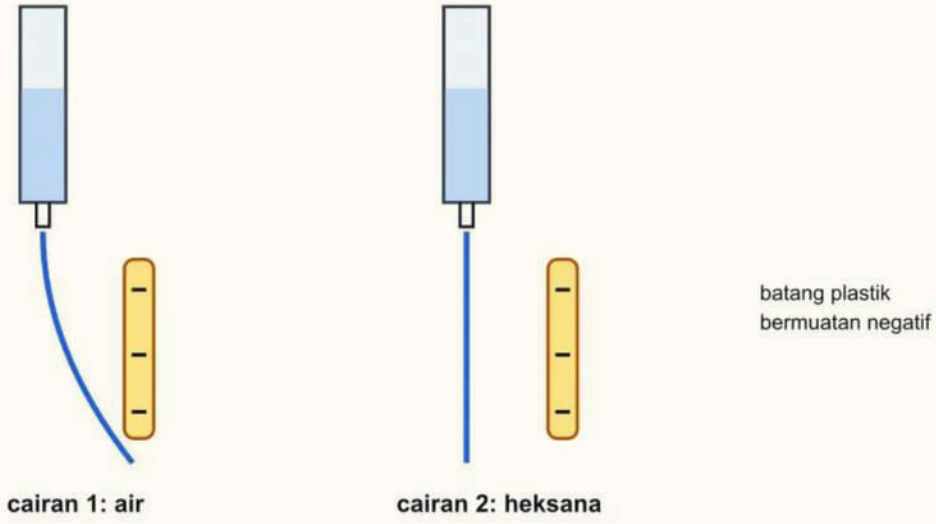
C. Titik didih alkohol lebih tinggi karena Mr alkohol selalu lebih besar daripada Mr alkana dengan jumlah C sama.

D. Titik didih kedua deret naik karena makin banyak ikatan kovalen C–C yang harus diputus saat mendidih.

E. Titik didih alkohol lebih tinggi karena gugus –OH membuat ikatan kovalen di dalam molekulnya lebih kuat.

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

9. Dalam suatu percobaan, aliran tipis cairan dari buret didekati batang plastik bermuatan listrik. Aliran air dibelokkan ke arah batang, sedangkan aliran heksana tetap lurus, seperti pada gambar.
Bila percobaan diulang dengan cairan-cairan berikut, aliran yang juga akan dibelokkan oleh batang bermuatan adalah ....



A. karbon tetraklorida, CCl_4
B. karbon disulfida, CS_2 (linear)
C. pentana, C_5H_{12}
D. brom, Br_2
E. kloroform, $CHCl_3$

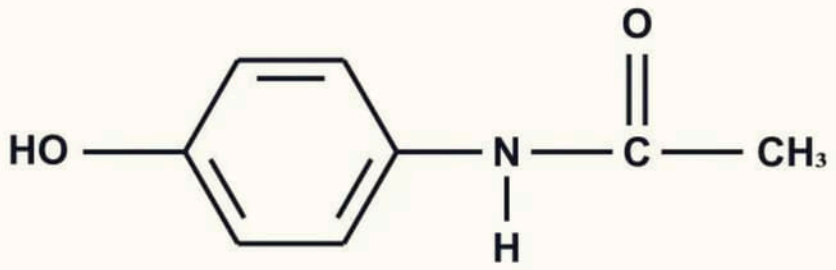
10. Dalam praktikum, Dimas memasukkan sebutir kristal iodin (I_2) ke dalam tabung berisi air. Kristal hampir tidak larut dan air hanya berwarna kuning pucat. Ketika heksana (C_6H_{14}) ditambahkan dan tabung dikocok, lapisan heksana di atas berubah menjadi ungu pekat karena iodin larut di dalamnya.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Penjelasan yang paling tepat untuk pengamatan tersebut adalah ....

A. I_2 dan heksana sama-sama nonpolar sehingga tarikan London di antara keduanya mudah terbentuk.
B. I_2 bereaksi dengan heksana membentuk senyawa baru berwarna ungu yang mudah larut.
C. Molekul air yang polar memutus ikatan kovalen I–I sehingga I_2 tidak dapat larut.
D. Heksana membentuk ikatan hidrogen dengan molekul I_2 sehingga I_2 larut di dalamnya.
E. Massa molekul I_2 terlalu besar sehingga tidak dapat dikelilingi oleh molekul air.

11. Parasetamol adalah zat aktif obat penurun demam. Rumus strukturnya ditunjukkan pada gambar. Pada gambar, cincin enam sudut menggambarkan enam atom karbon; atom H

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

yang terikat pada atom karbon cincin tidak digambar. Sebuah tablet mengandung 500 mg parasetamol.
(Diketahui Ar H = 1, C = 12, N = 14, O = 16)
Massa nitrogen dalam satu tablet tersebut adalah ....



Struktur parasetamol

A. 46,4 mg
B. 47,6 mg
C. 92,7 mg
D. 106,0 mg
E. 317,9 mg

12. Seorang penyuluh pertanian membandingkan lima senyawa yang dapat dipakai sebagai pupuk kalium. Kalium membantu tanaman memperkuat batang dan meningkatkan mutu buah. Ia ingin memilih senyawa yang **kadar kaliumnya paling tinggi** per kilogram pupuk.

Senyawa	Rumus	Mr
kalium klorida	KCl	74,5
kalium sulfat	K_2SO_4	174
kalium nitrat	KNO_3	101
kalium karbonat	K_2CO_3	138
kalium dihidrogen fosfat	KH_2PO_4	136

(Diketahui Ar K = 39)
Senyawa yang dipilih penyuluh tersebut adalah ....

A. KCl
B. K_2SO_4
C. KNO_3
D. K_2CO_3
E. KH_2PO_4

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

13. Sebuah rumah sakit menyimpan gas oksigen dalam tabung baja bervolume 10 L. Pada suhu 27 °C, tekanan gas di dalam tabung terbaca 150 atm. Anggap oksigen bersifat gas ideal.
(Diketahui Ar O = 16; R = 0,082 L atm mol^{-1} K^{-1})
Massa gas oksigen di dalam tabung tersebut adalah ....

A. 0,014 kg
B. 0,98 kg
C. 1,95 kg
D. 2,14 kg
E. 21,7 kg

14. Sebuah ruang pengolahan limbah bervolume 60 m^3 berisi udara pada suhu 27 °C dan tekanan 1 atm. Sensor mencatat kadar gas hidrogen sulfida (H_2S) 25 ppm volume. Pengelola menetapkan batas aman internal 10 ppm volume. Kipas penyedot dinyalakan sampai kadar H_2S turun tepat ke batas aman.
(Diketahui Mr H_2S = 34; R = 0,082 L atm mol^{-1} K^{-1}; 1 m^3 = 1.000 L)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Massa H_2S yang dikeluarkan dari ruangan tersebut adalah ....

A. 0,83 g
B. 1,24 g
C. 1,37 g
D. 2,07 g
E. 12,4 g

15. Untuk mengenali suatu cairan organik yang hanya tersusun atas C, H, dan O, sebuah laboratorium membakar sampel cairan itu secara sempurna. Seluruh CO_2 dan H_2O yang terbentuk ditangkap dan ditimbang. Hasilnya sebagai berikut.

Data	Nilai
massa sampel	4,6 g
massa CO_2 yang terbentuk	8,8 g
massa H_2O yang terbentuk	5,4 g
massa molekul relatif (Mr) cairan	46

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

(Diketahui Ar H = 1, C = 12, O = 16)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Massa karbon dalam sampel adalah 1,2 g.	○	○
Rumus molekul cairan tersebut sama dengan rumus empirisnya, yaitu C_2H_6O.	○	○
Sampel mengandung 0,3 mol atom hidrogen.	○	○

16. Untuk membuat sirup, Sinta melarutkan 85,5 g gula pasir (sukrosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$, Mr = 342) ke dalam air.
(Diketahui bilangan Avogadro = $6{,}02 \times 10^{23}$)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Jumlah atom karbon dalam gula tersebut adalah ....

A. $1{,}51 \times 10^{23}$ atom
B. $1{,}66 \times 10^{24}$ atom
C. $1{,}81 \times 10^{24}$ atom
D. $3{,}31 \times 10^{24}$ atom
E. $6{,}77 \times 10^{24}$ atom

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

17. Garam Inggris adalah magnesium sulfat hidrat, $MgSO_4 \cdot xH_2O$. Untuk menentukan nilai x, seorang siswa menimbang cawan kosong, lalu cawan berisi kristal garam Inggris. Cawan kemudian dipanaskan sampai semua air kristal lepas dan massanya tidak berubah lagi, lalu ditimbang kembali. Hasil penimbangan ditunjukkan pada gambar.
(Diketahui Ar H = 1, O = 16, Mg = 24, S = 32)
Nilai x adalah ....



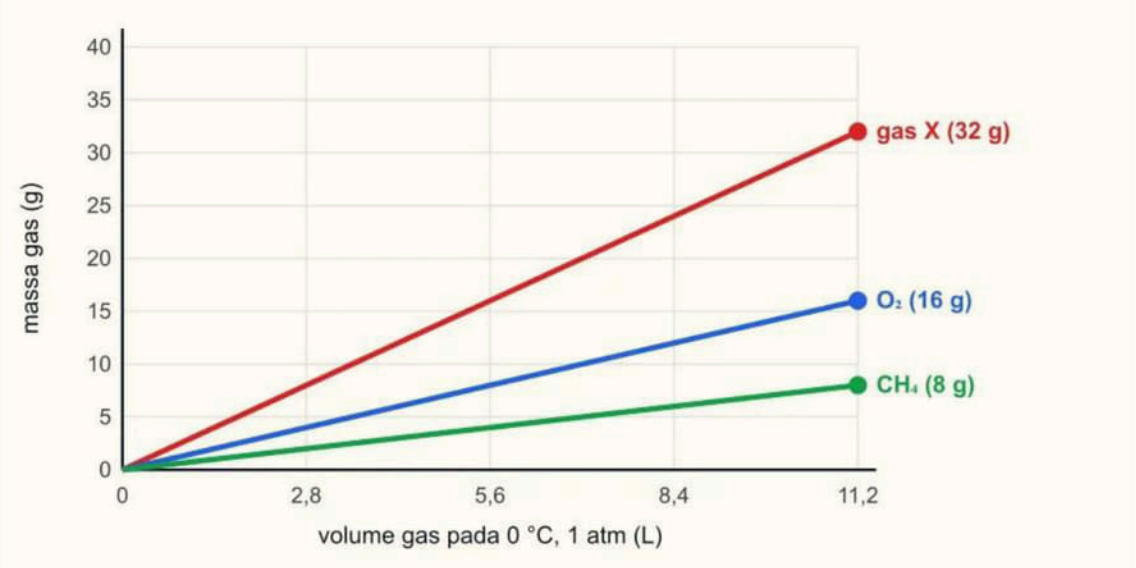
(1) cawan kosong (2) cawan + kristal hidrat (3) cawan + padatan sesudah dipanaskan sampai massanya tetap

A. 1
B. 3
C. 4
D. 5
E. 7

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

18. Pada volume yang sama, gas yang berbeda memiliki massa berbeda; itulah sebabnya balon berisi gas tertentu dapat naik, sedangkan balon lain turun. Grafik berikut menunjukkan hubungan massa dan volume tiga gas, yaitu gas X, oksigen, dan metana, yang semuanya diukur pada 0 °C dan 1 atm.
Massa molekul relatif (Mr) gas X adalah ....

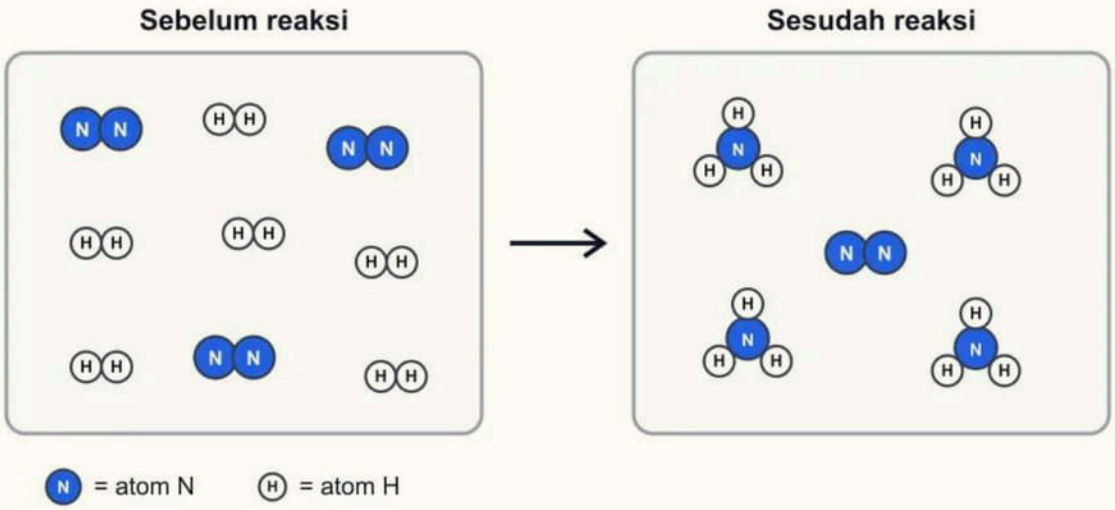


A. 16
B. 32
C. 44
D. 64
E. 128

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

19. Amonia dibuat di pabrik pupuk dari gas nitrogen dan gas hidrogen. Gambar berikut menunjukkan model partikel campuran gas nitrogen dan gas hidrogen sebelum dan sesudah bereaksi membentuk amonia dalam wadah tertutup.
Pernyataan yang tepat berdasarkan gambar tersebut adalah ....



A. N_2 adalah pereaksi pembatas karena jumlah molekulnya paling sedikit.
B. Kedua pereaksi habis karena perbandingan molekulnya tepat 1 : 2.
C. H_2 adalah pereaksi pembatas dan tersisa 2 molekul N_2.
D. N_2 adalah pereaksi pembatas dan tersisa 3 molekul H_2.
E. H_2 adalah pereaksi pembatas dan tersisa 1 molekul N_2.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

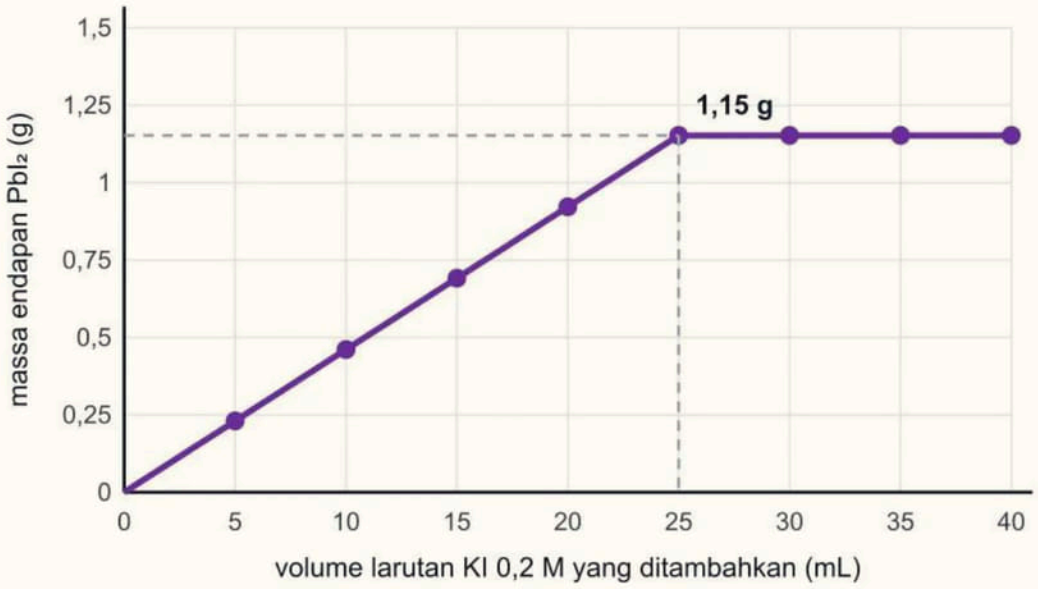
20. Untuk menentukan kadar timbal dalam limbah, seorang analis mengambil 50 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ dari limbah, lalu menambahkan larutan KI 0,2 M sedikit demi sedikit. Terbentuk endapan kuning PbI_2 menurut reaksi

$Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$

Massa endapan kering setiap kali penambahan ditunjukkan pada grafik.

(Diketahui Mr PbI_2 = 461)

Konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ dalam larutan limbah tersebut adalah ....



A. 0,0025 M
B. 0,033 M
C. 0,050 M
D. 0,10 M
E. 0,20 M

21. Pada praktikum, 4,8 g pita magnesium dimasukkan ke dalam 250 mL larutan HCl 1 M.

Reaksi yang terjadi:

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

Gas hidrogen yang terbentuk diukur pada 25 °C dan 1 atm, saat 1 mol gas bervolume 24,4 L.

(Diketahui Ar Mg = 24)

Volume gas hidrogen yang dihasilkan adalah ....

A. 1,53 L
B. 2,80 L
C. 3,05 L
D. 4,88 L
E. 6,10 L

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

22. Magnesium terbakar dengan nyala putih yang sangat terang sehingga dulu dipakai sebagai lampu kilat kamera. Pita magnesium dibakar dalam wadah berisi oksigen sehingga membentuk magnesium oksida (MgO). Tiga percobaan memberikan data berikut.

Percobaan	Massa Mg awal (g)	Massa O_2 awal (g)	Massa MgO terbentuk (g)
1	1,2	0,8	2,0
2	2,4	2,0	4,0
3	3,6	2,0	5,0

Pada percobaan 1, kedua pereaksi habis tepat bereaksi.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Perbandingan massa Mg dan O dalam MgO adalah 3 : 2.	○	○
Pada percobaan 3, magnesium merupakan pereaksi pembatas.	○	○
Bila 6,0 g Mg dibakar dengan 5,0 g O_2, akan terbentuk 10,0 g MgO.	○	○

23. Sebanyak 20 L campuran gas karbon monoksida (CO) dan metana (CH_4) dibakar sempurna dan tepat memerlukan 25 L gas oksigen. Reaksi yang terjadi:
$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$
$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$
Semua volume diukur pada suhu 120 °C dan tekanan yang sama.
Pernyataan yang benar adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Campuran awal mengandung 10 L gas karbon monoksida.
☐ B. Volume uap air yang terbentuk adalah 40 L.
☐ C. Volume O_2 untuk membakar CO lebih besar daripada untuk CH_4.
☐ D. Volume total CO_2 yang terbentuk adalah 20 L.
☐ E. Bila campuran itu seluruhnya metana, diperlukan 40 L O_2.

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

24. Oksida nitrogen adalah pencemar udara dari knalpot kendaraan. Salah satu cara mengolahnya di laboratorium adalah mereaksikannya dengan hidrogen. Sebuah gas oksida nitrogen (N_xO_Y) direaksikan dengan gas hidrogen berlebih pada suhu 120 °C sehingga terbentuk gas nitrogen dan uap air. Volume setiap gas sebelum dan sesudah reaksi diukur pada suhu dan tekanan yang sama.

Gas	Volume sebelum reaksi (mL)	Volume sesudah reaksi (mL)
N_xO_Y	20	0
H_2	50	10
N_2	0	10
H_2O	0	40

Rumus gas oksida nitrogen tersebut adalah ....

A. N_2O
B. NO
C. NO_2
D. N_2O_4
E. N_2O_5

25. Untuk memperoleh tembaga dari larutan sisa praktikum, Bayu menambahkan 8,4 g serbuk besi ke dalam larutan yang mengandung 15,95 g $CuSO_4$. Reaksi yang terjadi:
$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$
Setelah disaring dan dikeringkan, diperoleh 5,08 g tembaga.
(Diketahui Ar O = 16, S = 32, Fe = 56, Cu = 63,5)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Rendemen tembaga dalam percobaan ini adalah ....

A. 31,8 %
B. 40,0 %
C. 53,3 %
D. 80,0 %
E. 125,0 %

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 · Struktur atom, konfigurasi elektron, dan sifat periodik	1, 2, 3, 4, 5	___ / 5	Ulangi hlm. 8
Sub bab 1.2 · Ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul	6, 7, 8, 9, 10	___ / 5	Ulangi hlm. 22
Sub bab 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	___ / 8	Ulangi hlm. 36
Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 7	Ulangi hlm. 50

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 · Kimia Analitik

KIM-B2

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menghitung konsentrasi larutan dan menilai kelayakan produk terhadap standar mutu
- memakai sifat koligatif untuk menjelaskan dan menilai formulasi larutan
- menentukan pH, hasil titrasi, sifat larutan penyangga, dan terbentuknya endapan

Peta bab

Sub bab	Judul
2.1	Konsentrasi larutan dan kelayakan produk
2.2	Larutan elektrolit dan nonelektrolit
2.3	Sifat koligatif larutan
2.4	Teori asam-basa dan pH
2.5	Titrasi asam-basa dan indikator
2.6	Larutan penyangga dan hidrolisis garam
2.7	Kelarutan dan Ksp
2.8	Sistem koloid

Bab 2 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

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

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

Sub bab 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk

KIM-2.1

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Matriks asesmen Pusmendik menyebut kemampuan "menerapkan konsep kimia untuk membuat formulasi dan mengevaluasi kualitas produk". Dua soal asli 2025 menguji hal itu:

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 9	kelayakan sirup obat batuk menurut standar persen massa	22,7 %
No. 6	komposisi dua larutan yang menghasilkan tepat 29,8 g KCl (Benar/Salah)	57,0 %

Polanya selalu sama. Kamu menghitung kadar suatu zat dalam produk, lalu **membandingkannya** dengan batas mutu, label, atau target.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung dan mengubah satuan konsentrasi: % massa, % volume, ppm, molaritas, molalitas, dan fraksi mol;
- menghitung pengenceran dan pencampuran larutan;
- menghitung mol zat dari volume dan molaritas larutan untuk stoikiometri larutan;
- menilai apakah suatu produk memenuhi standar.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Hampir semua produk cair di sekitarmu adalah larutan: obat sirup, cairan infus, cuka dapur, minuman isotonik, hingga cairan pembersih lantai. Mutu produk-produk itu ditentukan oleh satu hal, yaitu **berapa banyak zat terlarut di dalamnya**. Terlalu sedikit, khasiatnya kurang; terlalu banyak, bisa berbahaya. Sub bab ini menjelaskan cara menyatakan dan menghitung banyaknya zat terlarut itu.

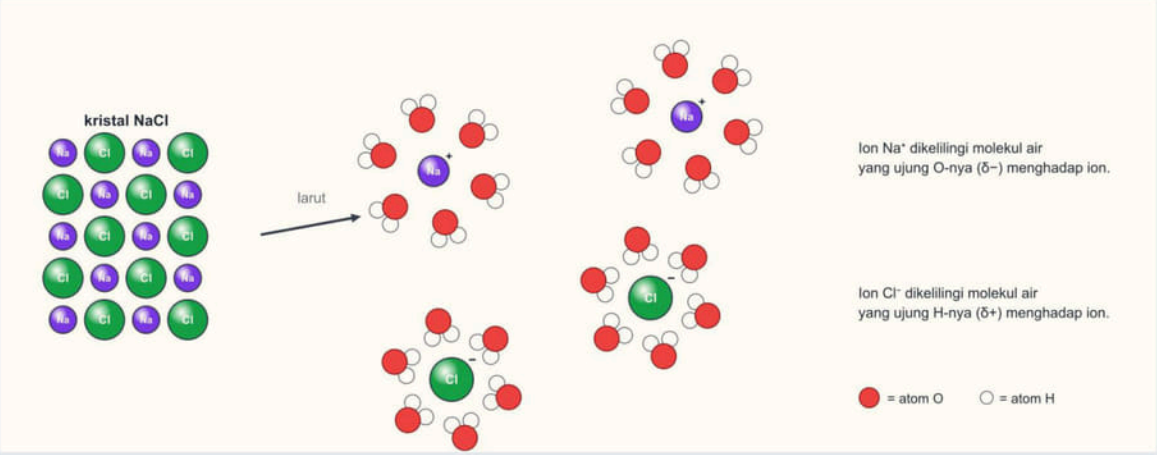
1. Larutan dan proses melarut

Larutan adalah campuran homogen dua zat atau lebih: semua bagiannya sama komposisinya dan tidak dapat dibedakan dengan mata. Zat yang jumlahnya lebih banyak (biasanya air) disebut **pelarut**, sedangkan zat yang dilarutkan disebut **zat terlarut**.

Apa yang terjadi ketika garam dapur dimasukkan ke dalam air? Molekul air bersifat polar: atom O-nya sedikit negatif, atom H-nya sedikit positif (sub bab 1.2). Molekul-molekul air menarik ion di permukaan kristal NaCl, lalu menariknya lepas dari kisi. Setiap ion yang lepas segera dikelilingi molekul air: ion Na^+ dikelilingi ujung O, ion Cl^- dikelilingi ujung H (Gambar 2.1). Peristiwa ini disebut **hidrasi**. Ion-ion terhidrasi kemudian menyebar merata ke seluruh air,

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

sehingga larutan menjadi homogen.



Gambar 2.1 Ketika kristal NaCl larut, setiap ion dikelilingi molekul air yang ujungnya bermuatan berlawanan dengan ion tersebut. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Gula juga larut dalam air, tetapi molekul gula tidak pecah menjadi ion; molekul-molekul gula utuh dikelilingi air melalui ikatan hidrogen. Perbedaan ini akan penting di sub bab 2.2 dan 2.3.

Jumlah zat yang dapat larut tidak tak terbatas. Bila gula terus ditambahkan ke segelas air dan diaduk, suatu saat gula tidak mau larut lagi dan mengendap di dasar gelas. Larutan seperti itu disebut **larutan jenuh**: banyaknya partikel yang larut per detik sama dengan banyaknya partikel yang kembali mengendap (kesetimbangan ini dibahas di sub bab 2.7). Larutan yang masih dapat melarutkan zat lagi disebut **tak jenuh**. Banyaknya zat yang dapat larut dalam sejumlah pelarut pada suhu tertentu disebut **kelarutan**.

Kelarutan dipengaruhi tiga hal. Pertama, **jenis zat dan pelarut**: zat polar dan ionik mudah larut dalam air, zat nonpolar tidak (sub bab 1.2). Kedua, **suhu**: kebanyakan padatan lebih mudah larut dalam air panas, karena partikel bergerak lebih cepat sehingga kisi kristal lebih mudah dilepas; sebaliknya, gas lebih sedikit larut dalam air panas, karena molekul gas yang bergerak cepat mudah lolos dari permukaan. Itulah sebabnya minuman bersoda cepat kehilangan gasnya bila dibiarkan hangat. Ketiga, untuk gas, **tekanan**: makin besar tekanan gas di atas cairan, makin banyak gas yang larut. Botol minuman bersoda diisi CO_2 bertekanan tinggi; saat tutupnya dibuka, tekanan turun dan gelembung CO_2 keluar.

Mengaduk dan menghaluskan zat tidak mengubah kelarutan, tetapi mempercepat proses melarut karena permukaan zat yang bersentuhan dengan pelarut lebih luas.

2. Satuan konsentrasi

Konsentrasi menyatakan banyaknya zat terlarut dalam sejumlah larutan atau pelarut. Ada beberapa satuan, dan masing-masing dipakai untuk keperluan berbeda.

Satuan	Rumus	Dipakai pada
% massa (b/b)	$\frac{\text{massa zat}}{\text{massa larutan}} \times 100\,\%$	label produk, standar mutu

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

% volume (v/v)	$\frac{\text{volume zat}}{\text{volume larutan}} \times 100\,\%$	alkohol, cairan pembersih tangan
ppm	$\frac{\text{massa zat}}{\text{massa larutan}} \times 10^6$; untuk larutan encer, 1 ppm ≈ 1 mg/L	air minum, limbah
Molaritas (M)	$\frac{\text{mol zat}}{\text{volume larutan (L)}}$	reaksi dalam larutan, titrasi
Molalitas (m)	$\frac{\text{mol zat}}{\text{massa pelarut (kg)}}$	sifat koligatif (sub bab 2.3)
Fraksi mol (X)	$\frac{n_{\text{zat}}}{n_{\text{total}}}$	tekanan uap (sub bab 2.3)

Tiga satuan pertama mudah dibaca pada label produk. **Molaritas** paling sering dipakai di laboratorium karena langsung memberi tahu jumlah partikel (mol) dalam volume yang diambil. Perhatikan bahwa penyebut molaritas adalah volume **larutan**, bukan volume pelarut: 1 M berarti 1 mol zat terlarut dalam 1 L larutan jadi, bukan 1 mol zat ditambah 1 L air. **Molalitas** memakai massa **pelarut**, sehingga nilainya tidak berubah bila suhu berubah (volume memuai, massa tidak). **Fraksi mol** membandingkan jumlah partikel zat dengan jumlah partikel seluruhnya; jumlah fraksi mol semua komponen selalu 1.

Contohnya, 9 g glukosa (Mr 180; 0,05 mol) dilarutkan dalam 100 g air (5,56 mol). Molalitasnya 0,05 ÷ 0,100 = 0,5 m, dan fraksi mol glukosa 0,05 ÷ (0,05 + 5,56) = 0,0089.

3. Membuat larutan dengan konsentrasi tepat

Untuk membuat larutan yang molaritasnya tepat, kimiawan memakai **labu ukur**, yaitu labu berleher panjang dengan satu garis tanda batas. Labu 250 mL hanya akurat untuk tepat 250,0 mL. Langkahnya ditunjukkan Gambar 2.2:

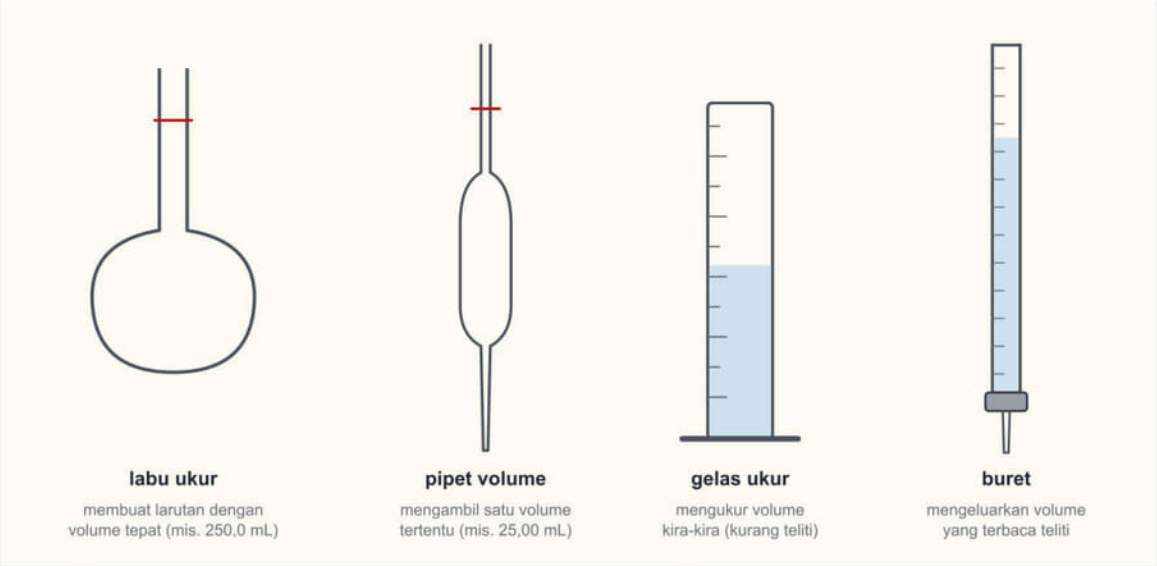
1. Hitung massa zat yang diperlukan: massa = M × V × Mr. Untuk 250 mL NaOH 0,2 M: 0,2 × 0,250 × 40 = 2,00 g.
2. Timbang zat itu, lalu larutkan dalam sedikit air di gelas kimia.
3. Pindahkan larutan ke labu ukur. Bilas gelas dan corong dengan air, lalu masukkan air bilasan ke labu, agar tidak ada zat yang tertinggal.
4. Tambahkan air sampai dasar lengkungan permukaan cairan tepat menyentuh tanda batas, lalu tutup dan kocok sampai merata.

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



Gambar 2.2 Empat langkah membuat larutan berkonsentrasi tepat. Air ditambahkan terakhir sampai tanda batas, sehingga volume yang tepat adalah volume larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Alat lain mempunyai fungsi masing-masing (Gambar 2.3). **Pipet volume** mengambil satu volume tertentu dengan teliti (misalnya tepat 25,00 mL). **Buret** mengeluarkan volume yang dapat dibaca teliti dan dipakai dalam titrasi (sub bab 2.5). **Gelas ukur** hanya untuk mengukur volume secara kira-kira.



Gambar 2.3 Alat gelas untuk mengukur volume dan kegunaannya. Garis merah adalah tanda batas pada alat yang hanya mengukur satu volume. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 1: menghitung molaritas

Soal. Sebanyak 2,0 g NaOH (Mr 40) dilarutkan dalam air sampai volume larutan 250 mL. Berapa molaritasnya?

Langkah.

1. Mol NaOH = 2,0 ÷ 40 = 0,050 mol.
2. Volume larutan = 250 mL = 0,250 L.
3. M = 0,050 ÷ 0,250 = **0,20 M**.

Cek. Bila 2 g untuk 250 mL, maka 8 g untuk 1 L; 8 ÷ 40 = 0,2 mol per liter ✓.

4. Mengubah persen massa menjadi molaritas

Larutan pekat di laboratorium biasanya berlabel persen massa dan massa jenis, misalnya "HCl 37 %, ρ = 1,19 g/mL". Untuk mengubahnya ke molaritas, bayangkan 1 L (1.000 mL) larutan:

1. Massa 1 L larutan = 1.000 × ρ gram.
2. Massa zat terlarut = % massa × massa larutan.
3. Mol zat = massa zat ÷ Mr; karena volumenya 1 L, angka mol itu langsung menjadi molaritas.

Ketiga langkah itu dapat diringkas menjadi:

$$M = \frac{10 \times \rho\,(\text{g/mL}) \times \%\,\text{massa}}{M_r}$$

Contoh terselesaikan 2: molaritas asam klorida pekat

Soal. Botol asam klorida pekat berlabel "HCl 37 %, ρ = 1,19 g/mL". Berapa molaritasnya? (Mr HCl = 36,5)

Langkah.

1. Massa 1 L larutan = 1.000 × 1,19 = 1.190 g.
2. Massa HCl = 0,37 × 1.190 = 440,3 g.
3. Mol HCl = 440,3 ÷ 36,5 = 12,1 mol → **12,1 M**.

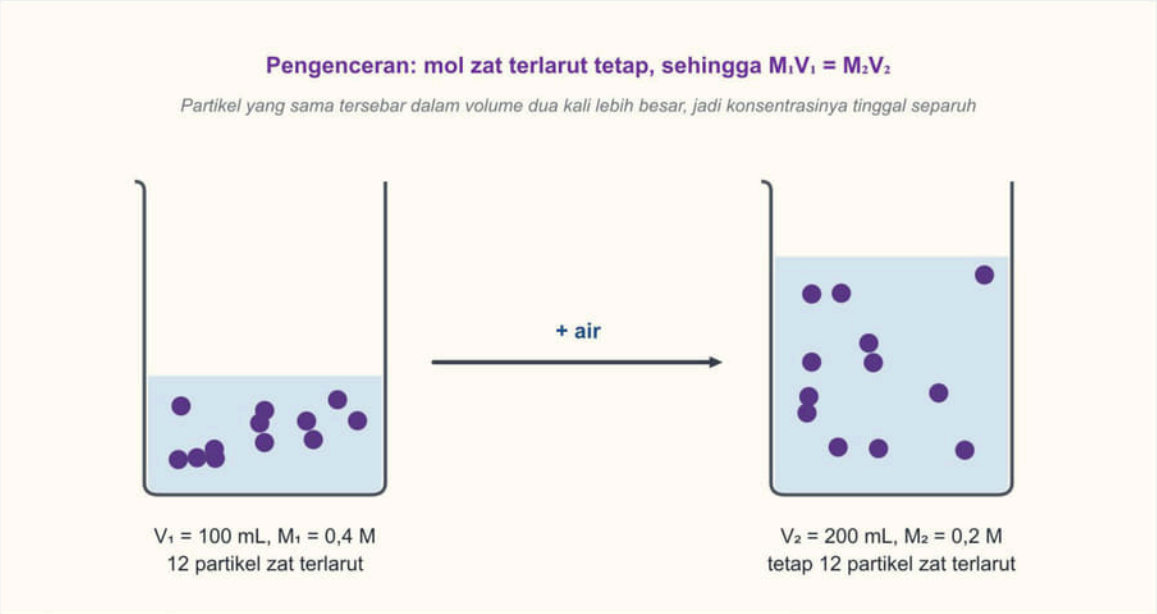
Cek dengan rumus ringkas. $M = \dfrac{10 \times 1{,}19 \times 37}{36{,}5} = 12{,}1\ \text{M}$ ✓.

5. Pengenceran dan pencampuran

Mengencerkan berarti menambah pelarut. Jumlah zat terlarut tidak berubah; yang berubah hanya volumenya, sehingga partikel zat terlarut tersebar dalam ruang yang lebih besar (Gambar 2.4). Karena mol sebelum = mol sesudah:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

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



Gambar 2.4 Pengenceran tidak mengubah jumlah partikel zat terlarut. Volume dua kali lipat membuat konsentrasi tinggal separuh. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila dua larutan dari zat yang sama dicampur, jumlah mol keduanya dijumlahkan, lalu dibagi volume total:

$$M_{\text{campuran}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

Rumus yang sama berlaku untuk persen volume. Contohnya, untuk membuat 5 L alkohol 70 % dari alkohol 96 %, dibutuhkan $V = 70 \times 5 \div 96 = 3{,}65$ L alkohol 96 %, lalu ditambah air sampai 5 L.

Keselamatan: saat mengencerkan asam pekat, selalu tuangkan **asam ke dalam air** sedikit demi sedikit, bukan sebaliknya. Pengenceran asam pekat melepas banyak panas; bila air dituang ke asam, air dapat mendidih seketika dan memercikkan asam.

Contoh terselesaikan 3: pengenceran

Soal. Laboran memerlukan 500 mL HCl 0,1 M. Persediaannya HCl 2 M. Berapa mL HCl 2 M yang harus diambil?

Langkah.

1. $M_1 V_1 = M_2 V_2 \rightarrow 2 \times V_1 = 0{,}1 \times 500$.
2. $V_1 = 50 \div 2 = \mathbf{25\ mL}$.
3. Ambil 25 mL HCl 2 M dengan pipet, masukkan ke labu ukur 500 mL yang sudah berisi sebagian air, lalu tambahkan air sampai tanda batas.

Cek. Larutan diencerkan 500 ÷ 25 = 20 kali, dan 2 M ÷ 20 = 0,1 M ✓.

Contoh terselesaikan 4: mencampur dua larutan

Soal. Sebanyak 200 mL larutan NaCl 0,1 M dicampur dengan 300 mL larutan NaCl 0,6 M. Berapa molaritas campuran?

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

Langkah.

1. mmol NaCl = 0,1 × 200 + 0,6 × 300 = 20 + 180 = 200 mmol.
2. Volume total = 500 mL.
3. M = 200 ÷ 500 = **0,4 M**.

Cek. Hasilnya di antara 0,1 dan 0,6 M, dan lebih dekat ke 0,6 karena larutan pekatnya lebih banyak ✓.

6. Stoikiometri larutan dan kelayakan produk

Dalam reaksi antarlarutan, jumlah zat dihitung dari $n = M \times V$. Satuan **milimol** (mmol = M × mL) menghemat banyak angka nol. Setelah semua pereaksi diubah menjadi mol, langkahnya sama dengan sub bab 1.4: cari pereaksi pembatas, lalu hitung hasilnya.

Matriks asesmen TKA menekankan kemampuan **menilai mutu produk**. Caranya: hitung kadar setiap komponen dalam satuan yang sama dengan standarnya, lalu bandingkan satu per satu. Perhatikan tiga hal:

- **Basis perbandingan.** Persen tidak bergantung pada ukuran kemasan. Kadar 0,6 g dalam 50 mL sama dengan 1,2 g dalam 100 mL.
- **Massa atau volume.** Bila standarnya persen massa sedangkan kemasannya dalam mL, ubah volume ke massa dengan massa jenis.
- **Arah batas.** "Maksimal 1 %" berarti 1,2 % melanggar; "minimal 30 mg/kg" berarti 16 mg/kg melanggar.

Contoh terselesaikan 5: memeriksa label minuman

Soal. Sebotol minuman teh 330 mL (massa jenis 1,04 g/mL) mengandung 27 g gula. Labelnya menyebut "8 g gula per 100 mL". Apakah label itu sesuai? Berapa persen massa gulanya?

Langkah.

1. Gula per 100 mL = 27 × 100 ÷ 330 = 8,2 g → sesuai dengan label (dibulatkan 8 g).
2. Massa larutan = 330 × 1,04 = 343 g.
3. % massa gula = 27 ÷ 343 × 100 % = **7,9 %**.

Cek. Persen massa sedikit lebih kecil daripada "gram per 100 mL" karena 100 mL minuman bermassa lebih dari 100 g. Kedua besaran ini berbeda; bacalah satuan standar dengan teliti.

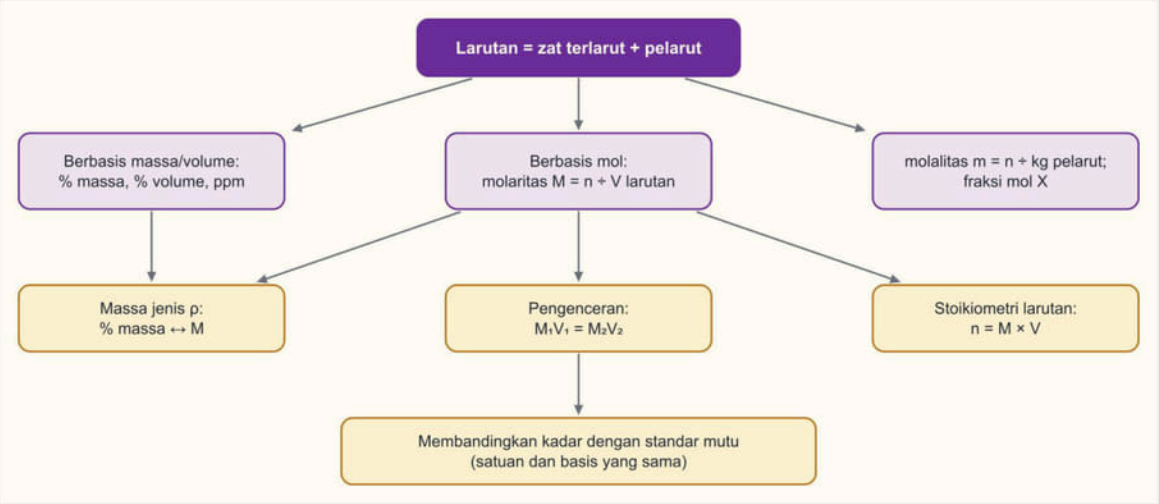
Ringkasan

- Larutan = campuran homogen; ion atau molekul zat terlarut dikelilingi molekul pelarut (hidrasi).
- Molaritas = mol per liter **larutan**; molalitas = mol per kg **pelarut**; fraksi mol = perbandingan mol.
- % massa ke molaritas: $M = 10\rho\% \div M_r$.
- Pengenceran: $M_1V_1 = M_2V_2$; pencampuran: jumlahkan mol, bagi volume total.
- Menilai produk: satuan dan basis sama, lalu bandingkan dengan arah batasnya.

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

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.5 menunjukkan hubungan satuan-satuan konsentrasi dan tiga cara memakainya.



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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Tulis standarnya dalam satu baris: zat, batas, dan satuan.
2. Hitung kadar dari data produk dengan satuan yang sama.
3. Bandingkan satu per satu. Pada pilihan ganda, periksa **angka dan kesimpulan** di setiap pilihan.
4. Untuk soal "komposisi mana yang menghasilkan ...", ubah setiap volume larutan menjadi mmol, cari pereaksi pembatas, lalu hitung hasil setiap komposisi.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Massa dikira persen	"perisa 0,2 g berarti 0,2 %"	0,2 g ÷ 50 g = 0,4 %
Kesimpulan benar, angka salah	"kadar 2 %, tidak aman" padahal hasil hitungnya 1,2 %	pilihan salah bila angkanya salah
Pereaksi berlebih dikira menentukan hasil	"HCl 0,6 mol cukup untuk 0,4 mol KCl"	hasil ditentukan pereaksi pembatas (KOH 0,2 mol)
mL tidak diubah	0,1 M × 8 mL = 0,8 mol	= 0,8 **mmol**
Molalitas dihitung dengan volume larutan	m = mol ÷ L larutan	m = mol ÷ kg **pelarut**
Arah pengenceran terbalik	larutan encer dikira lebih pekat	$M_2 = M_1V_1/V_2$ selalu lebih kecil daripada M_1

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

• BEDAH SOAL ASLI

Soal pertama adalah contoh paling jelas soal kelayakan produk. Hitung ketiga kadar (1,2 %; 20 %; 0,4 %), lalu bandingkan dengan batasnya. Pilihan A tergolong licin: kesimpulannya "tidak aman" benar, tetapi angkanya (2 %) salah.

►. Sebuah pabrik farmasi memproduksi sirup obat batuk untuk anak-anak. Berdasarkan formulasi, kandungan zat aktif dan bahan tambahan per botol (isi 50 mL) adalah sebagai berikut.

Bahan Aktif/Tambahan	Jumlah (g)
Dekstrometorfan HBr	0,6
Gula (sukrosa)	10,0
Perisa buah sintetis	0,2
Air dan bahan lain	sampai 50 mL

Menurut pedoman keamanan obat untuk anak-anak, standar mutu aman (dalam persen massa) adalah:

• Dekstrometorfan HBr maksimal 1% (untuk mencegah overdosis)
• Gula (sukrosa) maksimal 15% (untuk mencegah kadar gula berlebih)
• Perisa buah sintetis maksimal 0,3% (agar rasa tidak berlebihan)

Pernyataan manakah yang paling tepat mengenai komposisi sirup tersebut? (Diketahui massa jenis sirup 1 g/mL)

A. Mengandung dekstrometorfan HBr sebesar 2%, sudah tidak aman untuk digunakan.
B. Mengandung gula sebesar 20%, sudah melebihi batas aman untuk anak-anak.
C. Mengandung perisa buah sintetis sebesar 0,2%, masih pada batas aman.
D. Semua kandungan zat aktif dan bahan tambahan berada pada batas aman sesuai standar mutu.
E. Kandungan dekstrometorfan HBr dan perisa buah masih berada pada batas aman untuk anak-anak.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 22,7 %

Pembahasan **Kunci: B**

Langkah 1 – Massa sirup per botol. ρ = 1 g/mL → 50 mL = **50 g**.

Langkah 2 – Persen massa setiap bahan (massa bahan ÷ massa sirup × 100%).
1. Dekstrometorfan HBr: 0,6 ÷ 50 × 100% = **1,2%** > 1% → tidak aman.
2. Gula: 10,0 ÷ 50 × 100% = **20%** > 15% → tidak aman.
3. Perisa: 0,2 ÷ 50 × 100% = **0,4%** > 0,3% → tidak aman.

Cek ulang: persen tidak bergantung pada ukuran botol; bila dihitung per 100 mL (100 g), jumlah bahan dua kali lipat dan persennya tetap sama ✓.

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

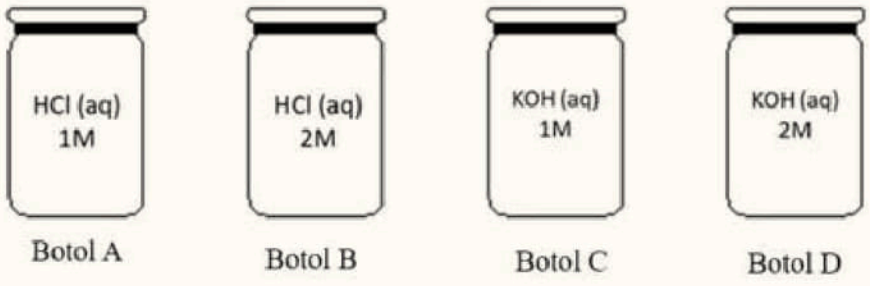
Analisis opsi:
• A ✗ kadar dekstrometorfan 1,2%, bukan 2%; kesimpulan "tidak aman" benar, tetapi angkanya salah.
• B ✓ gula 20% melebihi batas 15%.
• C ✗ kadar perisa 0,4% (0,2 g adalah massa, bukan persen) dan sudah melewati batas.
• D ✗ ketiga bahan melewati batas.
• E ✗ dekstrometorfan (1,2%) dan perisa (0,4%) sama-sama melewati batas.

Jawaban: B.

Soal kedua adalah stoikiometri larutan berbentuk Benar/Salah. Setiap baris adalah soal pereaksi pembatas yang berdiri sendiri. Kesalahan yang paling sering terjadi pada baris 1: melihat HCl 0,6 mol "lebih dari cukup", padahal KOH hanya 0,2 mol.

►. Kristal kalium klorida (KCl) merupakan garam penting yang memiliki banyak kegunaan, misalnya sebagai sumber suplemen kalium untuk mengatasi hipokalemia dan hipertensi, atau di bidang pertanian sebagai pupuk tanaman. Seorang peneliti bidang pertanian ingin membuat kristal KCl dari kalium hidroksida dan asam klorida. Persamaan reaksi yang terjadi:
$KOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$
Tahapan reaksi mencakup reaksi netralisasi diikuti dengan pemisahan dan pemurnian produk dengan cara rekristalisasi. Larutan yang tersedia di laboratorium ditunjukkan pada gambar. (Diketahui Ar K = 39, Cl = 35,5)

Secara teori, manakah komposisi berikut yang jika direaksikan akan menghasilkan tepat 29,8 gram kristal KCl? Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
300 mL larutan dari botol B + 200 mL larutan dari botol C.	○	○
200 mL larutan dari botol B + 300 mL larutan dari botol D.	○	○
400 mL larutan dari botol A + 500 mL larutan dari botol C.	○	○

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 57,0 %

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

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

Target: Mr KCl = 39 + 35,5 = 74,5 → n(KCl) = 29,8 ÷ 74,5 = **0,40 mol**. Karena perbandingan koefisien 1 : 1 : 1, mol KCl = mol pereaksi **pembatas**.

Isi botol: A = HCl 1 M; B = HCl 2 M; C = KOH 1 M; D = KOH 2 M. (mol = M × V)

Pernyataan 1: HCl = 2 × 0,3 = 0,6 mol; KOH = 1 × 0,2 = 0,2 mol → KOH pembatas → KCl = 0,2 mol = 14,9 g ≠ 29,8 g → **Salah**.

Pernyataan 2: HCl = 2 × 0,2 = 0,4 mol; KOH = 2 × 0,3 = 0,6 mol → HCl pembatas → KCl = 0,4 mol = 29,8 g → **Benar** (KOH bersisa 0,2 mol dan dipisahkan saat rekristalisasi).

Pernyataan 3: HCl = 1 × 0,4 = 0,4 mol; KOH = 1 × 0,5 = 0,5 mol → HCl pembatas → KCl = 0,4 mol = 29,8 g → **Benar**.

Cek ulang: pada pernyataan 2 dan 3 pereaksi pembatasnya sama-sama 0,4 mol HCl ✓.

Jebakan: pada pernyataan 1, banyak siswa melihat total mol HCl (0,6 mol) yang lebih dari 0,4 mol lalu menganggap cukup. Produk ditentukan oleh pereaksi **pembatas**, bukan pereaksi yang berlebih.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Soal kelayakan produk hampir selalu menuntut satu langkah yang sering terlewat: menyamakan satuan. Ubah µg ke mg dan mL ke L untuk setiap sampel sebelum membandingkannya dengan batas.

►. Batas kadar timbal (Pb) dalam air minum menurut pedoman WHO adalah 0,01 mg/L. Petugas dinas kesehatan menguji air dari empat sumur warga yang berada dekat bekas tempat peleburan aki. Data hasil uji laboratorium sebagai berikut.

Sumur	Volume sampel (mL)	Massa Pb terdeteksi (µg)
A	250	2,0
B	500	6,0
C	100	1,5
D	1.000	9,0

(1 mg = 1.000 µg)

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Sumur yang airnya melebihi batas kadar timbal adalah ....

A. A dan B
B. B dan C
C. C dan D
D. A dan D
E. B saja

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

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: kadar dalam mg/L = massa zat (mg) ÷ volume (L). Samakan satuan sebelum membandingkan dengan batas.

Langkah – Hitung kadar setiap sumur.

- A: 2,0 µg ÷ 0,25 L = 8 µg/L = 0,008 mg/L (memenuhi)
- B: 6,0 ÷ 0,5 = 12 µg/L = 0,012 mg/L (melebihi)
- C: 1,5 ÷ 0,1 = 15 µg/L = 0,015 mg/L (melebihi)
- D: 9,0 ÷ 1,0 = 9 µg/L = 0,009 mg/L (memenuhi)

Analisis opsi:

- A ✗ A memenuhi batas.
- B ✓ B dan C melebihi 0,01 mg/L.
- C ✗ D memenuhi batas. *Jebakan: membandingkan massa Pb tanpa memperhitungkan volume sampel.*
- D ✗ Keduanya memenuhi.
- E ✗ C juga melebihi batas.

Jawaban: B.

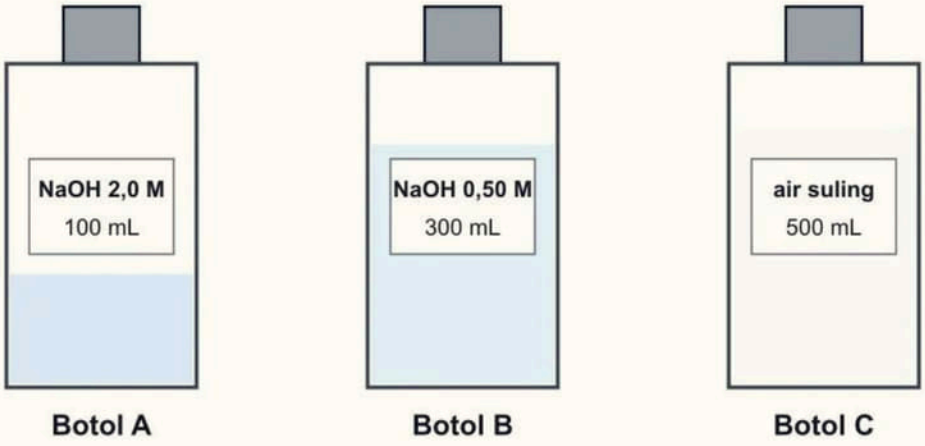
✎ LATIHAN

1. Oralit dipakai untuk mencegah kekurangan cairan tubuh saat diare. Menurut formula WHO, setiap 1 liter larutan oralit mengandung 2,6 g natrium klorida, 1,5 g kalium klorida, 2,9 g trinatrium sitrat dihidrat, dan 13,5 g glukosa anhidrat. Seorang petugas puskesmas ingin mengetahui konsentrasi NaCl dalam larutan tersebut.
(Mr NaCl = 58,5)
Molaritas NaCl dalam larutan oralit adalah ....

A. 0,0044 M
B. 0,026 M
C. 0,044 M
D. 0,44 M
E. 2,6 M

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

2. Seorang laboran menyiapkan larutan natrium hidroksida untuk praktikum titrasi. Di meja tersedia tiga botol seperti pada gambar. Laboran hendak mencampur dan mengencerkan larutan itu sesuai kebutuhan praktikum, dan semua volume dianggap dapat dijumlahkan. (Mr NaOH = 40)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Botol A berisi 8,0 g NaOH.	○	○
Mencampur seluruh isi botol A dan botol B menghasilkan larutan NaOH 0,875 M.	○	○
Untuk membuat NaOH 0,50 M dari seluruh isi botol A, perlu ditambahkan 400 mL air suling.	○	○

3. Cairan pendingin radiator kendaraan dibuat dengan mencampurkan etilen glikol ($C_2H_6O_2$, Mr = 62) dengan air. Sebuah produk mencantumkan pada labelnya kadar etilen glikol 40 % massa. Seorang siswa ingin menghitung molalitas larutan itu untuk memperkirakan titik bekunya pada pelajaran sifat koligatif berikutnya.
Molalitas etilen glikol dalam cairan tersebut adalah ....

A. 0,011 m
B. 1,08 m
C. 6,5 m
D. 10,8 m
E. 16,1 m

Kunci singkat: 1. C 2. 1B 2B 3S 3. D

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

✔ PERIKSA DIRI

- Bagaimana kamu mengubah larutan berlabel "37 % massa, ρ = 1,28 g/mL" menjadi molaritas?
- Mengapa kadar dalam persen tidak berubah bila ukuran kemasan dibuat dua kali lipat?
- Pada soal "komposisi mana yang menghasilkan tepat x gram produk", apa yang kamu hitung lebih dulu untuk setiap komposisi?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit

KIM-2.2

◎ APA YANG DIUJI

Soal asli 2025 No. 11 (24,4 % benar) menyajikan data uji daya hantar listrik tiga zat, dalam bentuk **lelehan** dan **larutan**, lalu meminta pasangan zat yang cocok. Soal ini menggabungkan sub bab 1.2 (jenis ikatan) dengan kekuatan elektrolit.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menyimpulkan jenis ikatan dan kekuatan elektrolit dari data nyala lampu dan gelembung gas;
- membedakan elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit, termasuk dari derajat ionisasinya (α);
- menghitung faktor van't Hoff (i) yang akan dipakai di sub bab 2.3.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Mengapa kita dilarang menyentuh peralatan listrik dengan tangan basah, padahal air murni hampir tidak menghantarkan listrik? Jawabannya: air di tangan kita tidak murni. Keringat dan air keran mengandung garam terlarut, dan larutan garam menghantarkan listrik dengan baik. Sub bab ini menjelaskan larutan mana yang dapat menghantarkan listrik, dan apa yang terjadi pada partikelnya.

1. Syarat penghantar: partikel bermuatan yang bebas bergerak

Arus listrik adalah aliran muatan. Di dalam kabel logam, yang mengalir adalah elektron. Di dalam larutan, yang membawa muatan adalah **ion**: kation bergerak ke elektroda negatif, anion bergerak ke elektroda positif. Jadi, suatu zat atau larutan hanya dapat menghantarkan listrik bila di dalamnya terdapat **partikel bermuatan yang bebas bergerak**.

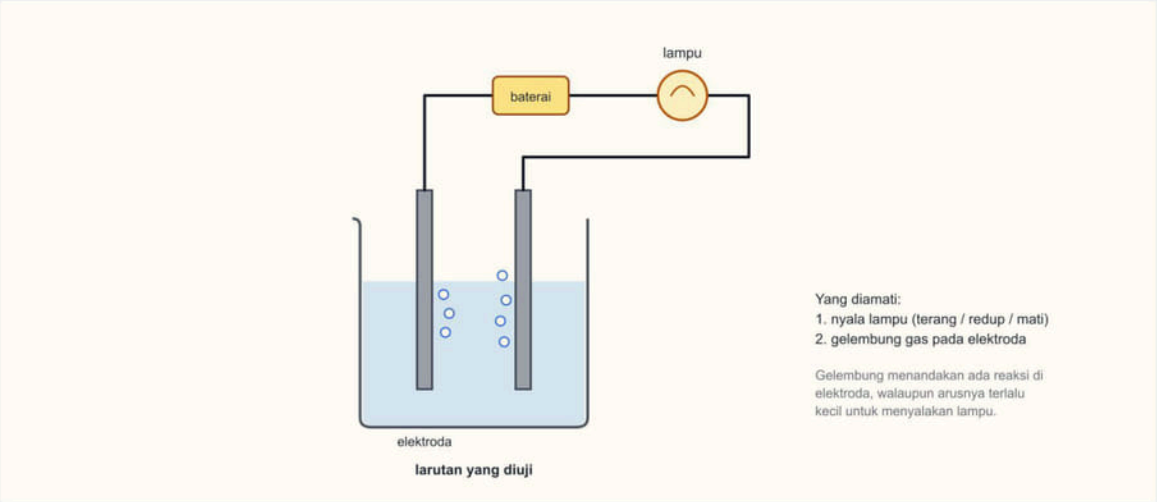
Larutan yang dapat menghantarkan listrik disebut **larutan elektrolit**, sedangkan yang tidak disebut **larutan nonelektrolit**. Garam dapur, cuka, dan air aki adalah elektrolit; larutan gula, urea, dan alkohol adalah nonelektrolit.

2. Menguji daya hantar listrik

Daya hantar diuji dengan rangkaian sederhana (Gambar 2.6): dua batang elektroda dicelupkan ke dalam larutan, lalu dihubungkan dengan baterai dan lampu. Bila larutan mengandung banyak ion, arus besar mengalir dan lampu menyala terang. Ada dua pengamatan yang harus dicatat:

1. **Nyala lampu**: terang, redup, atau tidak menyala.
2. **Gelembung gas pada elektroda**: gelembung menandakan ion-ion bereaksi di permukaan elektroda (elektrolisis, sub bab 3.4).

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



Gambar 2.6 Rangkaian alat uji daya hantar listrik larutan. Arus mengalir dari baterai, melalui lampu, elektroda, dan larutan, lalu kembali ke baterai. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Lampu bisa tidak menyala karena arusnya terlalu kecil, tetapi gelembung tetap muncul. Keadaan itu tetap menunjukkan bahwa larutan mengandung ion, walaupun sedikit.

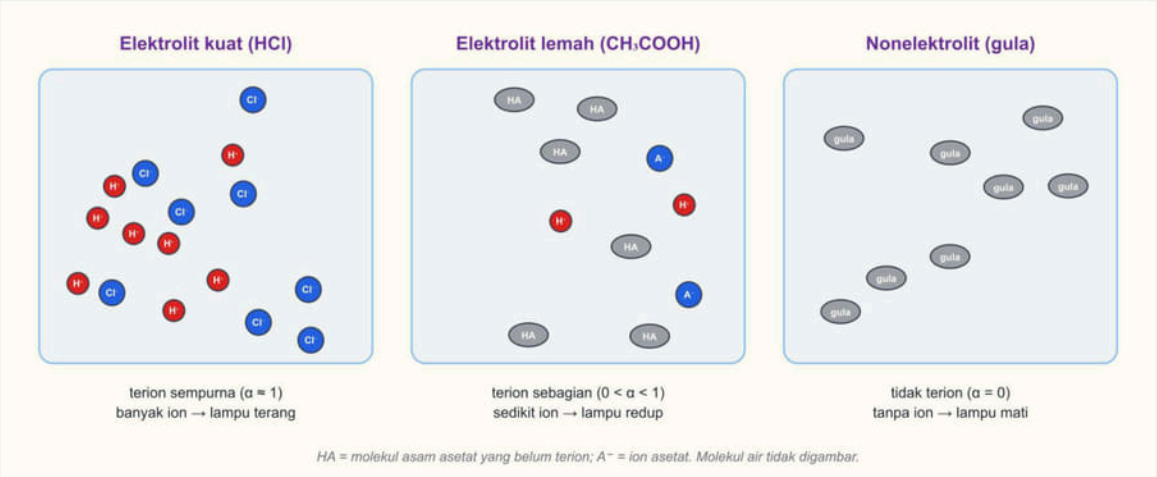
3. Elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit

Perbedaan ketiga jenis larutan terletak pada **berapa banyak partikel zat terlarut yang berubah menjadi ion** (Gambar 2.7). Bagian yang terion dinyatakan dengan **derajat ionisasi** (α):

$$\alpha = \frac{\text{mol zat yang terionisasi}}{\text{mol zat mula-mula}}$$

1. **Elektrolit kuat** (α ≈ 1): hampir semua partikel terion. Contohnya asam kuat (HCl, HNO_3, H_2SO_4), basa kuat (NaOH, KOH), dan hampir semua garam (NaCl, KNO_3, $CuSO_4$). Lampu menyala terang dan gelembung banyak.
2. **Elektrolit lemah** (0 < α < 1): hanya sebagian kecil partikel terion; sisanya tetap molekul. Contohnya asam lemah (asam asetat dalam cuka, asam sitrat) dan basa lemah (amonia). Lampu redup atau tidak menyala, gelembung sedikit.
3. **Nonelektrolit** (α = 0): zat terlarut tetap berupa molekul utuh. Contohnya gula, urea, etanol, dan gliserol. Lampu tidak menyala dan tidak ada gelembung.

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

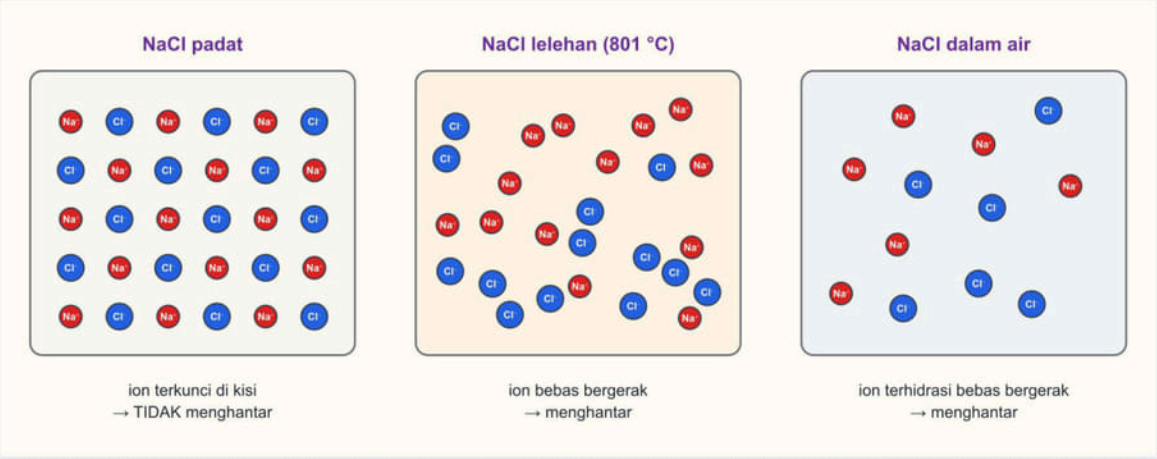


Gambar 2.7 Pada konsentrasi yang sama, larutan elektrolit kuat berisi paling banyak ion, elektrolit lemah hanya sedikit ion, dan nonelektrolit tidak berisi ion sama sekali. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

4. Senyawa ion: padat, lelehan, dan larutan

Senyawa ion seperti NaCl sudah tersusun atas ion sejak awal (sub bab 1.2). Namun, padatannya tidak menghantarkan listrik, karena ion-ion terkunci di tempatnya dalam kisi kristal (Gambar 2.8). Ion baru dapat bergerak bila kisinya dirusak, yaitu dengan dua cara:

- **dilelehkan**: pada 801 °C, kisi NaCl runtuh dan ion-ion bebas bergerak;
- **dilarutkan dalam air**: molekul air menarik ion-ion keluar dari kisi dan mengelilinginya (hidrasi, sub bab 2.1).



Gambar 2.8 NaCl padat tidak menghantarkan listrik karena ionnya terkunci di kisi. Lelehan dan larutannya menghantar karena ionnya bebas bergerak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

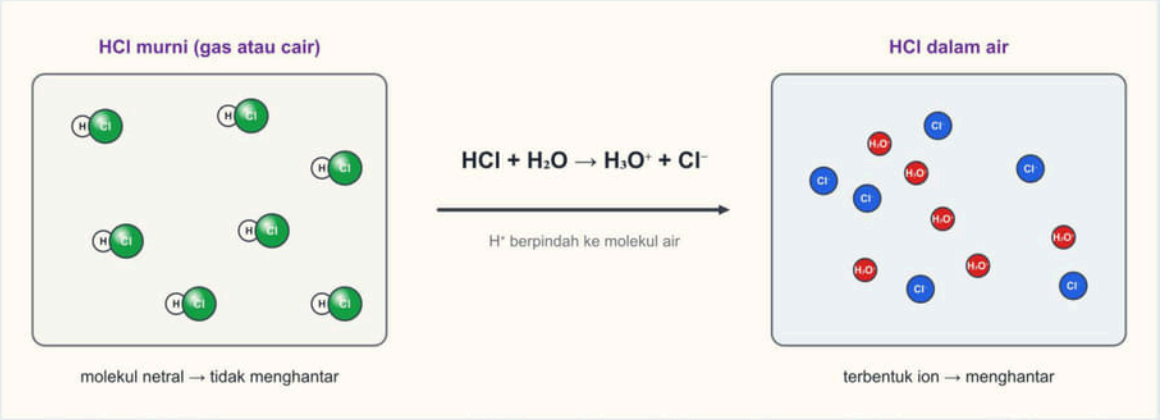
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

5. Senyawa kovalen polar: ion terbentuk karena bereaksi dengan air

Hidrogen klorida murni (HCl) berupa gas yang tersusun atas molekul netral. Gas HCl maupun HCl cair tidak menghantarkan listrik. Namun, ketika HCl dilarutkan dalam air, atom H dari HCl berpindah sebagai ion H^+ ke molekul air (Gambar 2.9):

$$HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

Proses terbentuknya ion dari molekul kovalen ini disebut **ionisasi**. Ion H_3O^+ (ion hidronium) sering ditulis singkat sebagai $H^+(aq)$. HCl terionisasi hampir sempurna, sehingga larutannya elektrolit kuat. Asam asetat (CH_3COOH) juga terionisasi, tetapi hanya sebagian kecil molekulnya, sehingga larutannya elektrolit lemah.



Gambar 2.9 HCl murni tersusun atas molekul netral dan tidak menghantar. Di dalam air, HCl bereaksi menghasilkan ion H_3O^+ dan Cl^- sehingga larutannya menghantar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Dari dua bagian terakhir, kita mendapat cara membedakan senyawa ion dari senyawa kovalen polar dengan data uji daya hantar:

Pengamatan	Kesimpulan
Lelehan menghantar **dan** larutan menghantar	senyawa ion (NaCl, KI, $Na_2S_2O_3$)
Padatan menghantar	logam
Lelehan **tidak**, larutan terang dengan banyak gelembung	kovalen polar, elektrolit kuat (HCl, H_2SO_4)
Lelehan **tidak**, larutan redup dengan sedikit gelembung	kovalen polar, elektrolit lemah (CH_3COOH, NH_3)
Tidak menghantar dalam bentuk apa pun	nonelektrolit (glukosa, urea, etanol)

Satu hal sering membingungkan: zat yang memiliki gugus –OH belum tentu basa. Natrium hidroksida (NaOH) adalah senyawa ion yang melepas ion OH^-, tetapi etanol (C_2H_5OH) dan gula adalah molekul kovalen yang gugus –OH-nya tidak lepas sebagai ion, sehingga keduanya nonelektrolit.

6. Jumlah partikel dalam larutan: faktor van't Hoff

Ketika satu satuan senyawa terurai menjadi beberapa ion, jumlah partikel di dalam larutan bertambah. Satu satuan NaCl menghasilkan dua ion (Na^+ dan Cl^-), satu satuan $CaCl_2$ menghasilkan tiga ion (Ca^{2+} dan $2Cl^-$). Perbandingan jumlah partikel sesungguhnya terhadap jumlah satuan zat yang dilarutkan disebut **faktor van't Hoff** (i):

$$i = 1 + (n - 1)\,\alpha$$

dengan n = jumlah ion dari satu satuan zat. Rumus ini masuk akal: dari setiap satu satuan zat, bagian α terurai menjadi n ion, dan bagian (1 − α) tetap utuh. Jumlah partikel = (1 − α) + nα = 1 + (n − 1)α.

Zat	n	α	i
glukosa	—	0	1
NaCl	2	1	2
$CaCl_2$	3	1	3
$Al_2(SO_4)_3$	5	1	5
asam lemah HA (α = 0,1)	2	0,1	1,1

Nilai i sangat penting di sub bab 2.3, karena sifat koligatif bergantung pada jumlah partikel.

7. Elektrolit dalam kehidupan sehari-hari

Tubuh manusia bekerja dengan larutan elektrolit. Cairan tubuh mengandung ion Na^+, K^+, Ca^{2+}, Cl^-, dan HCO_3^- yang menjaga keseimbangan air di dalam dan di luar sel serta membawa sinyal listrik pada saraf dan otot. Saat seseorang berkeringat banyak atau mengalami diare, tubuh kehilangan air sekaligus ion-ion tersebut. Karena itu, penderita diare diberi **oralit**, yaitu larutan

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

garam (NaCl dan KCl), natrium sitrat, dan glukosa dengan takaran tertentu, bukan hanya air putih. Minuman isotonik untuk olahraga bekerja dengan prinsip serupa.

Di bidang teknik, **aki** kendaraan berisi larutan asam sulfat, sebuah elektrolit kuat, sebagai jalan bagi ion di antara kedua elektrodanya. Baterai kering di senter memakai pasta elektrolit. Di bidang keselamatan, air keran, air hujan, dan air laut mengandung ion terlarut sehingga dapat menghantarkan listrik; itulah sebabnya peralatan listrik tidak boleh disentuh dengan tangan basah dan kabel listrik yang jatuh ke genangan air sangat berbahaya. Sebaliknya, air suling (akuades) hampir tidak menghantar karena ion di dalamnya sangat sedikit; air murni hanya terion dalam jumlah yang amat kecil (sub bab 2.4).

Contoh terselesaikan 1: mengelompokkan larutan dari data

Soal. Lima larutan berkonsentrasi sama diuji daya hantarnya. Hasilnya: P lampu terang, gelembung banyak; Q lampu mati, gelembung sedikit; R lampu mati, tanpa gelembung; S lampu redup, gelembung sedikit; T lampu terang, gelembung banyak. Kelompokkan kelima larutan.

Langkah.

1. Lampu terang dan banyak gelembung → banyak ion → elektrolit kuat: **P dan T**.
2. Lampu redup atau mati tetapi ada gelembung → ada ion walaupun sedikit → elektrolit lemah: **Q dan S**.
3. Tanpa nyala dan tanpa gelembung → tidak ada ion → nonelektrolit: **R**.

Cek. Q bukan nonelektrolit; gelembung menunjukkan ada ion yang bereaksi di elektroda.

Contoh terselesaikan 2: menentukan jenis senyawa

Soal. Zat X padat tidak menghantarkan listrik, tetapi lelehan dan larutannya menghantar. Zat Y cair pada suhu kamar dan tidak menghantar, tetapi larutannya dalam air menghantar dengan lampu redup. Tentukan jenis ikatan dan jenis elektrolit X dan Y.

Langkah.

1. X: lelehan menghantar → ion sudah ada di zat murninya → senyawa ion; garam umumnya elektrolit kuat.
2. Y: zat murni tidak menghantar → tidak ada ion → kovalen. Larutannya menghantar → Y terionisasi oleh air → kovalen polar. Lampu redup → hanya sebagian terion → elektrolit lemah (contohnya asam asetat).

Cek. Pembedanya ada pada data zat murni (lelehan atau cairan murni), bukan pada larutannya.

Contoh terselesaikan 3: derajat ionisasi dan faktor van't Hoff

Soal. Sebanyak 0,10 mol asam lemah HA dilarutkan dalam air. Pengukuran menunjukkan terdapat 0,004 mol ion H^+ di dalam larutan. Tentukan α dan i.

Langkah.

1. $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$. Setiap HA yang terion menghasilkan 1 H^+, jadi HA yang terion = 0,004 mol.
2. α = 0,004 ÷ 0,10 = **0,04** (4 % molekul terion).

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

3. $n = 2 \rightarrow i = 1 + (2 - 1)(0{,}04) = \mathbf{1{,}04}$.

Cek. Jumlah partikel: HA tersisa 0,096 mol + H^+ 0,004 mol + A^- 0,004 mol = 0,104 mol = 1,04 × 0,10 ✓.

Contoh terselesaikan 4: cuka dan asam klorida

Soal. Larutan HCl 0,1 M menyalakan lampu dengan terang, sedangkan larutan asam asetat 0,1 M hanya membuat lampu redup. Jelaskan dari tingkat partikel.

Langkah.

1. Kedua larutan berisi 0,1 mol zat terlarut per liter.
2. HCl terion hampir sempurna ($\alpha \approx 1$): sekitar 0,1 mol H_3O^+ dan 0,1 mol Cl^- per liter.
3. Asam asetat hanya terion sekitar 1 % ($\alpha \approx 0{,}01$): ion yang terbentuk hanya sekitar 0,001 mol per jenis ion per liter.
4. Karena jumlah ion pembawa muatan jauh lebih sedikit, arus pada larutan asam asetat jauh lebih kecil.

Cek. Kekuatan elektrolit bergantung pada derajat ionisasi, bukan hanya pada konsentrasi zat yang dilarutkan.

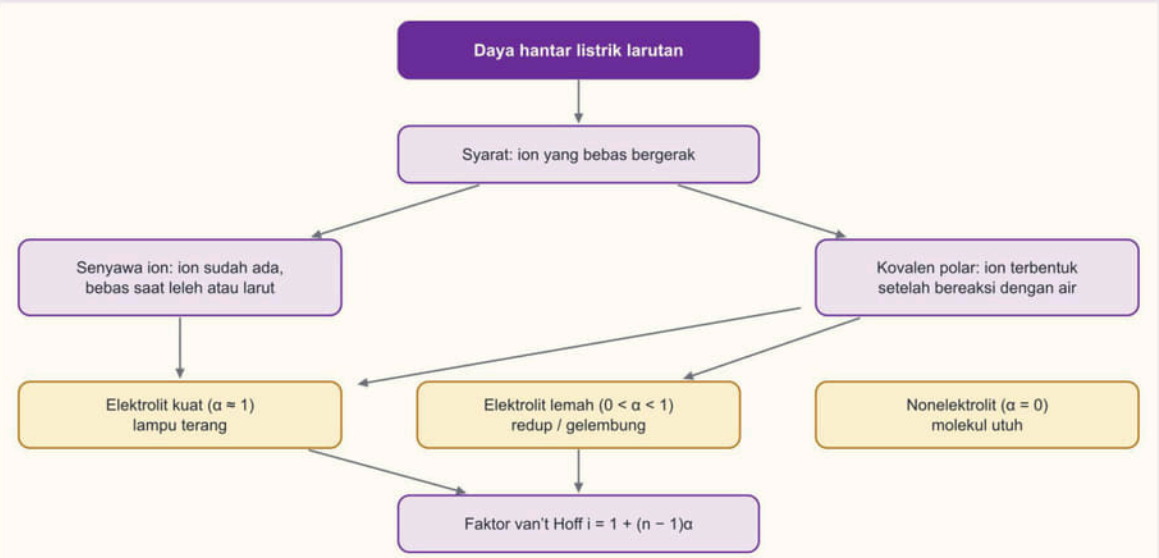
Ringkasan

- Larutan menghantar listrik bila mengandung ion yang bebas bergerak.
- Elektrolit kuat terion sempurna, elektrolit lemah terion sebagian, nonelektrolit tidak terion.
- Senyawa ion: padatan tidak menghantar, lelehan dan larutan menghantar.
- Senyawa kovalen polar: murni tidak menghantar, larutan menghantar karena terionisasi oleh air.
- Faktor van't Hoff $i = 1 + (n - 1)\alpha$ menyatakan jumlah partikel per satuan zat.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.10 merangkum syarat daya hantar listrik, sumber ion, dan penggolongan larutan.

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



Gambar 2.10 Peta konsep larutan elektrolit dan nonelektrolit. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Untuk setiap zat pada data, tentukan dulu golongannya dari tabel pengamatan: ion, logam, elektrolit kuat, elektrolit lemah, atau nonelektrolit.
2. Baru setelah itu periksa nama zat di setiap pilihan. Satu pasangan yang tidak cocok sudah cukup untuk mencoret pilihan itu.
3. Untuk menghitung i, tuliskan dulu reaksi ionisasinya agar jumlah ion (n) tidak salah.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Senyawa kovalen polar dikira ionik	"HCl menghantar, jadi lelehannya juga menghantar"	HCl murni berupa molekul; ion baru terbentuk setelah bereaksi dengan air
Padatan ion dikira menghantar	"NaCl padat menghantar listrik"	ionnya terkunci dalam kisi kristal
Asam lemah dikira nonelektrolit	"lampu tidak menyala, jadi nonelektrolit"	periksa gelembung; elektrolit lemah tetap menunjukkan reaksi
Jumlah ion salah	i untuk $CaCl_2$ dianggap 2	$Ca^{2+} + 2Cl^-$ menghasilkan 3 ion
Ada O atau OH dikira basa	"CH_3OH basa karena punya OH"	CH_3OH kovalen dan nonelektrolit; hanya hidroksida logam yang melepas OH^-

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

• BEDAH SOAL ASLI

Langkah pertama adalah mengelompokkan X, Y, dan Z dari tabel pengamatan. X menghantar sebagai lelehan, jadi X senyawa ion. Y tidak menghantar sebagai lelehan dan redup sebagai larutan, jadi Y elektrolit lemah. Z tidak menghantar sebagai lelehan tetapi terang sebagai larutan, jadi Z elektrolit kuat kovalen. Setelah itu, mencocokkan nama zat menjadi mudah.

►. Sekelompok siswa sedang melakukan praktikum untuk menguji daya hantar listrik zat yang belum diketahui. Tiga senyawa (X, Y, dan Z) diuji daya hantar listriknya dalam bentuk lelehan dan larutan menggunakan indikator lampu. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel pengamatan berikut.

Zat	Lelehan	Larutan
X	Redup; ada gelembung	Terang; banyak gelembung
Y	Tidak menyala; tidak ada gelembung	Redup; sedikit gelembung
Z	Tidak menyala; tidak ada gelembung	Terang; banyak gelembung

Berdasarkan data hasil percobaan, manakah kemungkinan pasangan zat/senyawa yang sesuai dengan hasil percobaan?

A. Senyawa X adalah $Na_2S_2O_3$ dan senyawa Y adalah KI.
B. Senyawa X adalah $Na_2S_2O_3$ dan senyawa Y adalah CH_3COOH.
C. Senyawa X adalah KI dan senyawa Z adalah CH_3COOH.
D. Senyawa Y adalah CH_3COOH dan senyawa Z adalah $Na_2S_2O_3$.
E. Senyawa Y adalah HCl dan senyawa Z adalah $Na_2S_2O_3$.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 24,4 %

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep:

• Senyawa **ionik** menghantarkan listrik dalam bentuk **lelehan** dan larutan (ion-ionnya bebas bergerak).

• Senyawa **kovalen polar** tidak menghantar dalam bentuk lelehan (berupa molekul), tetapi menghantar dalam larutan karena terionisasi oleh air: kuat (terang) bila terionisasi sempurna, lemah (redup) bila terionisasi sebagian.

Langkah 1 – Identifikasi.

• X: lelehan menghantar → **senyawa ionik** (mis. $Na_2S_2O_3$ atau KI).
• Y: lelehan tidak, larutan redup → **kovalen polar, elektrolit lemah** (mis. CH_3COOH).
• Z: lelehan tidak, larutan terang → **kovalen polar, elektrolit kuat** (mis. HCl).

Analisis opsi:

• A ✗ KI ionik sehingga lelehannya menghantar; tidak cocok untuk Y.
• B ✓ X ionik ($Na_2S_2O_3$), Y elektrolit lemah (CH_3COOH).
• C ✗ CH_3COOH adalah elektrolit lemah (redup), tidak cocok untuk Z yang terang.
• D ✗ $Na_2S_2O_3$ ionik; lelehannya menghantar, tidak cocok untuk Z.
• E ✗ HCl elektrolit kuat (terang), tidak cocok untuk Y yang redup.

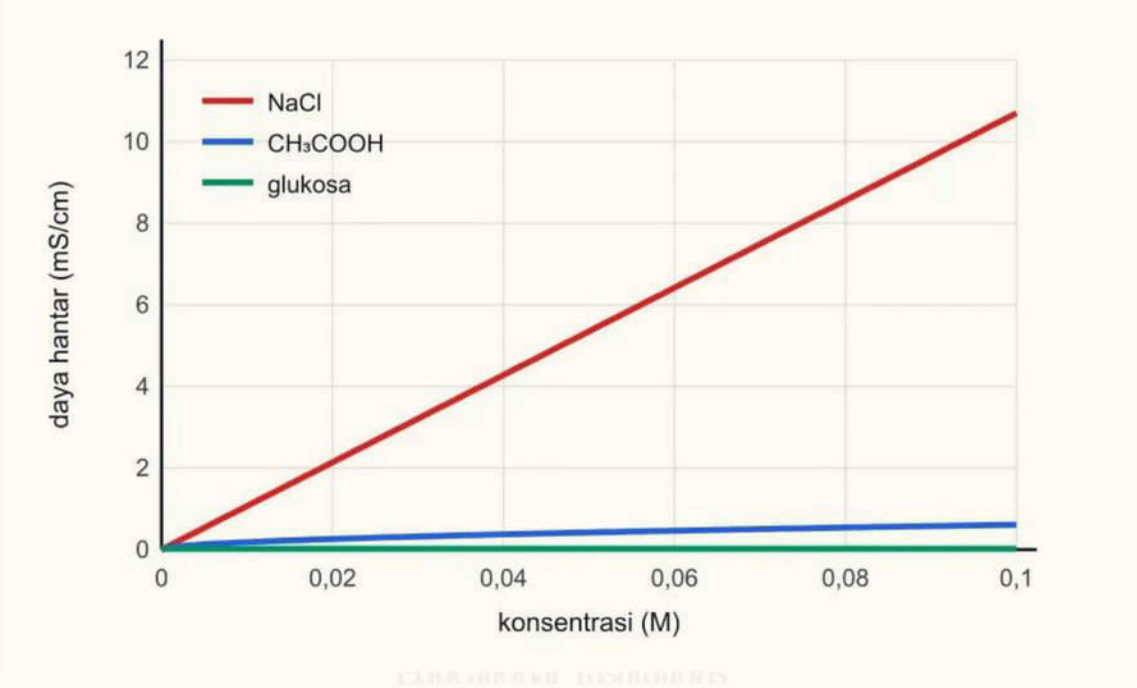
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: B.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Grafik daya hantar memisahkan tiga golongan larutan. Bandingkan tinggi kurva pada konsentrasi yang sama, lalu hubungkan dengan banyaknya ion di dalam larutan.

►. Seorang siswa mengukur daya hantar listrik larutan NaCl, asam asetat (CH_3COOH), dan glukosa pada beberapa konsentrasi dengan alat pengukur konduktivitas. Hasil pengukurannya ditunjukkan pada grafik.
Data disederhanakan untuk latihan soal.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



A. Larutan glukosa menghantarkan listrik lemah karena sebagian kecil molekulnya terion dalam air.
B. Asam asetat menghantarkan listrik lebih baik daripada NaCl pada konsentrasi tinggi.
C. Daya hantar asam asetat naik sebanding dengan konsentrasinya, sama seperti NaCl.
D. Semua larutan yang berbentuk cair dapat menghantarkan listrik dengan baik.
E. Pada konsentrasi sama, daya hantar NaCl jauh lebih besar karena NaCl terion sempurna.

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

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: daya hantar bergantung pada jumlah ion dalam larutan. Elektrolit kuat terion sempurna, elektrolit lemah terion sebagian, nonelektrolit tidak terion.

Langkah – Baca grafik. Kurva NaCl naik tajam dan lurus; kurva asam asetat jauh lebih rendah dan makin landai; kurva glukosa hampir nol.

Analisis opsi:

- A ✗ Glukosa nonelektrolit; molekulnya tidak terion sama sekali.
- B ✗ Pada setiap konsentrasi, kurva asam asetat berada jauh di bawah NaCl.
- C ✗ Kurva asam asetat melengkung; derajat ionisasinya makin kecil saat konsentrasi naik.
- D ✗ Larutan glukosa berbentuk cair tetapi tidak menghantar. *Jebakan: mengira semua larutan menghantarkan listrik.*
- E ✓ NaCl elektrolit kuat.

Jawaban: E.

✎ LATIHAN

1. Gas hidrogen klorida (HCl) murni yang dialirkan di antara dua elektrode tidak menghantarkan listrik. Namun, setelah gas yang sama dialirkan ke dalam air, larutan yang terbentuk (asam klorida) menyalakan lampu alat uji elektrolit dengan terang dan menghasilkan banyak gelembung gas di elektrode.
Penjelasan yang tepat untuk pengamatan tersebut adalah ....

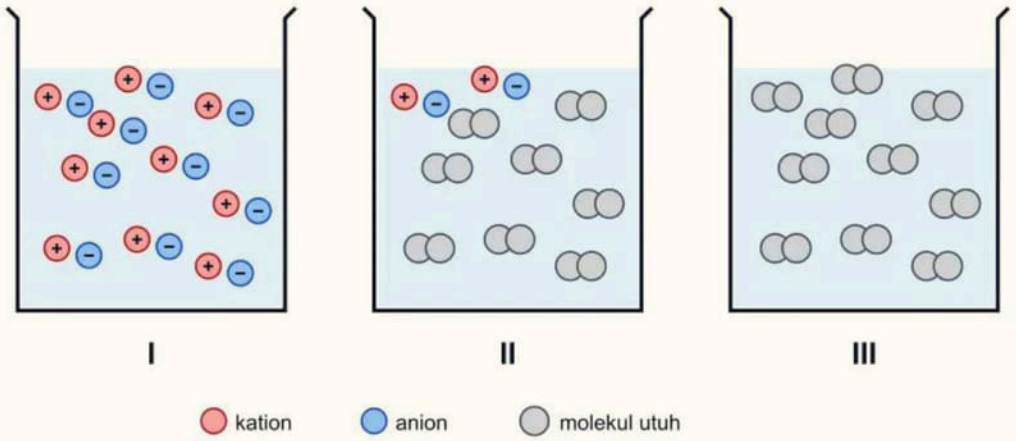
A. HCl adalah senyawa kovalen polar yang terion menjadi H^+ dan Cl^- ketika bereaksi dengan air.
B. HCl adalah senyawa ion yang ion-ionnya baru dapat bergerak setelah dilarutkan dalam air.
C. Air murni adalah elektrolit kuat sehingga larutan apa pun di dalamnya menghantarkan listrik.
D. Gas HCl mengandung ion yang terlalu sedikit sehingga tidak dapat menyalakan lampu.
E. HCl berubah menjadi senyawa ion karena molekulnya pecah oleh arus listrik.

2. Sebanyak 0,20 mol garam AB_2 dilarutkan dalam air. Hasil pengukuran daya hantar menunjukkan bahwa hanya 0,15 mol AB_2 yang terion menjadi ion A^{2+} dan B^-, sedangkan sisanya tetap berupa satuan AB_2 yang tidak terion. Data ini diperlukan untuk menghitung sifat koligatif larutan garam tersebut.
Faktor van 't Hoff (i) larutan garam itu adalah ....

A. 0,75
B. 1,5
C. 2,25
D. 2,5
E. 3,0

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

3. Gambar berikut menunjukkan model partikel tiga larutan berkonsentrasi sama di dalam air (molekul air tidak digambar). Ketiga larutan dibuat dari zat yang berbeda: kalium nitrat, asam fluorida, dan etanol. Guru meminta siswa mencocokkan setiap gambar dengan zat yang dilarutkan berdasarkan jenis partikel di dalam larutan.
Pasangan gambar dan zat yang tepat adalah ....



A. I = HF, II = KNO_3, III = C_2H_5OH
B. I = KNO_3, II = HF, III = C_2H_5OH
C. I = C_2H_5OH, II = HF, III = KNO_3
D. I = KNO_3, II = etanol (C_2H_5OH), III = HF
E. I = HF, II = C_2H_5OH, III = KNO_3

Kunci singkat: 1. A 2. D 3. B

✔ PERIKSA DIRI

- Apa yang membedakan hasil uji lelehan NaCl dan lelehan HCl, dan mengapa?
- Apa arti lampu yang tidak menyala tetapi ada gelembung gas di elektrodenya?
- Hitunglah i untuk K_3PO_4 yang terionisasi sempurna, dan untuk asam lemah HA dengan α = 0,2.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan

KIM-2.3

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**: empat soal asli 2025 (16 % paket) berasal dari sini, dan semuanya dijawab benar oleh kurang dari sepertiga peserta.

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 16	membaca diagram P–T air dan larutan KBr	29,8 %
No. 13	tekanan uap tiga larutan (NaCl, sukrosa, metanol)	29,0 %
No. 14	tekanan osmotik larutan infus KCl	22,7 %
No. 15	kelayakan larutan antibeku pesawat	30,4 %

Sifat koligatif adalah sifat larutan yang hanya bergantung pada **jumlah partikel** zat terlarut, bukan jenisnya. Karena itu, kunci seluruh sub bab ini ada pada satu pertanyaan: *berapa partikel yang sebenarnya ada di dalam larutan?*

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik, untuk larutan elektrolit maupun nonelektrolit;
- membaca diagram P–T pelarut dan larutan;
- menilai apakah suatu formulasi (antibeku, infus, desalinasi) memenuhi kebutuhan;
- menentukan Mr atau derajat ionisasi dari data sifat koligatif.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Di negara bersalju, petugas menaburkan garam di jalan agar es mencair. Pengemudi menambahkan cairan antibeku ke radiator mobil. Perawat memberi cairan infus yang kadarnya diatur cermat, dan nelayan mengawetkan ikan dengan garam. Keempat contoh itu memakai gejala yang sama: **zat terlarut mengubah sifat pelarutnya**. Uniknya, besar perubahan itu tidak bergantung pada jenis zat terlarut, melainkan pada **jumlah partikelnya**. Sifat-sifat seperti ini disebut **sifat koligatif** (dari bahasa Latin *colligare*, "terikat bersama").

Ada empat sifat koligatif: penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik. Semuanya berasal dari satu penyebab, yaitu partikel zat terlarut "mengganggu" molekul pelarut. Rumus di sub bab ini berlaku untuk zat terlarut yang **tidak mudah menguap** dan larutan yang encer.

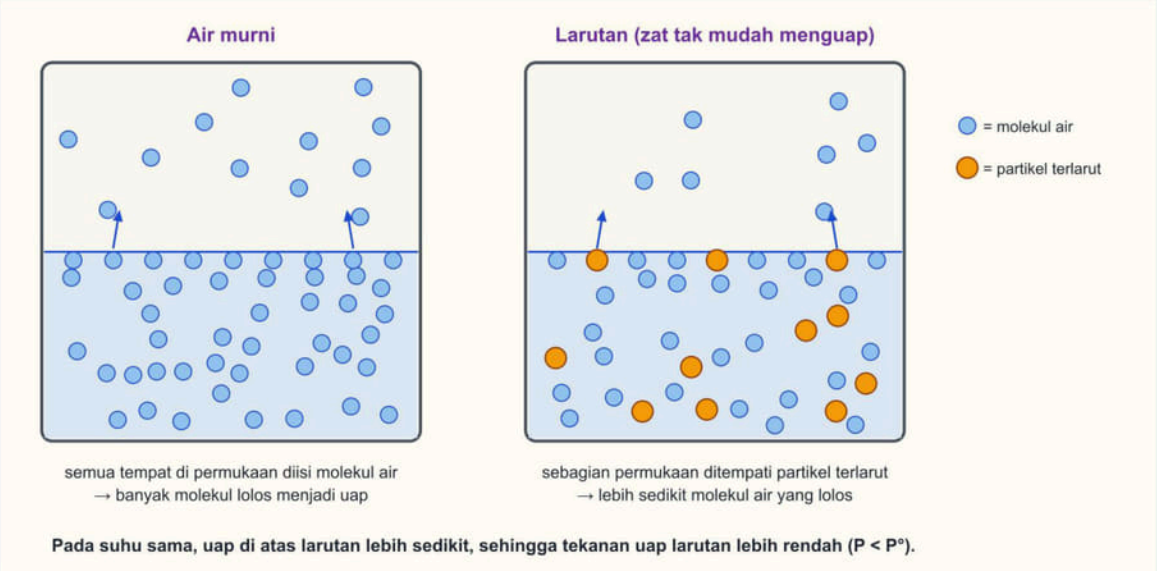
1. Penurunan tekanan uap

Di permukaan cairan, molekul-molekul yang bergerak cukup cepat dapat lolos menjadi uap. Di

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

dalam wadah tertutup, uap itu menekan dinding wadah. Tekanan uap ketika jumlah molekul yang menguap sama dengan yang mengembun kembali disebut **tekanan uap jenuh**, ditulis P° untuk pelarut murni.

Apa yang berubah bila zat yang tidak mudah menguap, misalnya gula, dilarutkan? Perhatikan Gambar 2.11. Pada pelarut murni, seluruh permukaan diisi molekul air, sehingga banyak molekul yang dapat lolos. Pada larutan, sebagian tempat di permukaan ditempati partikel zat terlarut yang tidak menguap. Akibatnya, molekul air yang lolos per detik lebih sedikit, dan tekanan uap larutan (P) lebih rendah daripada P°.



Gambar 2.11 Partikel zat terlarut menempati sebagian permukaan larutan, sehingga molekul pelarut yang dapat menguap berkurang dan tekanan uap turun. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Makin banyak partikel terlarut, makin kecil bagian permukaan yang diisi pelarut. Hubungan ini dirumuskan oleh **hukum Raoult**:

$$P = X_{\text{pelarut}} \times P^\circ \qquad \Delta P = P^\circ - P = X_{\text{terlarut}} \times P^\circ$$

dengan X = fraksi mol (sub bab 2.1).

Pengecualian penting: bila zat terlarutnya **mudah menguap** (misalnya metanol, titik didih 65 °C), molekul zat terlarut juga ikut menguap dan menambah tekanan uap. Tekanan uap larutan seperti itu bisa lebih tinggi daripada larutan zat tak mudah menguap dengan jumlah partikel sama.

Contoh terselesaikan 1: tekanan uap larutan glukosa

Soal. Sebanyak 18 g glukosa (Mr 180) dilarutkan dalam 90 g air. Pada 25 °C, tekanan uap air murni 23,76 mmHg. Berapa tekanan uap larutan?

Langkah.

1. Mol glukosa = 18 ÷ 180 = 0,10 mol; mol air = 90 ÷ 18 = 5,00 mol.
2. X air = 5,00 ÷ (5,00 + 0,10) = 0,980.
3. P = 0,980 × 23,76 = **23,29 mmHg** (turun 0,47 mmHg).

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

Cek. Fraksi mol zat terlarut hanya sekitar 2 %, sehingga tekanan uap turun sekitar 2 % ✓.

2. Kenaikan titik didih dan penurunan titik beku

Cairan **mendidih** ketika tekanan uapnya sama dengan tekanan udara di atasnya. Air murni mencapai 1 atm pada 100 °C. Karena tekanan uap larutan lebih rendah, larutan perlu dipanaskan **lebih tinggi** daripada 100 °C agar tekanan uapnya mencapai 1 atm. Selisih suhunya disebut **kenaikan titik didih** (ΔTb).

Cairan **membeku** ketika molekul-molekulnya menata diri menjadi kisi kristal padat. Partikel zat terlarut menghalangi molekul air menyusun kisi es, sehingga larutan harus didinginkan **lebih rendah** daripada 0 °C sebelum membeku. Selisihnya disebut **penurunan titik beku** (ΔTf). Es yang terbentuk dari air laut hampir berupa air tawar murni, karena ion-ion garam tidak ikut masuk ke kisi es.

Untuk larutan encer, keduanya sebanding dengan **molalitas** (m):

$$\Delta T_b = K_b \times m \qquad \Delta T_f = K_f \times m$$

Kb dan Kf adalah tetapan yang hanya bergantung pada jenis pelarut. Untuk air, Kb = 0,52 °C/m dan Kf = 1,86 °C/m. Molalitas dipakai, bukan molaritas, karena berbasis massa sehingga tidak berubah bila suhu berubah. Titik didih larutan air = 100 °C + ΔTb, dan titik bekunya = 0 °C − ΔTf.

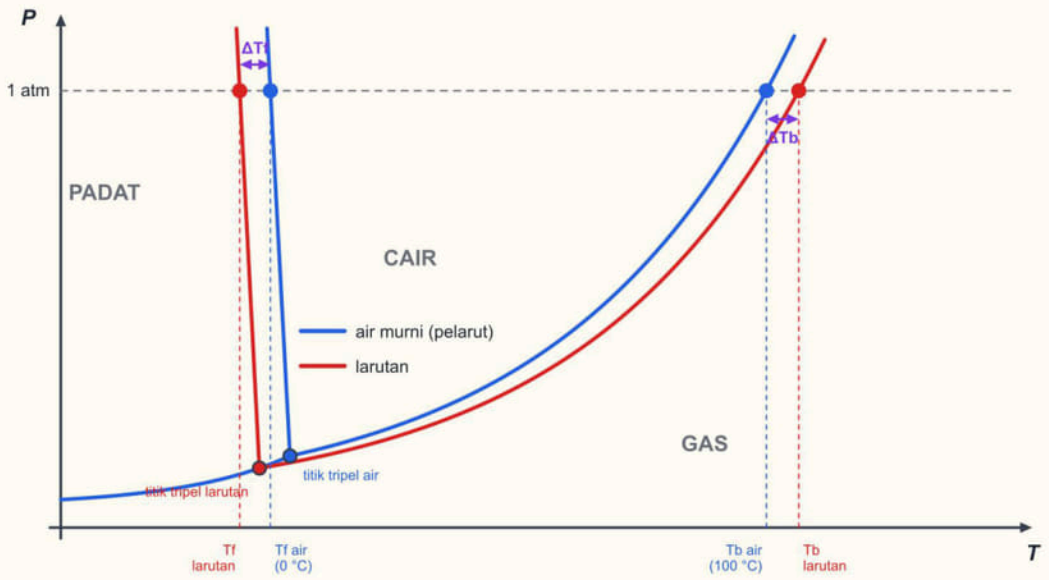
3. Membaca diagram P–T

Diagram fase atau diagram P–T menunjukkan wujud zat pada setiap pasangan tekanan dan suhu (Gambar 2.12). Ada tiga daerah (padat, cair, gas) yang dibatasi tiga garis:

1. **Garis padat–cair** (hampir tegak): titik leleh pada berbagai tekanan.
2. **Garis cair–gas**: titik didih pada berbagai tekanan, yaitu kurva tekanan uap.
3. **Garis padat–gas**: tempat padatan menyublim.

Ketiga garis bertemu di **titik tripel**, satu-satunya keadaan saat padat, cair, dan gas berada bersama-sama.

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



Gambar 2.12 Diagram P–T air murni (biru) dan larutannya (merah). Pada garis 1 atm, urutan dari kiri: titik beku larutan, titik beku air, titik didih air, titik didih larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Garis-garis larutan (merah) bergeser dari garis air (biru) karena tekanan uap larutan lebih rendah:

- garis cair–gas larutan berada **di bawah dan di kanan** garis air, sehingga pada 1 atm titik didih larutan lebih tinggi (ΔTb di sisi kanan);
- garis padat–cair larutan berada **di kiri** garis air, sehingga pada 1 atm titik beku larutan lebih rendah (ΔTf di sisi kiri);
- titik tripel larutan berada lebih rendah dan lebih kiri daripada titik tripel air.

Cara membaca soal diagram P–T: tarik garis mendatar pada 1 atm, tandai keempat titik potongnya dari kiri ke kanan, lalu tentukan garis mana milik pelarut dan mana milik larutan.

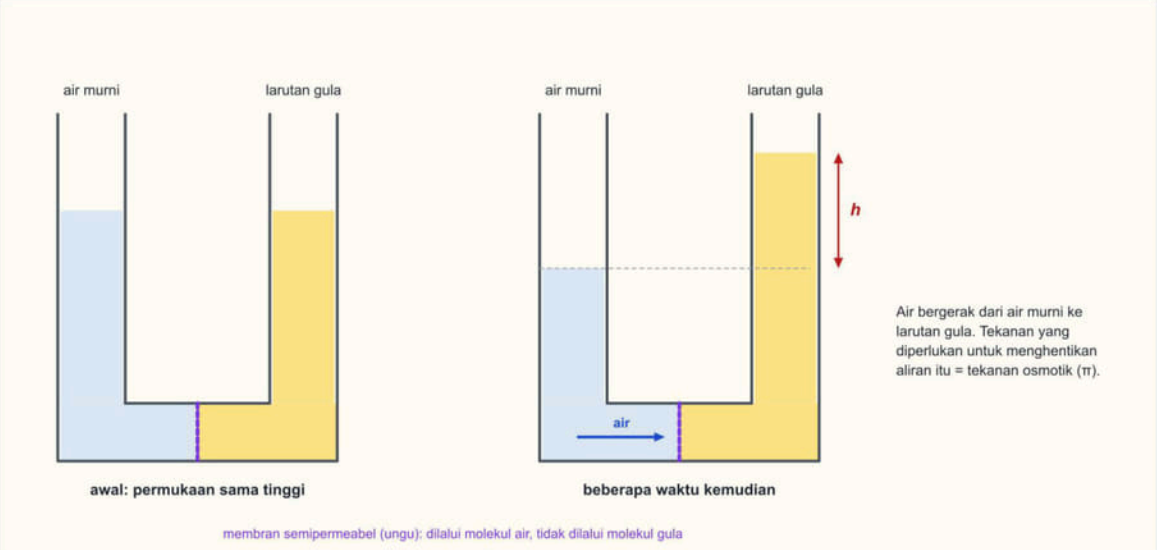
4. Tekanan osmotik

Membran semipermeabel adalah selaput yang dapat dilalui molekul pelarut (air) tetapi tidak dapat dilalui partikel zat terlarut yang lebih besar, seperti gula atau ion terhidrasi. Membran sel, kulit telur bagian dalam, dan kertas selofan adalah contohnya.

Bila air murni dan larutan gula dipisahkan oleh membran seperti itu (Gambar 2.13), molekul air dapat menembus dari kedua arah. Namun, dari sisi larutan, sebagian tempat di permukaan membran tertutup molekul gula, sehingga air yang menembus dari sisi air murni lebih banyak. Akibatnya, air berpindah **ke larutan yang lebih pekat**, dan permukaan larutan naik. Peristiwa ini disebut **osmosis**. Tekanan yang harus diberikan pada larutan untuk menghentikan osmosis disebut **tekanan osmotik** (π):

$$\pi = M \times R \times T$$

dengan M = molaritas, R = 0,082 L atm mol^{-1} K^{-1}, dan T dalam kelvin.

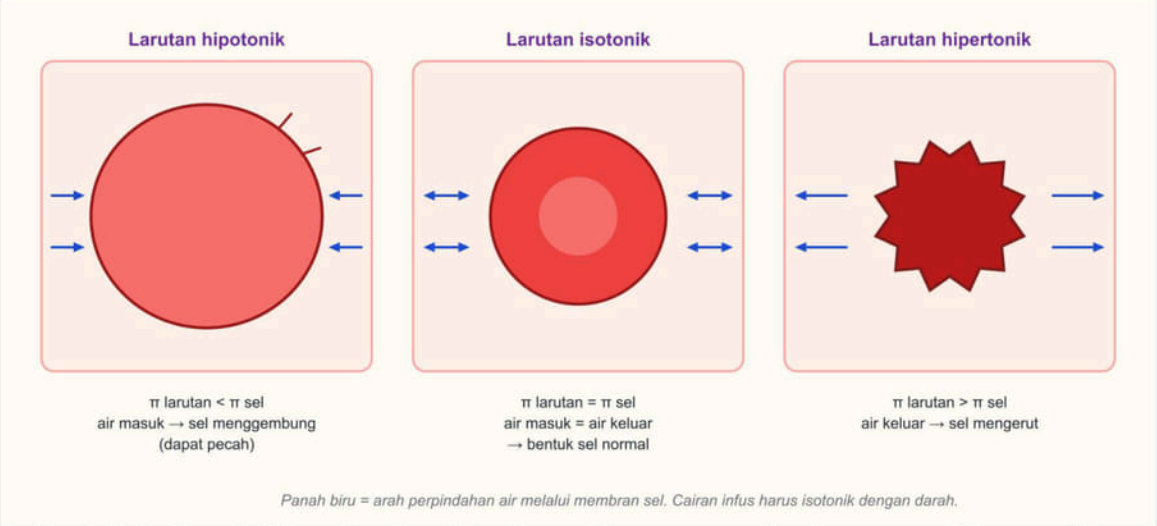


Gambar 2.13 Air berpindah melalui membran semipermeabel dari air murni ke larutan gula, sehingga permukaan larutan naik setinggi h. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila tekanan yang diberikan pada larutan **lebih besar** daripada π, air justru terdorong keluar dari larutan menuju sisi air murni. Proses ini disebut **osmosis balik** dan dipakai untuk mengubah air laut atau air payau menjadi air minum.

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

Dua larutan yang tekanan osmotiknya sama disebut **isotonik**. Larutan yang tekanan osmotiknya lebih kecil disebut **hipotonik**, dan yang lebih besar disebut **hipertonik**. Hal ini sangat penting bagi sel hidup (Gambar 2.14). Sel darah merah dalam larutan hipotonik menyerap air sampai menggembung dan dapat pecah; dalam larutan hipertonik, air keluar sehingga sel mengerut. Karena itu, cairan infus harus isotonik dengan darah, yang tekanan osmotiknya sekitar 7,7 atm pada suhu tubuh (37 °C).



Gambar 2.14 Arah perpindahan air pada sel darah merah bergantung pada tekanan osmotik larutan di luar sel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

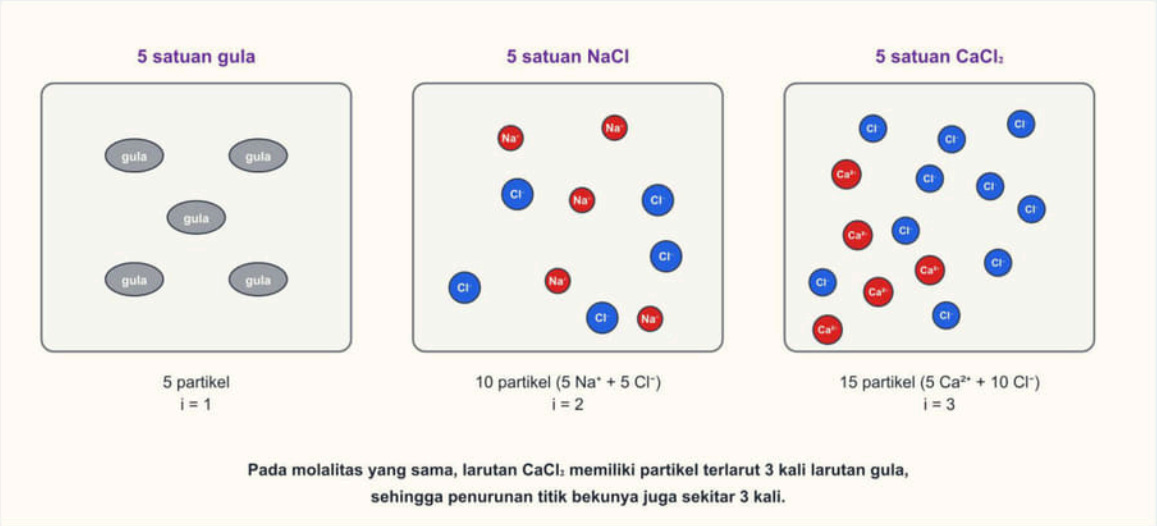
Osmosis juga menjelaskan pengawetan makanan: ikan asin dan manisan buah dibuat dengan larutan sangat pekat, sehingga air keluar dari sel bakteri dan jamur yang mencemarinya, dan mikroba itu tidak dapat berkembang biak.

5. Larutan elektrolit: faktor van't Hoff

Sifat koligatif bergantung pada jumlah **partikel**, bukan jumlah satuan zat yang dilarutkan. Satu mol NaCl yang larut menghasilkan dua mol ion, sehingga pengaruhnya dua kali satu mol gula (Gambar 2.15). Karena itu, untuk larutan elektrolit, setiap rumus dikalikan **faktor van't Hoff** i = 1 + (n − 1)α (sub bab 2.2):

Sifat	Rumus lengkap	Satuan konsentrasi
Penurunan tekanan uap	$P = X_{\text{pelarut}} \times P^\circ$ (mol zat terlarut dikali i)	fraksi mol
Kenaikan titik didih	$\Delta T_b = K_b \times m \times i$	molalitas
Penurunan titik beku	$\Delta T_f = K_f \times m \times i$	molalitas
Tekanan osmotik	$\pi = M \times R \times T \times i$	molaritas

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



Gambar 2.15 Jumlah satuan zat yang dilarutkan sama, tetapi jumlah partikel di dalam larutan berbeda. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila pelarut dan konsentrasinya sama, larutan dapat dibandingkan tanpa menghitung, cukup dengan **konsentrasi partikel** (m × i): makin besar m × i, makin tinggi titik didih, makin rendah titik beku, makin rendah tekanan uap, dan makin besar tekanan osmotiknya. Contohnya, untuk larutan 0,1 m: glukosa (0,1) < NaCl (0,2) < $CaCl_2$ (0,3).

Rumus yang sama dapat dipakai terbalik untuk mencari **Mr** zat yang belum dikenal (dari ΔTf atau π yang terukur) atau **derajat ionisasi** elektrolit lemah: hitung i dari data, lalu α = (i − 1) ÷ (n − 1). Untuk molekul besar seperti protein, tekanan osmotik dipilih karena ΔT-nya terlalu kecil untuk diukur.

Contoh terselesaikan 2: membandingkan titik beku

Soal. Tentukan titik beku larutan NaCl 0,2 m dan larutan urea 0,2 m. (Kf air = 1,86 °C/m)

Langkah.

1. $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$, elektrolit kuat → i = 2. ΔTf = 1,86 × 0,2 × 2 = 0,744 °C → Tf = **−0,744 °C**.
2. Urea nonelektrolit → i = 1. ΔTf = 1,86 × 0,2 = 0,372 °C → Tf = **−0,372 °C**.

Cek. Molalitasnya sama, tetapi jumlah partikel NaCl dua kali urea, sehingga penurunan titik bekunya juga dua kali ✓.

Contoh terselesaikan 3: apakah infus glukosa isotonik?

Soal. Cairan infus glukosa 5 % mengandung 50 g glukosa (Mr 180) per liter larutan. Hitung tekanan osmotiknya pada 37 °C dan bandingkan dengan darah (±7,7 atm). (R = 0,082 L atm mol^{-1} K^{-1})

Langkah.

1. M = (50 ÷ 180) mol ÷ 1 L = 0,278 M; glukosa nonelektrolit → i = 1.
2. T = 37 + 273 = 310 K.
3. π = 0,278 × 0,082 × 310 = **7,06 atm**.
4. Nilainya mendekati tekanan osmotik darah (sedikit lebih rendah), sehingga cairan ini

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

hampir isotonik dan aman dialirkan ke pembuluh darah.

Cek. Bila suhu tidak diubah ke kelvin (T = 37), hasilnya hanya 0,84 atm, sebuah kesalahan yang sangat besar.

Contoh terselesaikan 4: merancang larutan antibeku

Soal. Berapa gram etilen glikol ($C_2H_6O_2$, Mr 62, nonelektrolit) yang harus dilarutkan dalam 1 kg air agar larutan radiator tidak membeku sampai −10 °C? (Kf = 1,86 °C/m)

Langkah.

1. ΔT_f yang diperlukan = 0 − (−10) = 10 °C.
2. m = ΔT_f ÷ Kf = 10 ÷ 1,86 = 5,38 m → 5,38 mol dalam 1 kg air.
3. Massa = 5,38 × 62 = **333 g** (paling sedikit).

Cek. Agar aman, titik beku larutan harus **lebih rendah** daripada suhu lingkungan terendah, sehingga dipakai sedikit lebih banyak dari 333 g.

Contoh terselesaikan 5: membaca diagram P–T

Soal. Pada Gambar 2.12, mengapa titik potong garis merah dengan garis 1 atm di sisi kanan berada di sebelah kanan titik potong garis biru?

Langkah.

1. Garis cair–gas adalah kurva tekanan uap. Garis merah berada di bawah garis biru, artinya pada suhu yang sama tekanan uap larutan lebih rendah.
2. Agar tekanan uap mencapai 1 atm (syarat mendidih), larutan harus dipanaskan sampai suhu yang lebih tinggi.
3. Jadi titik didih larutan (titik potong merah) berada di kanan titik didih air; jaraknya adalah ΔT_b.

Cek. Di sisi kiri berlaku kebalikannya: titik beku larutan di kiri titik beku air, jaraknya ΔT_f.

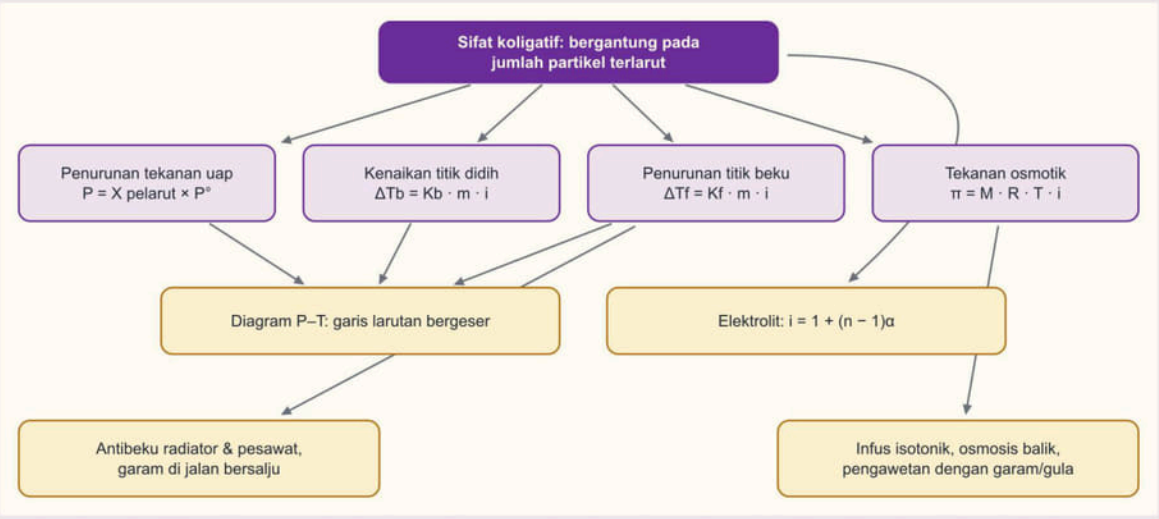
Ringkasan

- Sifat koligatif bergantung pada jumlah partikel terlarut, bukan jenisnya.
- Partikel terlarut menurunkan tekanan uap, sehingga titik didih naik dan titik beku turun.
- Pada diagram P–T, garis larutan bergeser: ΔT_f di sisi kiri, ΔT_b di sisi kanan garis 1 atm.
- Osmosis: pelarut berpindah ke larutan yang lebih pekat; $\pi = MRT$ (T dalam kelvin).
- Larutan elektrolit: kalikan dengan i; bandingkan larutan lewat m × i.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.16 merangkum empat sifat koligatif, hubungannya dengan diagram P–T, dan penerapannya.

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



Gambar 2.16 Peta konsep sifat koligatif larutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Tentukan **i** lebih dulu: apakah zatnya elektrolit, dan terurai menjadi berapa ion?
2. Pilih satuan konsentrasi yang sesuai rumusnya: molalitas untuk ΔT, molaritas untuk π, dan fraksi mol untuk ΔP.
3. Ubah suhu ke kelvin hanya untuk π.
4. Bedakan "**penurunan**/kenaikan" (ΔT) dari "**titik** beku/didih" (T).
5. Untuk soal kelayakan, bandingkan titik beku larutan dengan suhu lingkungan. Larutan aman bila titik bekunya **lebih rendah** daripada suhu lingkungan.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
i dilupakan	π larutan KCl dihitung tanpa ×2 (4,92 atm)	$KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$, i = 2 (9,84 atm)
ΔTf dikira titik beku	"titik beku larutan 27,9 °C"	$T_f = 0 - 27{,}9 = -27{,}9\,°C$
Suhu °C dipakai pada π	π = MRT dengan T = 27	T = 300 K
Suhu dari cerita lain dipakai	memakai 310 K (suhu tubuh) walaupun larutan diukur pada 27 °C	pakai suhu yang disebut untuk pengukuran
ΔP dikira P	jawaban 2,36 mmHg untuk "tekanan uap larutan"	$P = P° - \Delta P$
Zat atsiri diperlakukan seperti zat tak-atsiri	"metanol menurunkan tekanan uap seperti sukrosa"	uap metanol menambah tekanan uap total
Arah osmosis terbalik	"air bergerak dari larutan pekat ke encer"	pelarut bergerak ke larutan yang lebih pekat

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

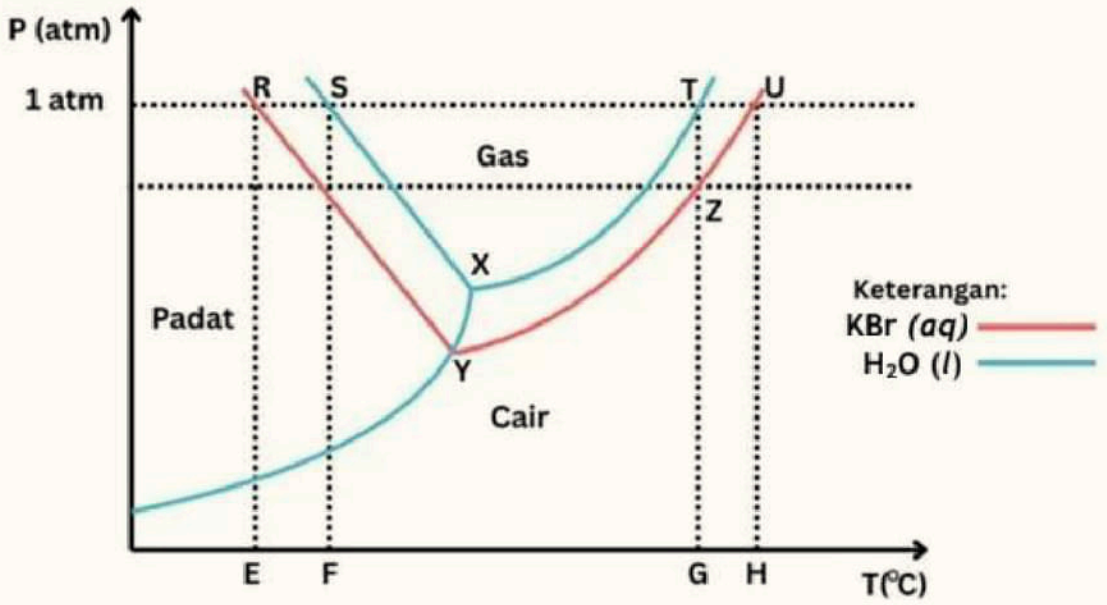
Garis diagram P–T tertukar	ΔTf dikira kenaikan titik didih	ΔTf di sisi kiri (suhu rendah), ΔTb di sisi kanan

• BEDAH SOAL ASLI

Diagram P–T: tentukan dulu garis mana milik air dan mana milik larutan, lalu tandai keempat titik pada 1 atm berurutan dari kiri ke kanan.

►. Perhatikan diagram P-T pelarut murni (H_2O) dan larutan KBr pada gambar.

Pernyataan yang tepat terkait diagram P-T pelarut murni (H_2O) dan larutan KBr adalah ....



A. Titik H menunjukkan titik didih H_2O pada tekanan 1 atm.
B. Titik X merupakan titik tripel pelarut murni (H_2O).
C. Garis E–F menunjukkan kenaikan titik didih larutan KBr.
D. Pada garis G–H kedua zat berada dalam fase padat pada tekanan 1 atm.
E. Titik S menunjukkan tekanan uap larutan KBr pada suatu suhu.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 29,8 %

Pembahasan **Kunci: B**

Membaca diagram: garis biru = H_2O murni, garis merah = larutan KBr. Larutan memiliki tekanan uap lebih rendah sehingga garis cair–gasnya berada di bawah/kanan garis pelarut, titik bekunya lebih rendah, dan titik didihnya lebih tinggi.

• Pada 1 atm: S (suhu F) = titik beku H_2O; R (suhu E) = titik beku larutan KBr; T (suhu G) = titik didih H_2O; U (suhu H) = titik didih larutan KBr.

• X = pertemuan tiga garis biru = **titik tripel H_2O**; Y = titik tripel larutan.

Analisis opsi:

• A ✗ H adalah titik didih **larutan KBr**; titik didih H_2O adalah G.

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

- B ✓ X adalah titik tripel pelarut murni.
- C ✗ E–F adalah **penurunan titik beku** (ΔT_f), bukan kenaikan titik didih (G–H).
- D ✗ G–H berada di daerah suhu tinggi (sekitar titik didih), bukan fase padat.
- E ✗ S terletak pada garis padat–cair H_2O di 1 atm → titik beku H_2O, bukan tekanan uap KBr.

Jawaban: B.

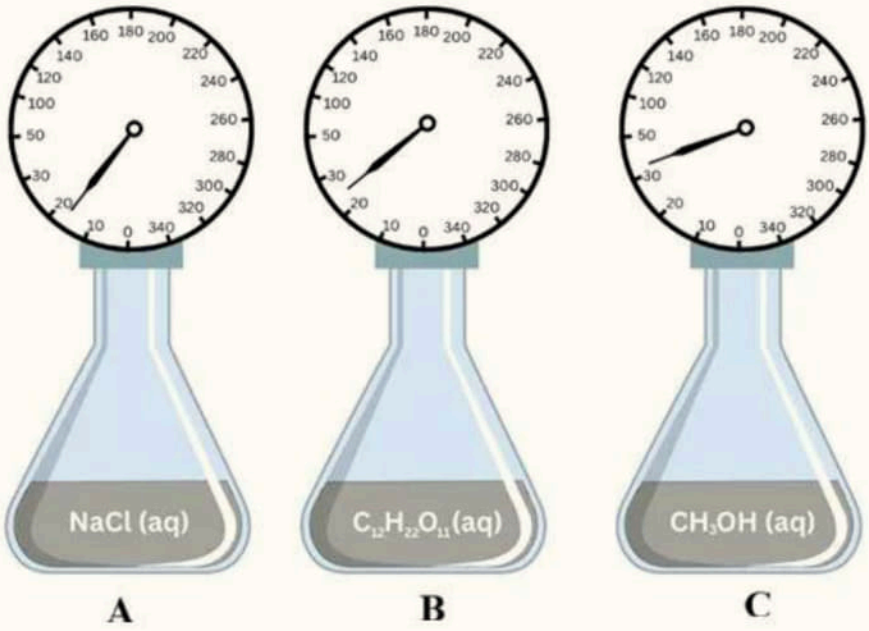
Tekanan uap tiga larutan: NaCl (i = 2) dan sukrosa (i = 1) mengikuti rumus koligatif biasa, sedangkan metanol adalah pengecualian karena mudah menguap. Pilihan D licin karena menyebut "jumlah partikel metanol lebih banyak", padahal jumlah partikel metanol dan sukrosa sama.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

►. Natrium klorida (NaCl), sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), dan metanol (CH_3OH) memiliki peran yang berbeda dalam industri. Natrium klorida digunakan dalam proses produksi klorin dan soda kaustik. Metanol digunakan sebagai pelarut dan bahan baku berbagai produk kimia, sedangkan sukrosa digunakan dalam industri makanan dan minuman. Natrium klorida, sukrosa, dan metanol dalam jumlah (mol) sama dilarutkan dalam air dengan volume sama. Gambar menunjukkan ilustrasi ketiga larutan beserta nilai tekanan uapnya.

Berdasarkan wacana, pernyataan berikut yang benar terkait tekanan uap ketiga larutan adalah ....



A. Tekanan uap larutan A < larutan C < larutan B karena jumlah partikel NaCl > CH_3OH > $C_{12}H_{22}O_{11}$.
B. Larutan C memiliki tekanan uap tinggi karena metanol memperbesar kecenderungan molekul meninggalkan fase cair.
C. Larutan A memiliki tekanan uap lebih rendah karena penambahan NaCl menyebabkan lebih banyak air yang diubah menjadi uap air.
D. Tekanan uap larutan C lebih tinggi dari larutan B karena jumlah partikel metanol lebih banyak meskipun jumlah molnya sama.
E. Penambahan sukrosa pada larutan B menyebabkan tekanan uap turun karena sukrosa merupakan partikel ionik.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 29,0 %

Pembahasan **Kunci: B**

Membaca gambar: jarum manometer A paling kecil, B di tengah, C paling besar → P(A) < P(B) < P(C).

Konsep:

• Zat terlarut **tidak mudah menguap** menurunkan tekanan uap pelarut sebanding dengan jumlah

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

partikelnya (sifat koligatif). NaCl terurai menjadi 2 ion (i = 2), sukrosa tetap molekul (i = 1). Jadi penurunan tekanan uap NaCl > sukrosa → P(A) < P(B) ✓.
• Metanol adalah zat **mudah menguap** (titik didih 65 °C). Uap metanol ikut menyumbang tekanan uap total, sehingga tekanan uap larutan C justru paling tinggi. Hukum penurunan tekanan uap untuk zat terlarut tak-atsiri tidak berlaku sederhana di sini.

Analisis opsi:
• A ✗ urutannya salah (C paling tinggi) dan jumlah partikel CH_3OH sama dengan sukrosa (keduanya nonelektrolit).
• B ✓ metanol mudah menguap sehingga molekul lebih mudah meninggalkan fase cair → tekanan uap tinggi.
• C ✗ penurunan tekanan uap terjadi karena **lebih sedikit** molekul air yang menguap, bukan lebih banyak.
• D ✗ jumlah partikel metanol dan sukrosa sama (mol sama, keduanya nonelektrolit); penyebabnya adalah sifat atsiri metanol.
• E ✗ sukrosa adalah senyawa kovalen nonelektrolit, bukan ionik.

Jawaban: B.

Tekanan osmotik: tiga pengecoh masing-masing berasal dari satu kesalahan, yaitu lupa i (4,92 atm), memakai suhu tubuh (10,16 atm), atau memakai °C (0,88 atm).

►. Tekanan osmotik memiliki beberapa aplikasi penting dalam bidang kesehatan, salah satunya dalam pembuatan cairan infus dan proses dialisis. Kalium klorida adalah obat yang digunakan pada pasien dengan gangguan elektrolit berat (kadar kalium darah sangat rendah), misalnya ketika dokter memberikan obat lain yang dapat menurunkan kadar kalium dalam darah. Ani, seorang peneliti di laboratorium farmasi, membuat cairan infus yang diukur pada suhu 27 °C. Ia mengambil 14,9 g KCl (Mr = 74,5) dan melarutkannya ke dalam air hingga volume larutan 1.000 mL.

Berapakah tekanan osmotik larutan KCl tersebut? (Diketahui R = 0,082 $L{\cdot}atm{\cdot}mol^{-1}{\cdot}K^{-1}$)

A. 10,16 atm
B. 9,84 atm
C. 4,92 atm
D. 0,88 atm
E. 0,44 atm

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 22,7 %

Pembahasan **Kunci: B**

Rumus: $\pi = M \times R \times T \times i$, dengan i = faktor van't Hoff.

Langkah 1 – Molaritas. n = 14,9 ÷ 74,5 = 0,2 mol; V = 1 L → M = **0,2 M**.

Langkah 2 – Faktor van't Hoff. $KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$ (elektrolit kuat, n = 2, α = 1) → **i = 2**.

Langkah 3 – Suhu. T = 27 + 273 = **300 K**.

Langkah 4 – Tekanan osmotik. π = 0,2 × 0,082 × 300 × 2 = **9,84 atm**.

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

Cek ulang: tanpa i, π = 4,92 atm; dikali 2 → 9,84 atm ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ 10,16 atm: *Jebakan* memakai T = 310 K (suhu tubuh), padahal larutan diukur pada 27 °C.
- B ✓ 9,84 atm.
- C ✗ 4,92 atm: *Jebakan* lupa faktor van't Hoff (KCl dianggap nonelektrolit).
- D ✗ 0,88 atm: memakai suhu dalam °C (0,2 × 0,082 × 27 × 2).
- E ✗ 0,44 atm: suhu dalam °C dan tanpa i.

Jawaban: B.

Kelayakan antibeku: hitung titik beku larutan, lalu bandingkan dengan −22,3 °C. Pilihan D dan E menulis ΔTf seolah-olah titik beku.

►. Larutan antibeku yang mengandung propilen glikol ($C_3H_8O_2$) digunakan untuk menghilangkan salju, es, atau embun beku yang menempel pada permukaan pesawat seperti sayap dan ekor sebelum lepas landas, yang dapat membahayakan penerbangan. Larutan antibeku ini juga digunakan untuk mencegah pembentukan es pada permukaan pesawat selama kondisi cuaca dingin (*anti-icing*). Sebelum pesawat lepas landas, disemprotkan larutan antibeku yang mengandung 1.140 g propilen glikol dalam 1 liter air.

Berdasarkan wacana, apakah larutan antibeku tersebut dapat mencegah pembentukan es ketika pesawat terbang di daerah dengan suhu −22,3 °C? (Diketahui Ar C = 12, H = 1, O = 16; K_f air = 1,86 °C/molal; massa jenis air 1 kg/L)

A. Ya, karena titik beku larutan tersebut mencapai −18,6 °C.
B. Ya, karena titik beku larutan tersebut mencapai −22,3 °C.
C. Ya, karena titik beku larutan tersebut mencapai −27,9 °C.
D. Tidak, karena titik beku larutan tersebut hanya 18,6 °C.
E. Tidak, karena titik beku larutan tersebut hanya 27,9 °C.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 30,4 %

Pembahasan **Kunci: C**

Rumus: $\Delta T_f = K_f \times m$ (propilen glikol nonelektrolit, i = 1).

Langkah 1 – Mr dan mol. Mr $C_3H_8O_2$ = 3(12) + 8(1) + 2(16) = 76 → n = 1.140 ÷ 76 = **15 mol**.

Langkah 2 – Molalitas. 1 L air = 1 kg → m = 15 ÷ 1 = **15 molal**.

Langkah 3 – Penurunan titik beku. ΔT_f = 1,86 × 15 = **27,9 °C** → T_f larutan = 0 − 27,9 = **−27,9 °C**.

Langkah 4 – Kesimpulan. Larutan baru membeku pada −27,9 °C, lebih rendah daripada suhu lingkungan −22,3 °C. Pada −22,3 °C larutan masih cair → **dapat mencegah pembentukan es**.

Cek ulang: agar membeku tepat di −22,3 °C diperlukan m = 22,3 ÷ 1,86 = 12 molal; larutan ini 15 molal (lebih pekat) ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ −18,6 °C berasal dari m = 10 (salah menghitung Mr).
- B ✗ titik beku tidak sama dengan suhu lingkungan.
- C ✓ −27,9 °C < −22,3 °C → aman.

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

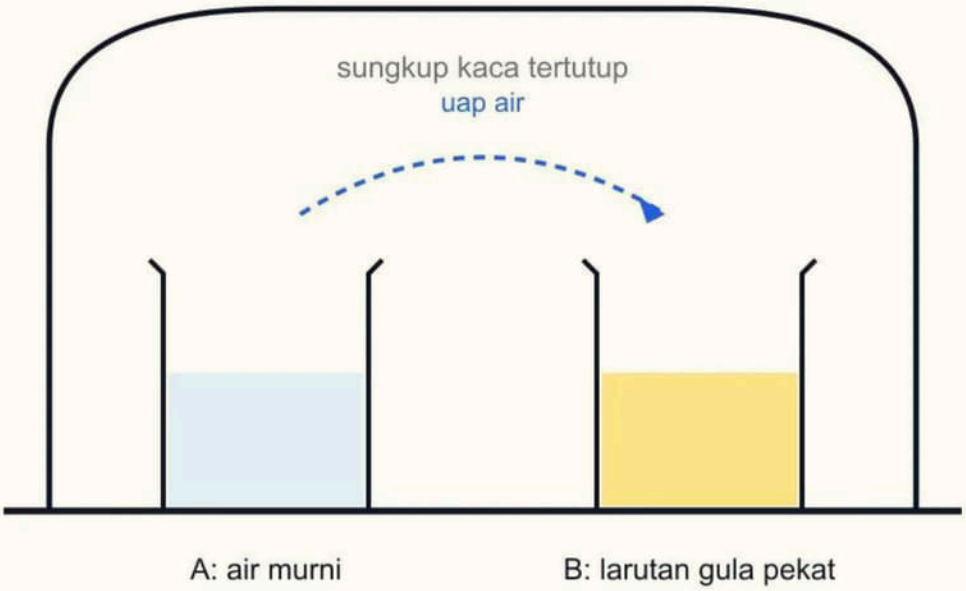
• D, E ✗ titik beku larutan bernilai negatif (di bawah 0 °C); *Jebakan* menganggap ΔT_f sebagai titik beku.

Jawaban: C.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Percobaan dua gelas di dalam sungkup menunjukkan penurunan tekanan uap secara langsung. Arah perpindahan uap ditentukan oleh perbedaan tekanan uap, bukan oleh titik didih.

►. Dua gelas berisi air murni (A) dan larutan gula pekat (B) dengan volume awal sama diletakkan berdampingan di dalam sungkup kaca tertutup pada suhu tetap, seperti pada gambar. Setelah beberapa hari, volume cairan di gelas A berkurang, sedangkan volume cairan di gelas B bertambah. Tidak ada cairan yang keluar dari sungkup.
Penjelasan yang tepat untuk pengamatan tersebut adalah ....



A. Tekanan uap air murni lebih besar sehingga uap air pindah dan mengembun di gelas B.
B. Gula menguap dari gelas B lalu larut kembali di gelas A sehingga gelas A berkurang.
C. Titik didih larutan gula lebih rendah sehingga larutan B lebih mudah menguap.
D. Tekanan uap larutan gula lebih besar daripada air murni sehingga gelas B menarik uap air.
E. Air murni membeku perlahan sehingga volumenya tampak berkurang.

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: zat terlarut yang tidak mudah menguap menurunkan tekanan uap pelarut. Dalam ruang tertutup, uap bergerak dari tekanan uap tinggi ke rendah.

Langkah. Air murni (A) memiliki tekanan uap lebih tinggi; udara di sungkup menjadi lewat jenuh bagi larutan B, sehingga uap air mengembun di B. Proses berlanjut: A terus menguap, B terus menerima air.

Analisis opsi:

- A ✓ Penurunan tekanan uap larutan.
- B ✗ Gula tidak mudah menguap.
- C ✗ Titik didih larutan justru lebih tinggi daripada air murni.
- D ✗ Tekanan uap larutan lebih kecil, bukan lebih besar. *Jebakan: membalik arah penurunan tekanan uap.*
- E ✗ Suhu tetap dan tidak terjadi pembekuan.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

1. Ibu menambahkan 11,7 g garam dapur (NaCl, Mr = 58,5) ke dalam 500 g air untuk merebus sayur. Garam dianggap larut dan terion sempurna, dan tekanan udara di dapur 1 atm. Kb air = 0,52 °C/m.
Titik didih air rebusan yang sudah diberi garam adalah ....

A. 100,10 °C
B. 100,21 °C
C. 100,42 °C
D. 100,83 °C
E. 101,04 °C

2. Empat larutan dalam air, masing-masing berkonsentrasi 0,10 molal, diukur titik bekunya dalam praktikum. Keempat zat terlarut adalah urea, glukosa, natrium klorida, dan kalsium klorida, tetapi labelnya tertukar. Data hasil pengukuran sebagai berikut (Kf air = 1,86 °C/m).

Larutan	Titik beku (°C)
P	−0,19
Q	−0,37
R	−0,56
S	−0,19

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

Pernyataan yang tepat tentang isi larutan adalah ....

A. P = NaCl, Q = $CaCl_2$, R dan S = nonelektrolit
B. Q dan R = nonelektrolit, P = NaCl, dan S = $CaCl_2$
C. P = urea, Q = glukosa, R = NaCl, S = $CaCl_2$
D. R = NaCl, Q = $CaCl_2$, P dan S = nonelektrolit
E. P dan S = nonelektrolit, Q = NaCl, R = $CaCl_2$

3. Grafik berikut menunjukkan tekanan uap larutan glukosa dalam air pada 30 °C untuk berbagai fraksi mol glukosa. Tekanan uap air murni pada suhu itu 31,8 mmHg (nilai baku). Glukosa adalah zat nonelektrolit yang tidak mudah menguap.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Penurunan tekanan uap larutan sebanding dengan fraksi mol glukosa.	○	○
Pada fraksi mol glukosa 0,10, tekanan uap larutan sekitar 28,6 mmHg.	○	○
Larutan NaCl dengan fraksi mol zat terlarut (dihitung dari NaCl yang dilarutkan) 0,10 memiliki tekanan uap yang sama dengan larutan glukosa itu.	○	○

Kunci singkat: 1. C 2. E 3. 1B 2B 3S

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

✔ PERIKSA DIRI

- Urutkan titik beku larutan 0,1 m glukosa, 0,1 m KCl, dan 0,1 m $MgCl_2$ tanpa menghitung. Apa alasanmu?
- Pada diagram P–T, di sisi mana titik didih larutan berada terhadap titik didih pelarut murni, dan mengapa?
- Sebuah larutan antibeku membeku pada −18 °C. Apakah larutan itu aman dipakai di daerah bersuhu −20 °C?



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

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

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

Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH

KIM-2.4

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Soal asli 2025 No. 12 (27,9 % benar) memberi satu reaksi di dalam tanah, $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$, lalu menanyakan pasangan asam-basa konjugasi menurut Brønsted-Lowry. Soalnya pendek, tetapi tiga perempat peserta salah. Penyebabnya, mereka memasangkan dua zat yang bereaksi, bukan dua zat yang **hanya berbeda satu H^+**.

Konsep pH di sub bab ini menjadi dasar sub bab 2.5 (titrasi), 2.6 (penyangga dan hidrolisis), dan 2.7 (Ksp yang melibatkan OH^-).

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menentukan asam, basa, dan pasangan konjugasinya menurut Arrhenius, Brønsted-Lowry, dan Lewis;
- menghitung pH larutan asam atau basa kuat dan lemah;
- memperkirakan perubahan pH bila larutan diencerkan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Rasa asam pada jeruk dan cuka, rasa pahit dan licin pada sabun, tanah pertanian yang "terlalu asam", hujan asam yang merusak bangunan, hingga darah yang harus dijaga tetap sedikit basa: semuanya berkaitan dengan **asam dan basa**. Sub bab ini menjelaskan apa yang membuat suatu zat bersifat asam atau basa, dan bagaimana keasaman diukur dengan angka pH.

1. Teori Arrhenius

Sejak lama orang mengenali asam dari sifatnya: berasa masam, mengubah lakmus biru menjadi merah, dan bereaksi dengan logam tertentu menghasilkan gas hidrogen. Basa terasa pahit, licin di kulit, dan mengubah lakmus merah menjadi biru. Svante Arrhenius (1884) menjelaskan sifat-sifat itu pada tingkat partikel:

- **asam** adalah zat yang dalam air menghasilkan ion **H^+**, misalnya $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$;
- **basa** adalah zat yang dalam air menghasilkan ion **OH^-**, misalnya $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$.

Contoh asam yang dikenal sehari-hari adalah asam asetat dalam cuka, asam sitrat dalam jeruk, asam laktat dalam susu asam, dan asam sulfat dalam aki. Contoh basa adalah natrium hidroksida (soda api) dalam pembersih saluran, kalsium hidroksida (kapur sirih), dan magnesium hidroksida dalam obat maag. Reaksi asam dengan basa (**netralisasi**) pada dasarnya adalah $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$; hasil lainnya adalah garam, misalnya $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$. Teori ini sederhana dan berguna, tetapi punya keterbatasan: hanya berlaku dalam air, dan tidak dapat menjelaskan mengapa amonia (NH_3), yang tidak mengandung OH^-, bersifat

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

basa.

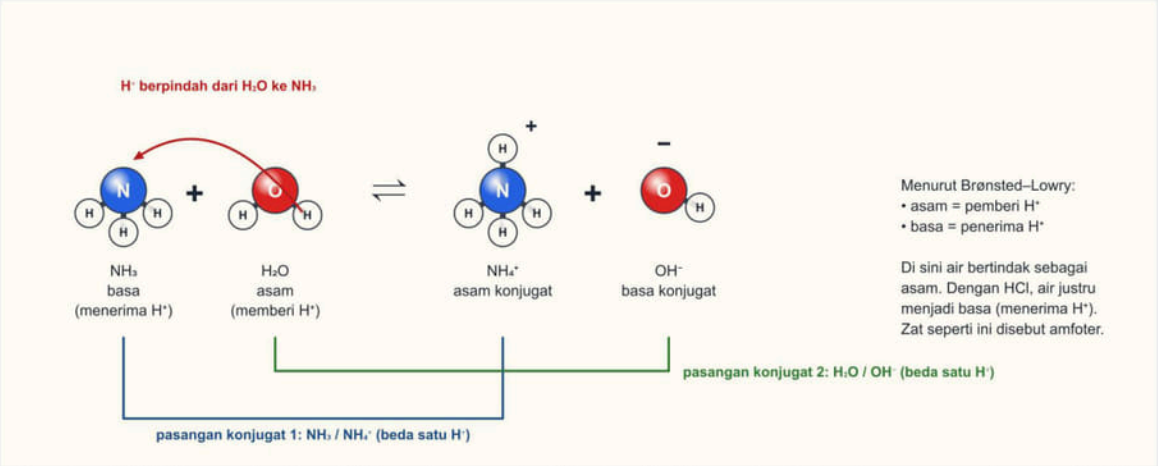
2. Teori Brønsted–Lowry: perpindahan proton

Ion H^+ hanyalah sebuah proton. Johannes Brønsted dan Thomas Lowry (1923) memandang reaksi asam–basa sebagai **perpindahan proton** dari satu zat ke zat lain:

- **asam** = pemberi (donor) proton H^+;
- **basa** = penerima (akseptor) proton H^+.

Dengan teori ini, sifat basa amonia mudah dijelaskan. Molekul NH_3 memiliki satu pasangan elektron bebas yang dapat "menangkap" H^+ dari molekul air (Gambar 2.17):

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$



Gambar 2.17 Air memberikan H^+ kepada amonia. NH_3 dan NH_4^+ membentuk satu pasangan konjugat; H_2O dan OH^- membentuk pasangan konjugat yang lain. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Reaksi itu dapat berbalik: NH_4^+ dapat memberikan kembali H^+-nya kepada OH^-. Jadi NH_4^+ adalah asam, dan disebut **asam konjugat** dari NH_3. Sebaliknya, OH^- adalah **basa konjugat** dari H_2O. Dua zat yang hanya berbeda **tepat satu H^+** disebut **pasangan konjugat**. Dalam setiap reaksi asam–basa Brønsted–Lowry selalu ada dua pasangan:

$$\text{asam}_1 + \text{basa}_2 \rightleftharpoons \text{basa konjugat}_1 + \text{asam konjugat}_2$$

Perhatikan bahwa air bertindak sebagai asam terhadap NH_3, tetapi sebagai basa terhadap HCl ($HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$). Zat yang dapat bertindak sebagai asam maupun basa disebut **amfoter**. Ion HCO_3^- dan $H_2PO_4^-$ juga amfoter. Untuk menentukan peran suatu zat, jangan melihat namanya; lihat **ke mana H^+ berpindah** dalam reaksi itu.

Contoh terselesaikan 1: menentukan pasangan konjugat

Soal. Tentukan asam, basa, dan pasangan konjugat pada reaksi $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$.

Langkah.

1. Ikuti H^+: HCO_3^- berubah menjadi H_2CO_3 (bertambah satu H) → HCO_3^- **menerima** H^+ → basa.
2. H_2O berubah menjadi OH^- (berkurang satu H) → H_2O **memberi** H^+ → asam.
3. Pasangan konjugat: HCO_3^-/H_2CO_3 dan H_2O/OH^-.

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

Cek. Setiap pasangan berbeda tepat satu H^+. HCO_3^- dan H_2O adalah pasangan asam–basa yang bereaksi, bukan pasangan konjugat.

3. Teori Lewis

Gilbert Lewis memperluas pengertian asam–basa ke reaksi tanpa proton. **Basa Lewis** adalah pemberi pasangan elektron, dan **asam Lewis** adalah penerima pasangan elektron. Contohnya, BF_3 (atom B kekurangan elektron) menerima pasangan elektron bebas dari NH_3 membentuk ikatan kovalen koordinasi. Setiap basa Brønsted–Lowry juga basa Lewis, karena untuk menangkap H^+ diperlukan pasangan elektron bebas.

4. Ionisasi air dan skala pH

Air murni ternyata sedikit sekali terionisasi: sebagian kecil molekulnya memindahkan H^+ ke molekul air lain, $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$. Pada 25 °C:

$$K_w = [\mathrm{H^+}][\mathrm{OH^-}] = 1 \times 10^{-14}$$

Dalam air murni, $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ M; larutan ini **netral**. Bila asam ditambahkan, $[H^+]$ naik dan $[OH^-]$ turun, tetapi hasil kali keduanya tetap 10^{-14}.

Konsentrasi H^+ dalam larutan sehari-hari berkisar dari sekitar 1 M sampai 10^{-14} M. Angka-angka sekecil itu tidak praktis, sehingga Søren Sørensen mengusulkan **skala pH**:

$$\mathrm{pH} = -\log[\mathrm{H^+}] \qquad \mathrm{pOH} = -\log[\mathrm{OH^-}] \qquad \mathrm{pH} + \mathrm{pOH} = 14 \ (25\ ^\circ\mathrm{C})$$

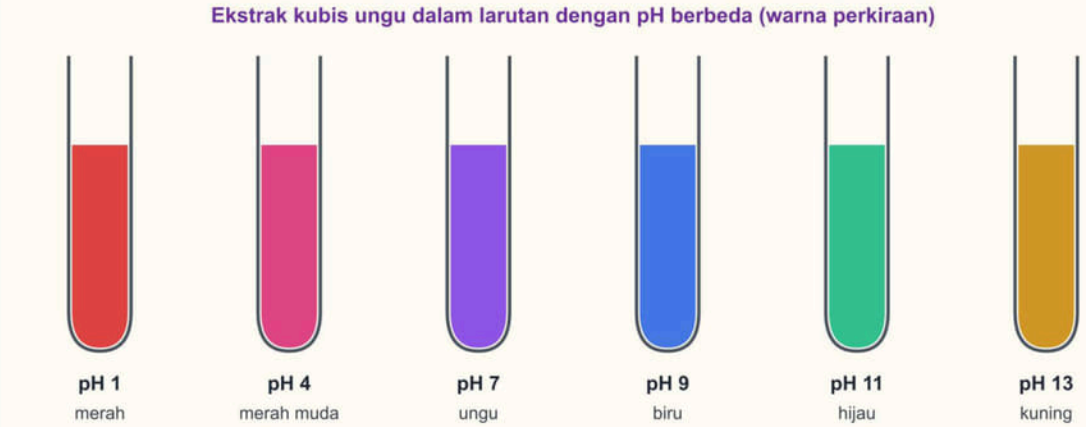
Larutan **asam** memiliki pH < 7, **netral** pH = 7, dan **basa** pH > 7 (Gambar 2.18). Karena memakai logaritma, setiap selisih 1 satuan pH berarti $[H^+]$ berbeda 10 kali.



Gambar 2.18 Skala pH dari 0 sampai 14 beserta perkiraan pH beberapa bahan sehari-hari. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

pH diukur dengan **pH meter** (elektroda yang peka terhadap H^+) atau diperkirakan dengan **indikator**, yaitu zat yang warnanya berubah menurut pH. Indikator alami dapat dibuat dari ekstrak kubis ungu, kunyit, atau bunga sepatu (Gambar 2.19). Kertas indikator universal memuat campuran beberapa indikator sehingga memberikan deretan warna untuk setiap pH.

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



Gambar 2.19 Warna ekstrak kubis ungu dalam larutan dengan pH berbeda (warna perkiraan). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Asam dan basa kuat

Asam kuat (HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, $HClO_4$) dan **basa kuat** (hidroksida golongan 1 seperti NaOH dan KOH, serta $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $Ba(OH)_2$) terionisasi sempurna di dalam air. Karena itu konsentrasi H^+ atau OH^- langsung dihitung dari konsentrasi zatnya:

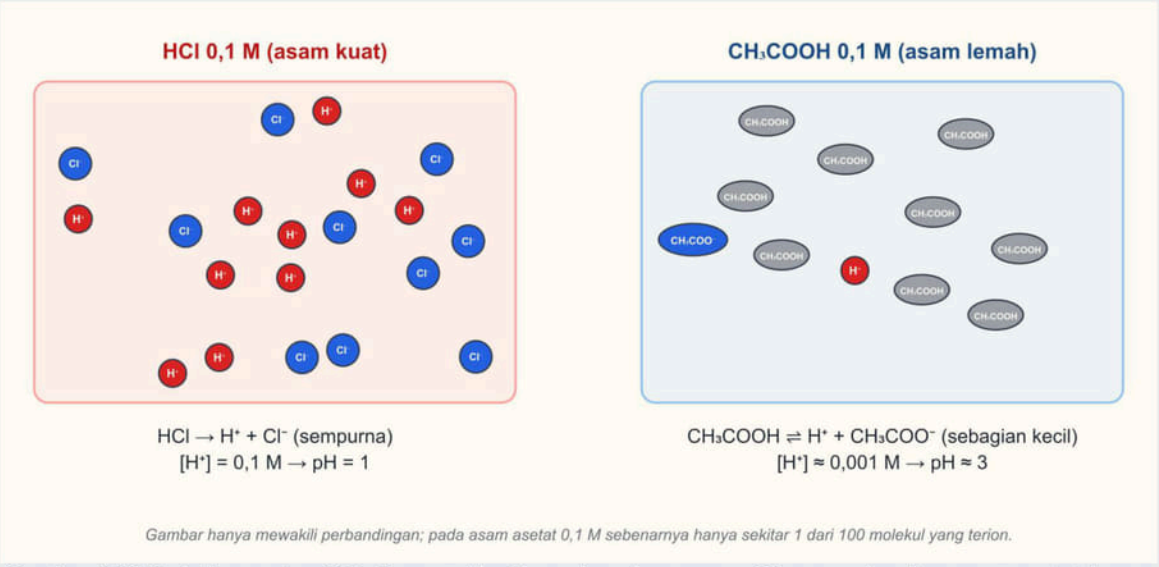
- asam kuat: $[H^+] = a \times M$, dengan a = jumlah H^+ yang dilepas satu molekul (HCl: a = 1; H_2SO_4: a = 2);
- basa kuat: $[OH^-] = b \times M$, dengan b = jumlah OH^- (NaOH: b = 1; $Ca(OH)_2$: b = 2). Hitung pOH dulu, lalu pH = 14 − pOH.

6. Asam dan basa lemah

Pada asam lemah, hanya sebagian kecil molekul melepas H^+, dan terjadi kesetimbangan $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ (Gambar 2.20). Kekuatan asam lemah dinyatakan dengan **tetapan ionisasi asam**, Ka. Makin besar Ka, makin banyak molekul yang terion dan makin kuat asamnya. Untuk larutan asam lemah yang tidak terlalu encer berlaku:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times M} \qquad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M}}$$

Rumus yang serupa berlaku untuk basa lemah (misalnya NH_3): $[OH^-] = \sqrt{K_b \times M}$.



Gambar 2.20 Pada konsentrasi 0,1 M, asam klorida melepaskan semua H^+-nya, sedangkan asam asetat hanya melepaskan sebagian kecil. Akibatnya pH keduanya berbeda dua satuan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Perlu dibedakan: **kuat–lemah** menyatakan seberapa besar zat terion (sifat zatnya), sedangkan **pekat–encer** menyatakan banyaknya zat dalam larutan. Asam asetat pekat tetap asam lemah, dan HCl yang sangat encer tetap asam kuat.

7. Asam dan basa di sekitar kita

Konsep asam–basa menjelaskan banyak peristiwa di lingkungan dan kehidupan sehari-hari.

1. **Hujan asam.** Air hujan alami sedikit asam (pH ±5,6) karena melarutkan CO_2 dari udara membentuk asam karbonat yang lemah. Di kawasan industri dan kota padat kendaraan,

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

gas SO_2 dan NO_2 dari pembakaran bahan bakar bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat dan asam nitrat, yaitu asam kuat. Hujan menjadi jauh lebih asam, sehingga merusak tanaman, mengikis bangunan dari batu kapur dan logam, serta menurunkan pH danau.

2. **Tanah masam dan pengapuran.** Banyak lahan di Indonesia, terutama lahan gambut, bersifat masam. Pemakaian pupuk amonium yang berlebihan juga menurunkan pH tanah, karena ion NH_4^+ bertindak sebagai asam Brønsted–Lowry dan melepas H^+ ke air tanah. Petani menaburkan kapur pertanian atau dolomit (garam karbonat) yang bersifat basa untuk menaikkan pH tanah.
3. **Lambung dan obat maag.** Lambung menghasilkan asam klorida sehingga pH-nya sangat rendah (±1–2) untuk membantu mencerna makanan dan membunuh kuman. Bila asam berlebih, obat antasida yang mengandung basa lemah seperti magnesium hidroksida atau aluminium hidroksida menetralkan sebagian asam itu.
4. **Gigi.** Bakteri di mulut mengubah sisa gula menjadi asam yang dapat melarutkan lapisan email gigi. Menggosok gigi menghilangkan sisa makanan, dan pasta gigi yang sedikit basa membantu menetralkan asam tersebut.

Dalam semua contoh itu, yang terjadi pada tingkat partikel sama: H^+ berpindah, dan reaksi netralisasi $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ atau reaksi H^+ dengan basa lain mengurangi keasaman.

Contoh terselesaikan 2: pH asam kuat dan pengenceran

Soal. Hitung pH HCl 0,01 M. Berapa pH-nya bila larutan itu diencerkan 10 kali?

Langkah.

1. HCl asam kuat, a = 1 → $[H^+] = 0{,}01 = 10^{-2}$ M → pH = **2**.
2. Diencerkan 10 kali → $[H^+] = 10^{-3}$ M → pH = **3**.

Cek. Pengenceran 10 kali menaikkan pH asam kuat tepat 1 satuan. Sekencer apa pun, larutan asam tidak akan melewati pH 7, karena air sendiri sudah menyumbang $[H^+] = 10^{-7}$ M.

Contoh terselesaikan 3: pH asam lemah

Soal. Hitung pH larutan CH_3COOH 0,1 M ($Ka = 1 \times 10^{-5}$) dan derajat ionisasinya.

Langkah.

1. $[H^+] = \sqrt{(Ka \times M)} = \sqrt{(10^{-5} \times 10^{-1})} = \sqrt{(10^{-6})} = 10^{-3}$ M.
2. pH = **3**.
3. $\alpha = [H^+] \div M = 10^{-3} \div 10^{-1} =$ **0,01** (1 % molekul terion).

Cek. HCl 0,1 M memiliki pH 1. Konsentrasi sama, tetapi pH asam asetat dua satuan lebih tinggi, artinya $[H^+]$-nya 100 kali lebih kecil.

Contoh terselesaikan 4: pH basa kuat

Soal. Hitung pH larutan NaOH 0,001 M dan larutan $Ca(OH)_2$ 0,005 M.

Langkah.

1. NaOH: $[OH^-] = 10^{-3}$ M → pOH = 3 → pH = 14 − 3 = **11**.

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

2. $Ca(OH)_2$: b = 2 → $[OH^-] = 2 \times 0{,}005 = 0{,}01 = 10^{-2}$ M → pOH = 2 → pH = **12**.

Cek. Basa selalu dihitung lewat pOH dulu. Jawaban "pH 3" untuk NaOH adalah pOH, bukan pH.

Contoh terselesaikan 5: Ka dari pH terukur

Soal. Larutan suatu asam lemah HA 0,01 M memiliki pH 4. Tentukan Ka dan α.

Langkah.

1. pH 4 → $[H^+] = 10^{-4}$ M.
2. Dari $[H^+]^2 = Ka \times M$ → $Ka = (10^{-4})^2 \div 10^{-2} = \mathbf{10^{-6}}$.
3. $\alpha = 10^{-4} \div 10^{-2} = \mathbf{0{,}01}$.

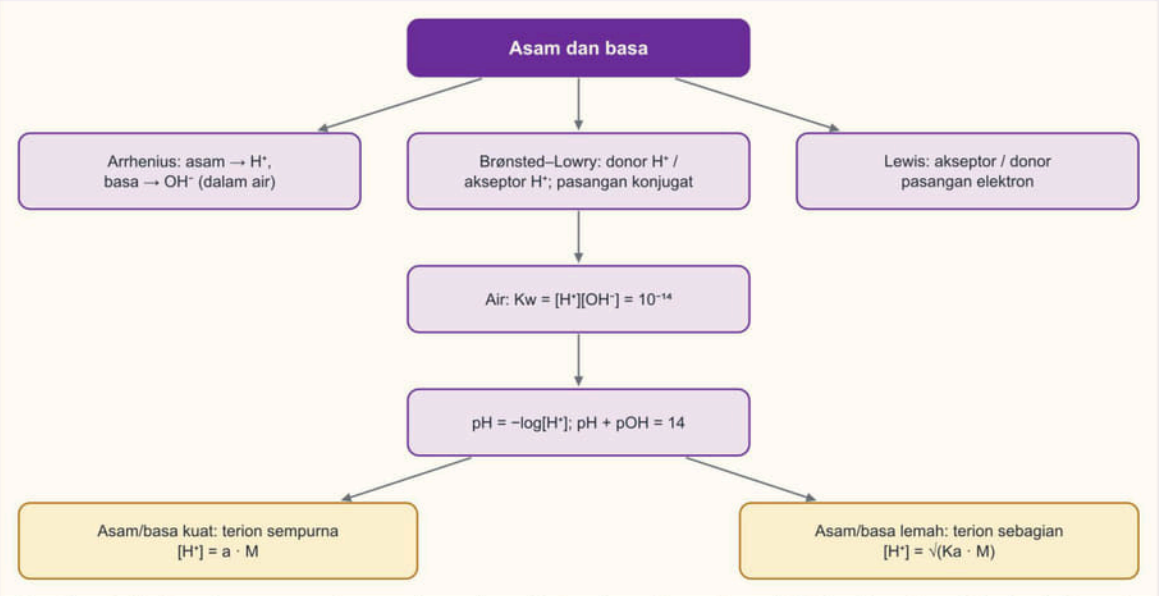
Cek. Ka 10^{-6} lebih kecil daripada Ka asam asetat (10^{-5}), jadi HA lebih lemah daripada asam asetat.

Ringkasan

- Arrhenius: asam → H^+, basa → OH^- dalam air. Brønsted–Lowry: asam = donor H^+, basa = akseptor H^+. Lewis: pasangan elektron.
- Pasangan konjugat berbeda tepat satu H^+; air dan HCO_3^- bersifat amfoter.
- $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$; $pH = -\log[H^+]$; pH + pOH = 14.
- Asam/basa kuat: $[H^+] = a \times M$ atau $[OH^-] = b \times M$. Asam lemah: $[H^+] = \sqrt{(Ka \times M)}$.
- Pengenceran 10 kali menaikkan pH asam kuat 1 satuan, tetapi tidak pernah melewati 7.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.21 menghubungkan tiga teori asam–basa dengan ionisasi air dan perhitungan pH.



Gambar 2.21 Peta konsep teori asam–basa dan pH. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Untuk soal konjugasi, **tulis panah perpindahan H^+**: dari siapa ke siapa. Setiap zat yang kehilangan H^+ adalah asam, dan setiap zat yang menerima H^+ adalah basa.
2. Pasangkan setiap spesi dengan spesi di ruas seberang yang **hanya berbeda satu H^+**.
3. Untuk pH, tentukan dulu: asam atau basa, kuat atau lemah. Basa selalu dihitung lewat pOH lebih dulu.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Memasangkan dua pereaksi	"NH_4^+ dan H_2O adalah pasangan konjugasi"	pasangan = beda satu H^+: NH_4^+/NH_3 dan H_3O^+/H_2O
Zat yang menghasilkan H_3O^+ dikira asam	"H_2O asam karena menghasilkan H_3O^+"	H_2O menerima H^+, jadi H_2O bertindak sebagai basa
Konjugasi dibalik	"OH^- asam konjugasi dari H_2O"	$OH^- = H_2O - H^+$, jadi OH^- basa konjugasi
Asam lemah dihitung seperti asam kuat	pH CH_3COOH 0,1 M = 1	pakai $\sqrt{K_a M}$, sehingga pH = 3
pOH dikira pH	jawaban pH 3 untuk NaOH 0,001 M	pOH = 3, jadi pH = 11
Pengenceran melewati pH 7	"HCl diencerkan terus sampai pH 8"	asam tidak bisa menjadi basa karena diencerkan

• BEDAH SOAL ASLI

Tulis panah perpindahan H^+ pada reaksi itu. NH_4^+ melepas H^+ dan menjadi NH_3, sedangkan H_2O menerima H^+ dan menjadi H_3O^+. Pilihan A (NH_4^+ dan H_2O) dan B (NH_3 dan H_3O^+) adalah pasangan asam-basa, tetapi **bukan pasangan konjugasi**.

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

►. Dalam sebuah artikel ilmiah dinyatakan bahwa "Penggunaan pupuk amonium berlebih dalam pertanian dapat meningkatkan keasaman tanah. Ion amonium (NH_4^+) yang terhidrolisis akan menghasilkan ion hidronium (H_3O^+), yang dapat menurunkan pH tanah dan memengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman." Tertarik dengan fenomena ini, Hayyan dan temannya mempelajari lebih lanjut. Dari hasil studi pustaka, mereka menemukan bahwa salah satu reaksi yang terjadi dalam tanah adalah:
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

Berdasarkan reaksi dan teori Brønsted-Lowry, manakah yang merupakan pasangan asam-basa konjugasi yang tepat?

A. NH_4^+ dan H_2O
B. NH_3 dan H_3O^+
C. H_3O^+ dan NH_4^+
D. NH_3 dan H_2O
E. NH_4^+ dan NH_3

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 27,9 %

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep Brønsted-Lowry: asam = pemberi (donor) proton H^+; basa = penerima (akseptor) proton. Pasangan konjugasi = dua spesi yang **hanya berbeda satu H^+**.

Langkah 1 – Ikuti perpindahan proton.
• NH_4^+ melepas H^+ menjadi NH_3 → NH_4^+ asam, NH_3 basa konjugasinya.
• H_2O menerima H^+ menjadi H_3O^+ → H_2O basa, H_3O^+ asam konjugasinya.

Langkah 2 – Pasangan konjugasi: NH_4^+/NH_3 dan H_3O^+/H_2O.

Analisis opsi:
• A ✗ NH_4^+ dan H_2O adalah **asam dan basa pereaksi**, bukan pasangan konjugasi.
• B ✗ NH_3 dan H_3O^+ adalah basa dan asam **hasil reaksi**.
• C ✗ keduanya asam (berbeda dua spesi).
• D ✗ keduanya basa.
• E ✓ NH_4^+ dan NH_3 berbeda tepat satu H^+.

Jawaban: E.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Pada teori Brønsted-Lowry, ikuti arah perpindahan H^+ di setiap reaksi. Spesi yang sama dapat menjadi asam pada satu reaksi dan basa pada reaksi lain.

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

►. Ion dihidrogen fosfat ($H_2PO_4^-$) terdapat dalam cairan sel tubuh dan dalam beberapa minuman ringan. Dalam air, ion ini dapat mengalami dua reaksi berikut.
(1) $H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$
(2) $H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3PO_4(aq) + OH^-(aq)$
Pernyataan yang tepat berdasarkan teori asam-basa Brønsted-Lowry adalah ....

A. Pada reaksi (1), H_2O bertindak sebagai asam karena menerima proton.
B. Pada reaksi (2), $H_2PO_4^-$ bertindak sebagai asam karena melepas OH^-.
C. HPO_4^{2-} dan H_3PO_4 adalah pasangan asam-basa konjugasi.
D. $H_2PO_4^-$ amfoter: asam pada reaksi (1) dan basa pada reaksi (2).
E. H_3O^+ adalah basa konjugasi dari H_2O pada reaksi (1).

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: menurut Brønsted-Lowry, asam = pemberi proton (H^+), basa = penerima proton. Pasangan konjugasi hanya berbeda satu H^+. Zat yang dapat memberi dan menerima proton disebut amfoter.

Langkah. Reaksi (1): $H_2PO_4^-$ memberi H^+ kepada H_2O → $H_2PO_4^-$ asam, H_2O basa. Reaksi (2): $H_2PO_4^-$ menerima H^+ dari H_2O → $H_2PO_4^-$ basa, H_2O asam.

Analisis opsi:
- A ✗ Menerima proton berarti basa.
- B ✗ Pada reaksi (2), $H_2PO_4^-$ menerima proton (basa); OH^- berasal dari air.
- C ✗ HPO_4^{2-} dan H_3PO_4 berbeda dua H^+. *Jebakan: menganggap semua spesi fosfat saling konjugasi.*
- D ✓ $H_2PO_4^-$ amfoter.
- E ✗ H_3O^+ adalah asam konjugasi dari H_2O.

Jawaban: D.

✎ LATIHAN

1. Tabel berikut memuat tetapan ionisasi asam (Ka) beberapa asam lemah monoprotik pada 25 °C (nilai baku). Seorang siswa menyiapkan larutan setiap asam dengan konsentrasi yang sama, yaitu 0,1 M, lalu mengukur pH-nya dengan pH meter.

Asam	Ka
Asam fluorida (HF)	$6{,}8 \times 10^{-4}$
Asam format (HCOOH)	$1{,}8 \times 10^{-4}$
Asam benzoat (C_6H_5COOH)	$6{,}3 \times 10^{-5}$
Asam asetat (CH_3COOH)	$1{,}8 \times 10^{-5}$
Asam sianida (HCN)	$6{,}2 \times 10^{-10}$

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

Larutan yang memiliki pH paling tinggi adalah larutan ....

A. asam fluorida
B. asam format
C. asam benzoat
D. asam asetat
E. asam sianida

2. Cairan pembersih kaca yang dijual di toko sering mengandung amonia. Seorang siswa membuat larutan amonia (NH_3) 0,1 M di laboratorium sekolah untuk dibandingkan dengan sampel pembersih kaca. Amonia adalah basa lemah dengan Kb = 1×10^{-5}, dan Kw = 1×10^{-14} pada suhu pengukuran.
pH larutan amonia yang dibuat siswa tersebut adalah ....

A. 3
B. 8
C. 10
D. 11
E. 13

3. Ekstrak kubis ungu dapat dipakai sebagai indikator asam-basa alami. Gambar berikut menunjukkan perkiraan warna ekstrak itu pada berbagai pH. Seorang siswa meneteskan ekstrak kubis ungu ke dalam larutan sabun cuci dan mengamati bahwa warnanya berubah menjadi hijau.
Kesimpulan yang tepat tentang larutan sabun tersebut adalah ....



A. bersifat asam kuat, pH sekitar 1–2
B. bersifat basa, pH sekitar 10–11
C. bersifat netral, pH sekitar 7
D. bersifat asam lemah, pH sekitar 5–6
E. bersifat basa sangat kuat, pH sekitar 14

Kunci singkat: 1. E 2. D 3. B

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dalam reaksi $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$, sebutkan dua pasangan konjugasinya.
- Mengapa pH HCl 0,1 M dan CH_3COOH 0,1 M berbeda, padahal konsentrasinya sama?
- Bagaimana kamu menghitung pH larutan $Ca(OH)_2$ 0,005 M?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-2.4

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

Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator

KIM-2.5

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Dua soal asli 2025 berasal dari sini, dan keduanya berkonteks kontrol mutu dan lingkungan:

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 20	kadar NaOH deterjen dari data titrasi, dibandingkan dengan label	20,5 %
No. 18	warna fenolftalein pada lima sampel limbah	28,3 %

Soal No. 20 termasuk lima soal tersulit. Hitungan intinya hanya satu baris, tetapi ada **dua faktor pengenceran** yang mudah terlewat.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghitung konsentrasi atau kadar zat dari data titrasi, termasuk dengan pengenceran dan pengambilan sebagian larutan (alikuot);
- memilih indikator dan memperkirakan warnanya dari trayek pH;
- membaca kurva titrasi untuk menentukan titik ekuivalen dan pH-nya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Label cuka dapur menyebut kadar asam asetat, label pembersih menyebut kadar basanya, dan standar air limbah menetapkan batas keasaman. Bagaimana laboratorium memeriksa apakah angka-angka itu benar? Salah satu cara paling tua, murah, dan teliti adalah **titrasi**: menambahkan larutan yang konsentrasinya sudah diketahui, tetes demi tetes, sampai reaksinya tepat selesai.

1. Prinsip titrasi asam–basa

Dalam titrasi asam–basa, zat yang ingin diketahui kadarnya (misalnya asam dalam cuka) direaksikan dengan larutan basa yang konsentrasinya sudah diketahui tepat, disebut **larutan baku** atau **titran**. Reaksi yang terjadi adalah netralisasi:

$$\mathrm{H^+ + OH^- \rightarrow H_2O}$$

Titran ditambahkan sampai jumlah H^+ dari asam **tepat habis** bereaksi dengan OH^- dari basa. Keadaan ini disebut **titik ekuivalen**. Pada titik itu berlaku:

$$\text{mol H}^+ = \text{mol OH}^- \quad \Rightarrow \quad a \times M_a \times V_a = b \times M_b \times V_b$$

dengan a = jumlah H^+ yang dilepas satu molekul asam (HCl: 1; H_2SO_4: 2) dan b = jumlah OH^- dari satu satuan basa (NaOH: 1; $Ca(OH)_2$: 2). Karena volume titran yang terpakai dibaca dari buret,

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

kita dapat menghitung konsentrasi zat yang belum diketahui.

Ketelitian titrasi bergantung pada ketelitian konsentrasi titran. Larutan yang konsentrasinya diketahui tepat dari penimbangan disebut **larutan baku primer**; zatnya harus murni, stabil, dan tidak menyerap air dari udara, misalnya asam oksalat dihidrat. Larutan NaOH tidak dapat dibuat tepat hanya dengan menimbang, karena padatan NaOH menyerap uap air dan bereaksi dengan CO_2 di udara. Karena itu, larutan NaOH lebih dulu **distandardisasi**, yaitu dititrasi dengan larutan baku primer untuk menentukan konsentrasinya yang sebenarnya. Setelah itu, NaOH dipakai sebagai **larutan baku sekunder** untuk menitrasi sampel.

Titik ekuivalen tidak dapat dilihat langsung, karena larutan asam dan larutan garam sama-sama tidak berwarna. Karena itu ditambahkan **indikator**, yang berubah warna di sekitar titik ekuivalen. Saat warna indikator berubah, titrasi dihentikan; saat itu disebut **titik akhir titrasi**. Indikator yang baik membuat titik akhir sangat dekat dengan titik ekuivalen.

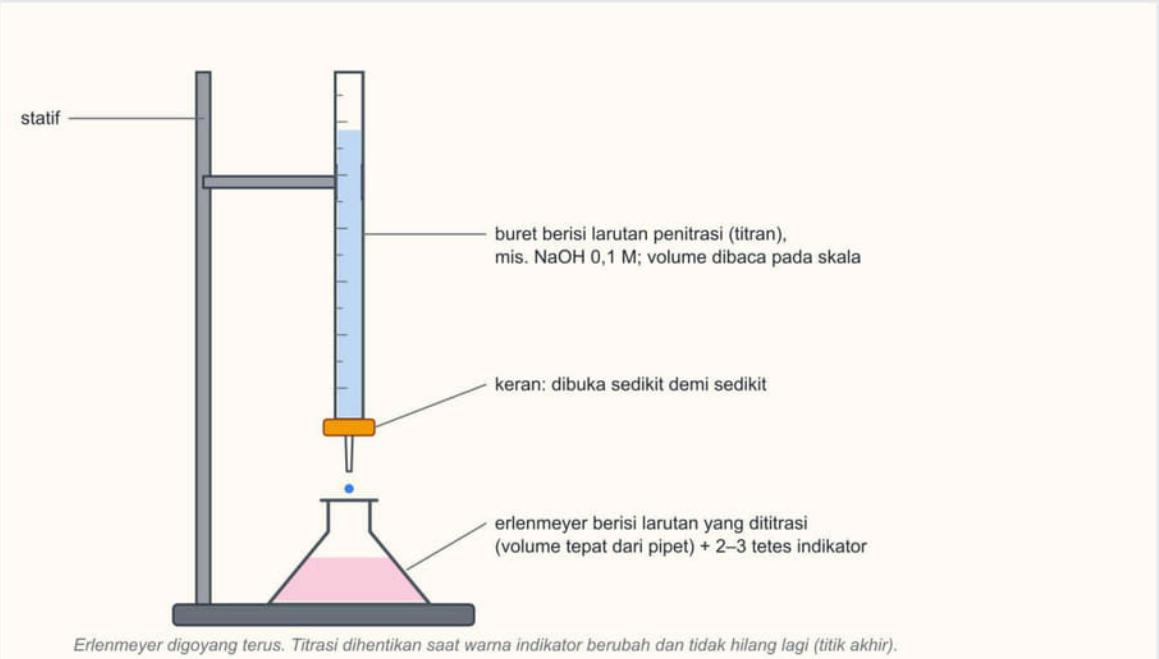
2. Alat dan langkah kerja

Rangkaian titrasi ditunjukkan pada Gambar 2.22. Langkah kerjanya:

1. Bilas buret dengan sedikit titran, lalu isi buret dan catat skala awal (dibaca pada dasar lengkungan cairan).
2. Ambil larutan sampel dengan **pipet volume** (misalnya tepat 10,00 mL) ke dalam erlenmeyer, lalu tambahkan 2–3 tetes indikator.
3. Buka keran buret sedikit demi sedikit sambil menggoyang erlenmeyer. Di dekat titik akhir, tambahkan tetes demi tetes.
4. Hentikan saat warna berubah dan tidak hilang lagi setelah digoyang. Catat skala akhir; volume titran = skala akhir − skala awal.
5. Ulangi paling sedikit dua kali lagi.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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



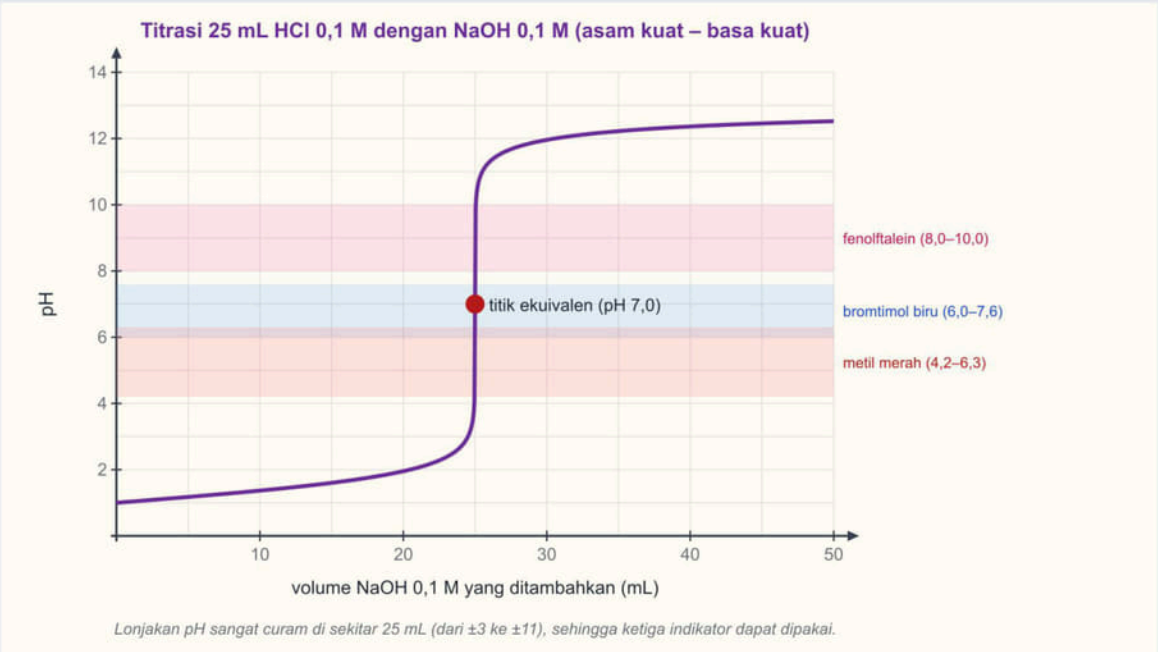
Gambar 2.22 Rangkaian alat titrasi asam–basa: buret berisi titran di atas erlenmeyer yang berisi sampel dan indikator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Titrasi diulang karena setiap pengukuran mengandung sedikit kesalahan. Hasil yang dipakai adalah **rata-rata** volume dari data yang berdekatan. Bila ada satu data yang jelas menyimpang (misalnya karena titik akhir terlewati), data itu dibuang sebelum dirata-ratakan.

3. Kurva titrasi

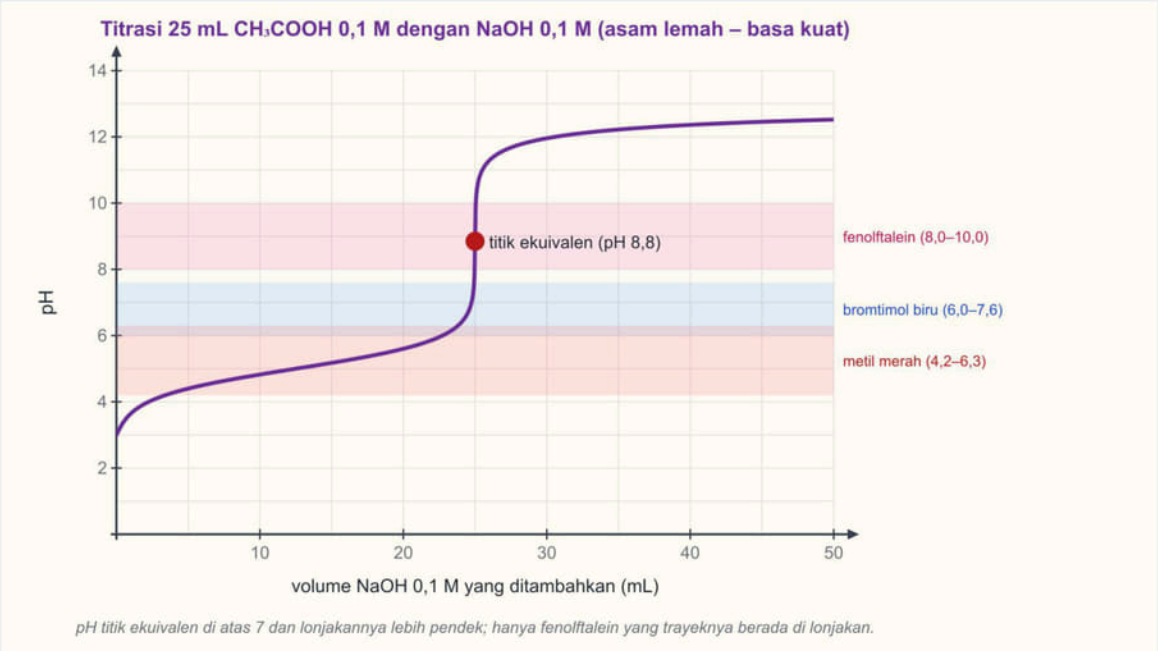
Bila pH larutan di erlenmeyer diukur setiap kali titran ditambahkan, diperoleh **kurva titrasi** (Gambar 2.23). Pada titrasi asam kuat dengan basa kuat, pH mula-mula naik sangat lambat, karena setiap OH^- yang masuk langsung dinetralkan oleh H^+ yang masih banyak. Menjelang titik ekuivalen, H^+ tinggal sedikit, sehingga satu atau dua tetes basa saja menaikkan pH dengan tajam, dari sekitar 3 menjadi sekitar 11. Titik tengah lonjakan itu adalah titik ekuivalen, pada pH 7, karena garam yang terbentuk (NaCl) netral.

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



Gambar 2.23 Kurva titrasi HCl dengan NaOH. Pita berwarna menunjukkan trayek tiga indikator; ketiganya berada di dalam lonjakan pH. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia (dihitung dari konsentrasi larutan).

Pada titrasi asam lemah dengan basa kuat (Gambar 2.24), kurvanya berbeda. pH awal lebih tinggi karena asam lemah hanya sedikit terion. Sebelum titik ekuivalen terdapat bagian yang landai: campuran asam lemah dan garamnya bersifat **penyangga** (sub bab 2.6) sehingga pH berubah perlahan. Titik ekuivalennya berada di atas pH 7, karena garam yang terbentuk (CH_3COONa) bersifat basa akibat hidrolisis (sub bab 2.6). Lonjakan pH juga lebih pendek.



Gambar 2.24 Kurva titrasi asam asetat dengan NaOH. Titik ekuivalen berada pada pH sekitar 8,8, di dalam trayek fenolftalein. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia (dihitung dari konsentrasi larutan dan Ka = 10^{-5}).

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

Sebuah kurva titrasi dapat dibaca dalam empat bagian:

1. **pH awal** menunjukkan kekuatan asam. Asam kuat 0,1 M mulai dari pH 1, sedangkan asam lemah 0,1 M mulai dari pH sekitar 3.
2. **Daerah landai** sebelum titik ekuivalen. Pada asam lemah, daerah ini adalah daerah penyangga. Tepat di tengahnya, saat basa yang ditambahkan baru separuh volume ekuivalen, jumlah asam yang tersisa sama dengan jumlah garam yang terbentuk, sehingga pH = pKa (lihat sub bab 2.6). Pada Gambar 2.24, pH pada 12,5 mL adalah 5, sesuai $K_a = 10^{-5}$.
3. **Lonjakan** di sekitar titik ekuivalen. Volume titran pada titik tengah lonjakan inilah yang dipakai untuk menghitung konsentrasi.
4. **Daerah datar setelah titik ekuivalen**, saat basa sudah berlebih; pH ditentukan oleh sisa OH^-.

Kurva titrasi juga menjelaskan mengapa titran harus ditambahkan tetes demi tetes di dekat titik akhir: di bagian lonjakan, satu tetes saja dapat mengubah pH beberapa satuan.

4. Indikator dan trayeknya

Indikator asam–basa adalah asam lemah atau basa lemah yang bentuk asam dan bentuk basanya berbeda warna. Bila bentuk asamnya ditulis HIn dan bentuk basanya In^-, di dalam larutan terdapat kesetimbangan $HIn \rightleftharpoons H^+ + In^-$. Dalam larutan asam, H^+ banyak sehingga kesetimbangan bergeser ke kiri dan warna HIn yang tampak. Dalam larutan basa, H^+ diikat oleh OH^- sehingga kesetimbangan bergeser ke kanan dan warna In^- yang tampak. Mata kita baru melihat perubahan warna bila salah satu bentuk kira-kira sepuluh kali lebih banyak daripada bentuk lainnya, sehingga warna berubah dalam rentang sekitar dua satuan pH yang disebut **trayek**. Hanya beberapa tetes indikator yang dipakai, agar indikator itu sendiri tidak ikut menghabiskan banyak titran.

Indikator	Trayek pH	Warna di bawah trayek → di atas trayek
Metil jingga	3,1–4,4	merah → kuning
Metil merah	4,2–6,3	merah → kuning
Bromtimol biru	6,0–7,6	kuning → biru
Fenolftalein (PP)	8,0–10,0	tak berwarna → merah muda

Indikator yang tepat untuk suatu titrasi adalah indikator yang trayeknya **berada di dalam lonjakan pH** di sekitar titik ekuivalen:

- asam kuat + basa kuat → titik ekuivalen pH 7, lonjakan panjang → hampir semua indikator dapat dipakai;
- asam lemah + basa kuat → titik ekuivalen pH > 7 → fenolftalein;
- basa lemah + asam kuat → titik ekuivalen di bawah pH 7 → metil merah atau metil jingga.

Pada titrasi asam dengan basa memakai fenolftalein, larutan tetap tidak berwarna sampai titik akhir, lalu berubah menjadi merah muda samar yang tidak hilang saat digoyang (Gambar 2.25).

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

Warna merah muda pekat menandakan basa sudah berlebih dan titik akhir terlewati.



Gambar 2.25 Warna fenolftalein sebelum titik akhir, pada titik akhir, dan sesudah basa berlebih. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

5. Pengenceran dan alikuot: menghitung mundur

Larutan pekat seperti cuka atau cairan pembersih biasanya diencerkan dulu, lalu hanya sebagian kecilnya (disebut **alikuot**) yang dititrasi. Perhitungannya dikerjakan **mundur**: dari volume buret ke alikuot, dari alikuot ke seluruh larutan encer, lalu ke sampel asli. Kesalahan yang paling sering terjadi adalah melupakan salah satu faktor pengenceran, atau membagi mol dengan volume yang salah.

6. Titrasi dalam kehidupan dan industri

Titrasi asam–basa dipakai luas untuk kontrol mutu karena alatnya sederhana dan hasilnya teliti. Pabrik cuka memeriksa kadar asam asetat setiap produksi agar sesuai label. Industri minyak goreng menitrasi minyak dengan basa untuk mengukur **asam lemak bebas**, yang kadarnya naik bila minyak rusak atau dipakai berulang kali. Industri susu menitrasi keasaman susu segar untuk mengetahui apakah susu mulai basi. Laboratorium lingkungan menitrasi sampel air sungai dan air limbah untuk mengetahui keasaman atau kebasaannya sebelum air itu dibuang atau diolah. Produk rumah tangga seperti cairan pembersih dan deterjen juga diperiksa kadar basanya, karena basa berlebih dapat melukai kulit.

Dalam semua penerapan itu, langkah berpikirnya sama: (1) tuliskan reaksi netralisasinya, (2) hitung mol titran dari volume rata-rata dan konsentrasinya, (3) ubah ke mol zat yang dititrasi dengan perbandingan koefisien, (4) hitung mundur melalui pengenceran sampai ke sampel asli, dan (5) bandingkan hasilnya dengan label atau standar mutu.

Contoh terselesaikan 1: kadar asam asetat dalam cuka

Soal. Sebanyak 10,0 mL cuka diencerkan dengan air dalam labu ukur sampai 100,0 mL. Sebanyak 10,0 mL larutan encer itu dititrasi dengan NaOH 0,100 M memakai indikator fenolftalein. Volume NaOH pada tiga kali titrasi adalah 13,9 mL; 14,1 mL; dan 15,6 mL. Tentukan molaritas asam asetat dalam cuka dan kadarnya (ρ cuka ≈ 1 g/mL; Mr CH_3COOH = 60).

Langkah.

1. Data 15,6 mL menyimpang jauh dari dua data lainnya, sehingga dibuang. Volume rata-rata = (13,9 + 14,1) ÷ 2 = 14,0 mL.
2. mmol NaOH = 0,100 × 14,0 = 1,40 mmol = mmol CH_3COOH dalam 10,0 mL alikuot (perbandingan 1 : 1).
3. Dalam 100,0 mL larutan encer: 1,40 × (100 ÷ 10) = 14,0 mmol. Semua berasal dari 10,0 mL cuka asli.
4. Molaritas cuka = 14,0 mmol ÷ 10,0 mL = **1,40 M**.
5. Massa asam asetat = 14,0 mmol × 60 mg/mmol = 840 mg dalam 10,0 g cuka → kadar = **8,4 %**.

Cek. Pembagi pada langkah 4 adalah volume cuka asli (10,0 mL), bukan volume larutan encer atau alikuot.

Contoh terselesaikan 2: asam diprotik

Soal. Sebanyak 20,0 mL larutan H_2SO_4 tepat dinetralkan oleh 30,0 mL NaOH 0,100 M. Berapa

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

molaritas H_2SO_4?

Langkah.

1. H_2SO_4 melepas 2 H^+ → a = 2; NaOH → b = 1.
2. a × Ma × Va = b × Mb × Vb → 2 × Ma × 20,0 = 1 × 0,100 × 30,0.
3. Ma = 3,00 ÷ 40,0 = **0,075 M**.

Cek. Bila a dilupakan, hasilnya 0,15 M, dua kali terlalu besar.

Contoh terselesaikan 3: memilih indikator

Soal. Larutan amonia (basa lemah) akan dititrasi dengan HCl. Indikator mana yang tepat: fenolftalein atau metil merah?

Langkah.

1. Pada titik ekuivalen terbentuk NH_4Cl. Ion NH_4^+ adalah asam lemah (sub bab 2.6), sehingga pH titik ekuivalen di bawah 7 (sekitar 5).
2. Indikator yang trayeknya mencakup pH itu adalah **metil merah** (4,2–6,3).
3. Fenolftalein (8,0–10,0) sudah tidak berwarna jauh sebelum titik ekuivalen, sehingga titik akhirnya terlalu awal.

Cek. Aturan ringkas: pH titik ekuivalen mengikuti sifat garam yang terbentuk.

Contoh terselesaikan 4: membaca warna indikator

Soal. Tiga larutan memiliki pH 3, 7, dan 11. Apa warna fenolftalein dan metil merah di masing-masing larutan?

Langkah.

1. Fenolftalein (8,0–10,0): pH 3 dan 7 di bawah trayek → **tidak berwarna**; pH 11 di atas trayek → **merah muda**.
2. Metil merah (4,2–6,3): pH 3 di bawah trayek → **merah**; pH 7 dan 11 di atas trayek → **kuning**.

Cek. Larutan pH 7 tidak membuat fenolftalein berwarna. Banyak siswa mengira "netral berarti merah muda", padahal fenolftalein baru berwarna di atas pH 8.

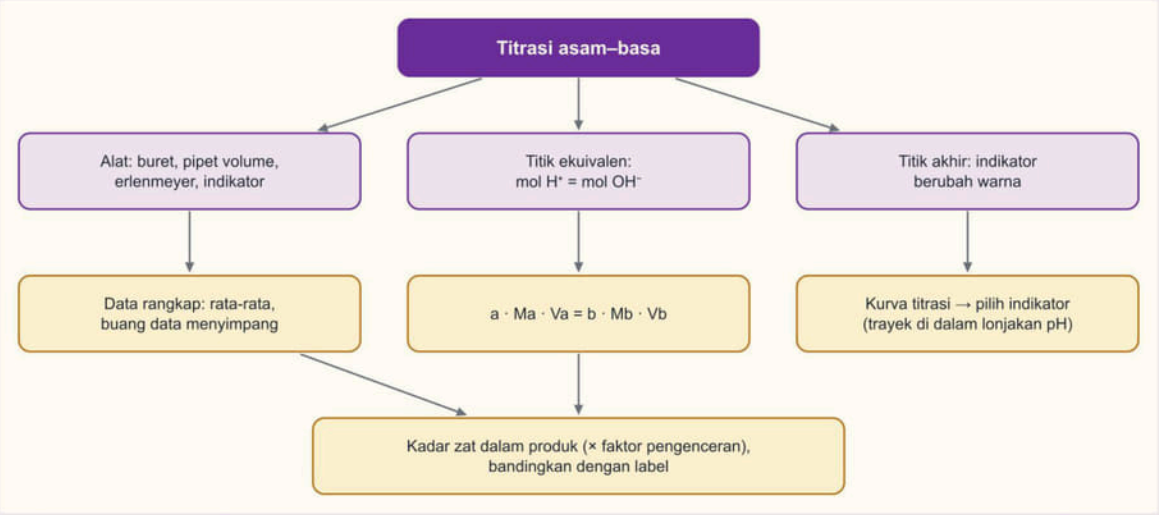
Ringkasan

- Titrasi menentukan kadar dari volume larutan baku; titik ekuivalen: mol H^+ = mol OH^- (a·Ma·Va = b·Mb·Vb).
- Titik akhir ditandai perubahan warna indikator; pakai rata-rata data yang berdekatan.
- Kurva titrasi: lonjakan pH di sekitar titik ekuivalen; asam lemah + basa kuat → pH ekuivalen > 7.
- Pilih indikator yang trayeknya berada di dalam lonjakan pH.
- Pengenceran dan alikuot: hitung mundur, dan bagi dengan volume sampel asli.

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

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.26 merangkum prinsip, alat, dan cara menghitung pada titrasi asam–basa.



Gambar 2.26 Peta konsep titrasi asam–basa dan indikator. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Tulis reaksinya dan perbandingan molnya.
2. Hitung volume titran rata-rata.
3. Hitung mmol zat dalam **alikuot**, kalikan faktor pengenceran sampai ke larutan induk, lalu bagi dengan volume atau massa **sampel asli**.
4. Ubah ke satuan yang diminta (M, %, mg/L) dan bandingkan dengan label atau standar.
5. Untuk soal indikator, tulis pH perkiraan setiap sampel sebelum membaca pilihan.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Faktor pengenceran dilupakan	kadar dihitung dari mmol alikuot saja	kalikan (volume larutan encer ÷ volume alikuot)
Membagi dengan volume yang salah	0,16 g ÷ 100 mL larutan encer = 0,16 %	bagi dengan sampel asli (10 mL): 1,6 %
Molaritas dikira persen	"0,4 M berarti 0,4 %"	ubah: 0,4 mol/L × 40 g/mol = 16 g/L = 1,6 %
Asam berunsur O dikira basa	"H_2SO_3 dan $HClO_3$ berwarna merah muda dengan PP"	keduanya asam, jadi tak berwarna
Asam lemah dikira berwarna merah muda dengan PP	"asam lemah, pH-nya mendekati netral"	asam lemah tetap pH < 7, jadi tak berwarna

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

• BEDAH SOAL ASLI

Kadar NaOH deterjen: ikuti hitung mundur alikuot (20 mL) → larutan encer (100 mL) → sampel asli (10 mL). Pilihan C (0,4 %) dan D (0,16 %) adalah hasil dua kesalahan yang berbeda di langkah terakhir.

►. Deterjen cair memiliki beberapa keunggulan dibandingkan deterjen bubuk, terutama dalam hal kelarutan, kemudahan penggunaan, dan potensi residu pada pakaian dan mesin cuci. Deterjen cair juga relatif lebih aman bagi kulit sensitif. Annisa memeriksa komposisi deterjen cair di rumahnya dan menemukan senyawa basa natrium hidroksida (NaOH) dengan kadar 0,1%, sesuai kadar alkali bebas maksimal yang ditentukan BSN. Annisa ingin menguji deterjen tersebut di laboratorium kimia sekolah. Ia mengambil 10 mL sampel deterjen lalu mengencerkannya dengan akuades sampai 100 mL. Kemudian 20 mL larutan encer dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M. Titrasi dilakukan tiga kali dan diperoleh data berikut.

Titrasi ke-	Volume larutan sampel encer (mL)	Volume HCl 0,1 M (mL)
1	20	8,2
2	20	8,0
3	20	7,8

Berdasarkan hasil titrasi, manakah pernyataan yang tepat mengenai kadar NaOH dalam deterjen cair tersebut? (Ar Na = 23, O = 16, H = 1; massa jenis deterjen dianggap 1 g/mL)

A. Kadar NaOH di bawah yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,04% NaOH.
B. Kadar NaOH sesuai dengan yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,1% NaOH.
C. Kadar NaOH melebihi yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,4% NaOH.
D. Kadar NaOH melebihi yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,16% NaOH.
E. Kadar NaOH melebihi yang tercantum pada label, yaitu mengandung 1,6% NaOH.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 20,5 %

Pembahasan **Kunci: E**

Reaksi: NaOH + HCl → NaCl + H_2O (perbandingan mol 1 : 1).

Langkah 1 – Volume HCl rata-rata. (8,2 + 8,0 + 7,8) ÷ 3 = **8,0 mL**.

Langkah 2 – Mol NaOH dalam 20 mL larutan encer. n = 0,1 M × 8,0 mL = **0,8 mmol**.

Langkah 3 – Mol NaOH dalam seluruh larutan encer (100 mL). 0,8 × (100 ÷ 20) = **4,0 mmol**. Seluruhnya berasal dari 10 mL deterjen.

Langkah 4 – Massa dan kadar. massa NaOH = 4,0 mmol × 40 mg/mmol = 160 mg = **0,16 g**. Massa 10 mL deterjen = 10 g (ρ = 1 g/mL) → kadar = 0,16 ÷ 10 × 100% = **1,6%**.

Kesimpulan: 1,6% jauh melebihi 0,1% pada label.

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

Cek ulang: konsentrasi NaOH dalam deterjen = 4,0 mmol ÷ 10 mL = 0,4 M → 0,4 mol/L × 40 g/mol = 16 g/L = 1,6 g/100 mL ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ 0,04% tidak sesuai perhitungan apa pun yang benar.
- B ✗ hasil titrasi tidak mendukung 0,1%.
- C ✗ 0,4%: *Jebakan* mengira 0,4 M sama dengan 0,4%.
- D ✗ 0,16%: *Jebakan* membagi 0,16 g dengan 100 mL larutan encer, padahal NaOH itu berasal dari 10 mL deterjen.
- E ✓ 1,6%.

Jawaban: E.

Indikator pada limbah: tentukan asam atau basa setiap zat, lalu terapkan trayek PP. Senyawa H_2SO_3 dan $HClO_3$ mengandung O, tetapi keduanya tetap asam.

►. Seorang peneliti lingkungan mengambil 5 sampel air limbah cair dari industri peternakan yang diduga mengandung spesi asam/basa. Peneliti menganalisis kelima sampel untuk membuktikan apakah benar masing-masing sampel mengandung spesi asam/basa sesuai dengan yang digunakan industri tersebut. Penelitian dilakukan dengan indikator fenolftalein yang memiliki trayek pH 8,0–10,0 dengan perubahan warna dari tidak berwarna menjadi merah muda pada rentang pH tersebut. Kandungan senyawa pada setiap sampel limbah berdasarkan dugaan peneliti disajikan dalam tabel.

Sampel limbah	A	B	C	D	E
Kandungan	HI	H_2SO_3	$Sr(OH)_2$	$Ca(OH)_2$	$HClO_3$

Berdasarkan data tersebut, dugaan peneliti kemungkinan benar jika sampel tersebut ditetesi indikator fenolftalein menunjukkan warna ....

A. A tak berwarna; B merah muda; C merah muda; D merah muda; E tak berwarna
B. A merah muda; B tak berwarna; C tak berwarna; D merah muda; E tak berwarna
C. A tak berwarna; B merah muda; C merah muda; D tak berwarna; E merah muda
D. A merah muda; B tak berwarna; C tak berwarna; D tak berwarna; E merah muda
E. A tak berwarna; B tak berwarna; C merah muda; D merah muda; E tak berwarna

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 28,3 %

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: fenolftalein tidak berwarna pada pH < 8,0 (larutan asam dan netral) dan merah muda pada pH di atas 8–10 (larutan basa).

Langkah 1 – Golongkan setiap kandungan.
- A: HI → asam kuat → pH < 7 → **tak berwarna**.
- B: H_2SO_3 → asam (lemah) → pH < 7 → **tak berwarna**.
- C: $Sr(OH)_2$ → basa kuat → pH > 10 → **merah muda**.
- D: $Ca(OH)_2$ → basa → pH > 10 → **merah muda**.

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

• E: $HClO_3$ → asam kuat → **tak berwarna**.

Langkah 2 – Pola warna yang dicari: tak berwarna, tak berwarna, merah muda, merah muda, tak berwarna.

Analisis opsi:
• A ✗ B (H_2SO_3) asam, tidak mungkin merah muda.
• B ✗ A (HI) asam dan C ($Sr(OH)_2$) basa — keduanya terbalik.
• C ✗ B asam, D basa, E asam — tiga sampel salah.
• D ✗ A dan E asam, C dan D basa — terbalik.
• E ✓ cocok dengan pola.

Jebakan: H_2SO_3 dan $HClO_3$ mengandung atom O, tetapi tetap asam karena melepaskan H^+; gugus OH pada $Sr(OH)_2$ dan $Ca(OH)_2$ (hidroksida logam) yang melepaskan OH^-.

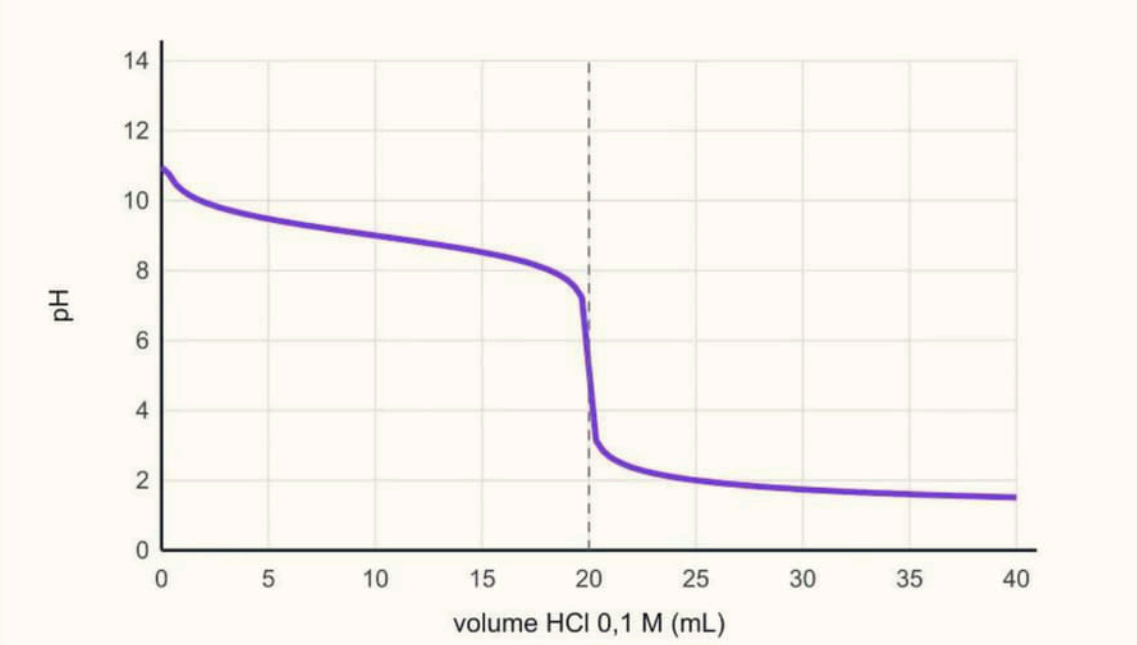
Jawaban: E.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Kurva titrasi memberi dua informasi: volume pada titik ekuivalen (untuk menghitung konsentrasi) dan pH titik ekuivalen (untuk memilih indikator). Titrasi basa lemah oleh asam kuat berakhir di daerah asam.

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

►. Sebanyak 25 mL larutan amonia dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M. pH campuran dipantau dengan pH meter setiap penambahan HCl, dan hasilnya ditunjukkan pada kurva titrasi. Garis putus-putus menandai titik ekuivalen. Tersedia dua indikator: fenolftalein (trayek pH 8,3–10,0) dan metil merah (trayek pH 4,2–6,3).
Konsentrasi larutan amonia dan indikator yang tepat untuk titrasi ini adalah ....



A. 0,08 M; metil merah
B. 0,08 M; fenolftalein
C. 0,10 M; metil merah
D. 0,125 M; metil merah
E. 0,125 M; fenolftalein

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: pada titik ekuivalen, mol HCl = mol NH_3. Indikator dipilih yang trayeknya mencakup pH titik ekuivalen; titrasi basa lemah dengan asam kuat memiliki titik ekuivalen di bawah 7.

Langkah 1 – Konsentrasi. Dari kurva, titik ekuivalen pada 20 mL HCl. M NH_3 = 0,1 × 20 ÷ 25 = **0,08 M**.

Langkah 2 – Indikator. pH titik ekuivalen sekitar 5 → metil merah (4,2–6,3).

Analisis opsi:

• A ✓ 0,08 M; metil merah.
• B ✗ Fenolftalein berubah warna pada pH 8,3–10,0, jauh sebelum titik ekuivalen. *Jebakan: memakai fenolftalein untuk semua titrasi.*
• C ✗ Volume amonia (25 mL) tidak diperhitungkan.
• D ✗ Volume dibalik (25 ÷ 20).
• E ✗ Volume dibalik dan indikator salah.

Jawaban: A.

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

✎ LATIHAN

1. Satu tablet antasida yang zat aktifnya magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$, Mr = 58) dilarutkan dalam 50,0 mL HCl 0,50 M (berlebih). Setelah semua tablet bereaksi, sisa HCl dititrasi dengan NaOH 0,50 M dan memerlukan 15,0 mL sampai titik akhir. Reaksi: $Mg(OH)_2 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$. Zat lain dalam tablet dianggap tidak bereaksi. Massa $Mg(OH)_2$ dalam satu tablet adalah ....

A. 0,22 g
B. 0,51 g
C. 0,73 g
D. 1,02 g
E. 1,45 g

2. Untuk memperkirakan pH air hujan di suatu kota, seorang siswa membagi sampel ke dalam tiga tabung, lalu meneteskan indikator yang berbeda ke masing-masing tabung. Trayek dan perubahan warna indikator serta hasil pengamatan sebagai berikut.

Indikator	Trayek pH	Perubahan warna	Warna pada sampel
Metil jingga	3,1–4,4	merah → kuning	kuning
Bromtimol biru	6,0–7,6	kuning → biru	kuning
Fenolftalein	8,3–10,0	tak berwarna → merah	tak berwarna

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Perkiraan pH sampel air hujan tersebut adalah ....

A. kurang dari 3,1
B. antara 3,1 dan 4,4
C. antara 4,4 dan 6,0
D. antara 6,0 dan 7,6
E. antara 8,3 dan 10,0

3. Larutan NaOH perlu distandarkan sebelum dipakai karena mudah menyerap CO_2 dari udara. Laboran melarutkan 0,63 g asam oksalat dihidrat ($H_2C_2O_4\cdot 2H_2O$, Mr = 126) dalam air sampai 100,0 mL. Sebanyak 25,0 mL larutan itu dititrasi dengan NaOH dan memerlukan 20,0 mL sampai titik akhir. Asam oksalat adalah asam diprotik: $H_2C_2O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$.
Konsentrasi larutan NaOH tersebut adalah ....

A. 0,0625 M
B. 0,125 M
C. 0,175 M
D. 0,25 M
E. 0,50 M

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

Kunci singkat: 1. B 2. C 3. B

✔ PERIKSA DIRI

- Dalam soal titrasi dengan pengenceran, volume mana yang menjadi pembagi terakhir untuk menghitung kadar sampel asli?
- Indikator apa yang tepat untuk titrasi asam asetat dengan NaOH, dan mengapa bukan metil jingga?
- Pada kurva titrasi asam lemah dengan basa kuat, berapa pH saat basa yang ditambahkan baru separuh volume ekuivalen, dan mengapa?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.5: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-2.5

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 2.6 · Larutan penyangga dan hidrolisis garam

KIM-2.6

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi memasukkan **kesetimbangan larutan dan pH** ke elemen Kimia Analitik. Soal asli 2025 tidak memuat soal khusus penyangga atau hidrolisis, tetapi **contoh soal resmi Pusmendik no. 1** adalah soal pH larutan penyangga (campuran asam asetat dan natrium asetat). Materi ini juga muncul di soal asli No. 12 (ion amonium terhidrolisis di tanah) dan menjelaskan bentuk kurva titrasi di sub bab 2.5.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- mengenali larutan penyangga, termasuk yang terbentuk dari reaksi asam lemah dengan basa kuat (atau sebaliknya);
- menghitung pH larutan penyangga dan perubahannya bila ditambah sedikit asam atau basa;
- menentukan sifat dan pH larutan garam yang terhidrolisis.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

pH darah manusia harus tetap di antara 7,35 dan 7,45. Bila turun sedikit saja di bawah batas itu, seseorang dapat mengalami asidosis yang berbahaya. Padahal, setiap hari tubuh menghasilkan asam dari pencernaan dan kerja otot, dan kita juga meminum minuman asam. Mengapa pH darah tetap stabil? Jawabannya adalah **larutan penyangga**. Sub bab ini juga membahas **hidrolisis garam**, yang menjelaskan mengapa larutan garam tidak selalu netral.

1. Apa itu larutan penyangga?

Larutan penyangga (larutan *buffer*) adalah larutan yang pH-nya hampir tidak berubah ketika ditambah sedikit asam, sedikit basa, atau diencerkan. Larutan penyangga berisi dua komponen sekaligus:

1. **penyangga asam**: asam lemah dan basa konjugatnya, misalnya CH_3COOH dan CH_3COO^- (dari garam CH_3COONa);
2. **penyangga basa**: basa lemah dan asam konjugatnya, misalnya NH_3 dan NH_4^+ (dari garam NH_4Cl).

Air murni bukan penyangga: setetes asam kuat saja sudah menurunkan pH-nya beberapa satuan. Larutan asam lemah saja atau garamnya saja juga bukan penyangga, karena hanya memiliki salah satu komponen.

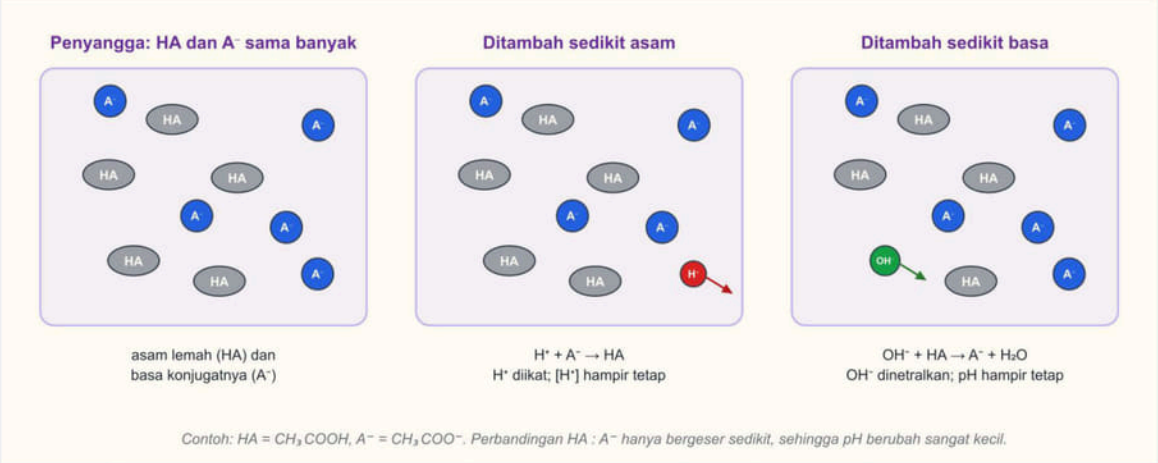
2. Cara kerja penyangga pada tingkat partikel

Perhatikan penyangga asam asetat (Gambar 2.27). Di dalamnya terdapat banyak molekul

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

CH_3COOH (ditulis HA) dan banyak ion CH_3COO^- (ditulis A^-).

1. **Bila ditambah sedikit asam**, ion H^+ yang masuk langsung diikat oleh A^-: $H^+ + A^- \rightarrow HA$. H^+ tidak dibiarkan bebas, sehingga $[H^+]$ hampir tidak naik.
2. **Bila ditambah sedikit basa**, ion OH^- yang masuk dinetralkan oleh HA: $OH^- + HA \rightarrow A^- + H_2O$. OH^- habis, sehingga pH hampir tidak naik.
3. **Bila diencerkan**, jumlah HA dan A^- berkurang dengan perbandingan yang sama, sehingga perbandingannya, dan pH-nya, tetap.

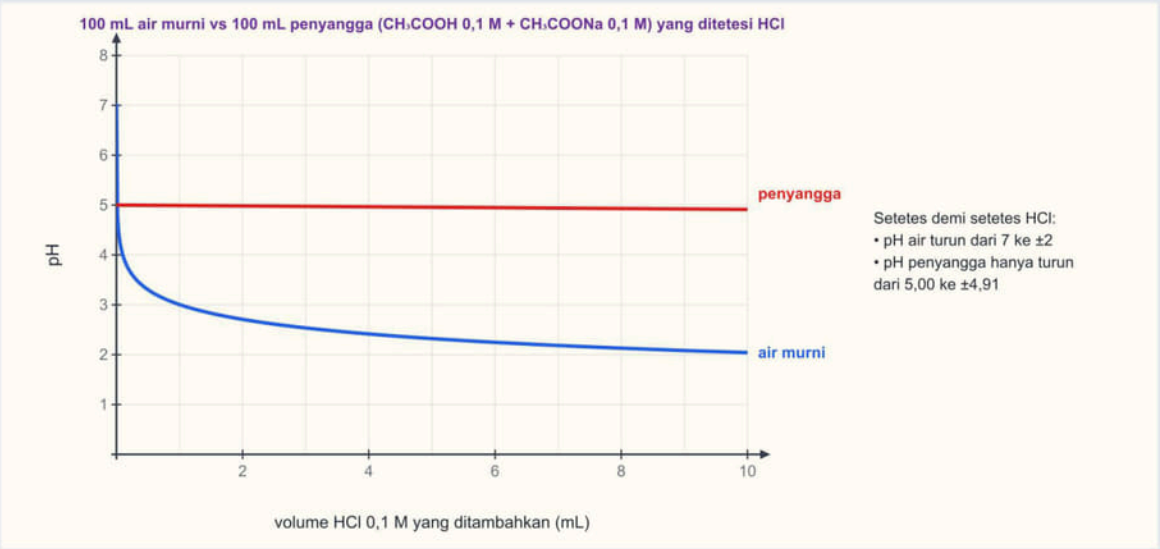


Gambar 2.27 Komponen asam (HA) menetralkan basa yang masuk, dan komponen basa konjugat (A^-) mengikat asam yang masuk. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kemampuan penyangga ada batasnya. Bila asam yang ditambahkan lebih banyak daripada A^- yang tersedia, A^- habis dan penyangga "jebol"; pH pun turun tajam. Makin besar konsentrasi kedua komponen, makin besar asam atau basa yang dapat ditahan. Kemampuan ini disebut **kapasitas penyangga**.

Gambar 2.28 membandingkan air murni dan penyangga yang ditetesi asam klorida. pH air turun dari 7 ke sekitar 2 hanya dengan 10 mL HCl 0,1 M, sedangkan pH penyangga hampir tidak bergerak.

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



Gambar 2.28 Penambahan HCl 0,1 M ke dalam 100 mL air murni dan 100 mL penyangga asetat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia (dihitung dengan Ka = 10^{-5}).

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

3. Menghitung pH larutan penyangga

Dari kesetimbangan asam lemah HA ⇌ $H^+ + A^-$ berlaku Ka = $[H^+][A^-] \div [HA]$. Bila disusun ulang:

$$[\mathrm{H^+}] = K_a \times \frac{n_{\text{asam lemah}}}{n_{\text{basa konjugat}}} \qquad [\mathrm{OH^-}] = K_b \times \frac{n_{\text{basa lemah}}}{n_{\text{asam konjugat}}}$$

Rumus ini memakai **perbandingan mol**. Karena kedua zat berada dalam volume yang sama, volume saling meniadakan; itulah sebabnya pengenceran tidak mengubah pH penyangga. Bila mol asam lemah sama dengan mol basa konjugatnya, $[H^+]$ = Ka, atau pH = pKa. Penyangga paling efektif bila perbandingan keduanya mendekati 1.

Penyangga dapat terbentuk dari reaksi. Bila asam lemah direaksikan dengan basa kuat yang jumlahnya **lebih sedikit**, sebagian asam lemah bersisa dan garamnya terbentuk; campuran itu penyangga. Hal yang sama berlaku untuk basa lemah berlebih yang direaksikan dengan asam kuat. Karena itu, untuk setiap campuran asam dan basa, **reaksikan dulu** dalam tabel mula-mula–reaksi–sisa, lalu lihat apa yang tersisa.

Contoh terselesaikan 1: pH campuran asam lemah dan garamnya

Soal. Sebanyak 50 mL CH_3COOH 0,1 M dicampur dengan 50 mL CH_3COONa 0,2 M. Berapa pH campuran? (Ka = 10^{-5})

Langkah.

1. mmol CH_3COOH = 0,1 × 50 = 5 mmol; mmol CH_3COO^- = 0,2 × 50 = 10 mmol.
2. $[H^+] = 10^{-5} \times 5 \div 10 = 5 \times 10^{-6}$ M.
3. pH = 6 − log 5 = **5,3**.

Cek. Basa konjugatnya lebih banyak daripada asamnya, sehingga pH sedikit di atas pKa (5) ✓.

Contoh terselesaikan 2: penyangga yang terbentuk dari reaksi

Soal. Sebanyak 100 mL CH_3COOH 0,2 M direaksikan dengan 100 mL NaOH 0,1 M. Apakah campurannya penyangga? Berapa pH-nya? (Ka = 10^{-5})

Langkah.

	CH_3COOH	NaOH	CH_3COONa
Mula-mula (mmol)	20	10	—
Reaksi (mmol)	−10	−10	+10
Sisa (mmol)	10	0	10

1. NaOH habis; tersisa asam lemah dan basa konjugatnya → **penyangga**.
2. $[H^+] = 10^{-5} \times 10 \div 10 = 10^{-5}$ → pH = **5**.

Cek. Bila NaOH yang ditambahkan sama dengan atau lebih dari asamnya, tidak ada asam lemah yang tersisa, dan campurannya bukan penyangga lagi.

Memilih pasangan penyangga. Karena pH penyangga berada di sekitar pKa asam lemahnya, kimiawan memilih pasangan yang pKa-nya dekat dengan pH yang diinginkan; pH penyangga

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

dapat diatur sedikit naik atau turun dengan mengubah perbandingan kedua komponen, biasanya dalam rentang pKa − 1 sampai pKa + 1. Untuk pH sekitar 5 dipakai penyangga asetat, untuk pH sekitar 7 dipakai penyangga fosfat ($H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$), dan untuk pH sekitar 9 dipakai penyangga amonia (NH_3/NH_4^+).

Contoh terselesaikan 3: penyangga basa

Soal. Sebanyak 100 mL NH_3 0,1 M dicampur dengan 100 mL NH_4Cl 0,1 M. Berapa pH campuran? Berapa pH-nya bila ke dalam campuran itu ditambahkan 1 mmol HCl? (Kb $NH_3 = 10^{-5}$)

Langkah.

1. mmol $NH_3 = 10$; mmol $NH_4^+ = 10 \rightarrow [OH^-] = 10^{-5} \times 10 \div 10 = 10^{-5} \rightarrow$ pOH = 5 → pH = **9**.
2. HCl yang ditambahkan diikat oleh NH_3: $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$. Sisa NH_3 = 9 mmol; NH_4^+ = 11 mmol.
3. $[OH^-] = 10^{-5} \times 9 \div 11 = 8{,}2 \times 10^{-6} \rightarrow$ pOH = 5,09 → pH = **8,91**.

Cek. pH hanya turun 0,09 satuan. Bila 1 mmol HCl itu ditambahkan ke 200 mL air murni, pH akan turun dari 7 menjadi sekitar 2,3.

4. Penyangga di dalam tubuh dan sekitar kita

Darah dijaga oleh penyangga **karbonat**, yaitu asam karbonat (H_2CO_3) dan ion hidrogen karbonat (HCO_3^-). Bila darah menerima asam, HCO_3^- mengikat H^+ menjadi H_2CO_3, yang kemudian terurai menjadi CO_2 dan dikeluarkan lewat paru-paru. Di dalam sel bekerja penyangga **fosfat** ($H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-}). Air liur juga mengandung penyangga yang membantu melindungi gigi dari asam. Di luar tubuh, penyangga dipakai untuk menjaga pH obat tetes mata, cairan infus, kolam ikan, sampo, dan media pertumbuhan mikroba di laboratorium.

5. Hidrolisis garam

Garam terbentuk dari reaksi asam dengan basa. Di dalam air, garam terurai menjadi ion-ionnya. Namun, larutan garam tidak selalu netral. Ion yang berasal dari **asam lemah atau basa lemah** dapat bereaksi dengan air; reaksi ini disebut **hidrolisis** (Gambar 2.29).

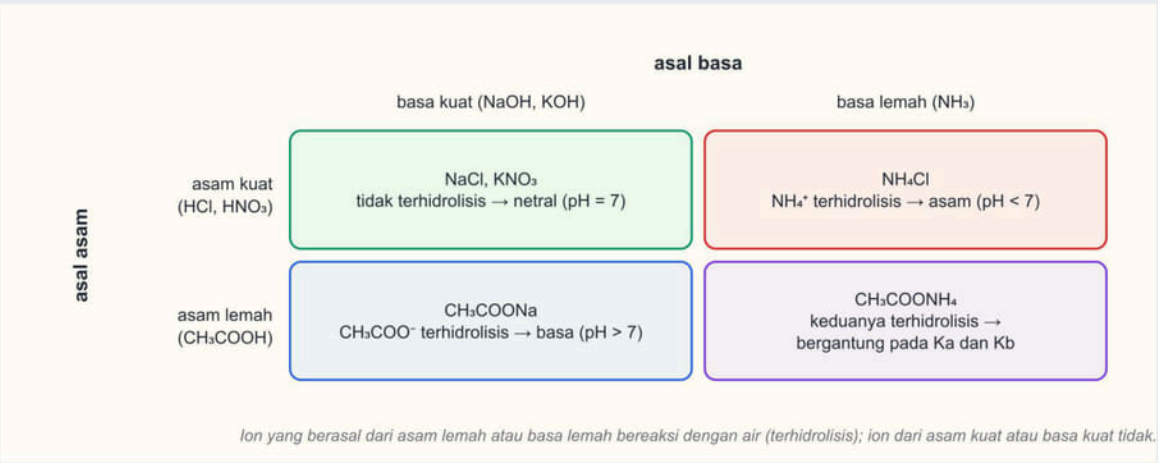
- Ion asetat (CH_3COO^-) adalah basa konjugat dari asam lemah. Ion ini menarik H^+ dari molekul air: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$. Akibatnya terbentuk OH^-, dan larutan CH_3COONa bersifat **basa**.
- Ion amonium (NH_4^+) adalah asam konjugat dari basa lemah. Ion ini memberikan H^+ kepada air: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$. Larutan NH_4Cl bersifat **asam**.
- Ion yang berasal dari asam kuat (Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}) atau basa kuat (Na^+, K^+) sangat lemah sifat asam–basanya, sehingga tidak bereaksi dengan air. Larutan NaCl atau KNO_3 **netral**.

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



Gambar 2.29 Ion asetat menarik H^+ dari air sehingga terbentuk asam asetat dan ion OH^-. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Aturan ringkasnya dapat dibaca dari asal asam dan basa pembentuk garam (Gambar 2.30): **sifat larutan garam mengikuti induk yang kuat**. Garam dari asam kuat dan basa lemah bersifat asam; garam dari asam lemah dan basa kuat bersifat basa.



Gambar 2.30 Sifat larutan garam ditentukan oleh asal asam dan basanya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Besarnya pH larutan garam yang terhidrolisis dapat dihitung:

$$[\mathrm{OH^-}] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times M_{\text{anion}}} \qquad [\mathrm{H^+}] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times M_{\text{kation}}}$$

Bila garam berasal dari asam lemah **dan** basa lemah, misalnya amonium asetat (CH_3COONH_4), kedua ionnya terhidrolisis sekaligus: NH_4^+ menghasilkan H_3O^+, sedangkan CH_3COO^- menghasilkan OH^-. Sifat larutannya ditentukan oleh mana yang lebih kuat. Bila Ka asam asalnya lebih besar daripada Kb basa asalnya, larutan sedikit asam; bila Kb lebih besar, larutan sedikit basa; bila keduanya sama, seperti pada amonium asetat, larutan hampir netral.

Makin lemah asam asalnya (Ka makin kecil), makin kuat sifat basa garamnya. Contohnya, Ka HCN jauh lebih kecil daripada Ka HF, sehingga larutan NaCN lebih basa daripada NaF pada konsentrasi sama.

Hidrolisis menjelaskan dua hal yang sudah kita temui. Pertama, titik ekuivalen titrasi asam lemah dengan basa kuat berada di atas pH 7, karena isi labu pada titik itu hanya larutan garam yang bersifat basa (sub bab 2.5). Kedua, pupuk amonium yang dipakai berlebihan membuat

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

tanah makin asam, karena ion NH_4^+ terhidrolisis menghasilkan H_3O^+.

Contoh terselesaikan 4: pH larutan garam yang terhidrolisis

Soal. Hitung pH larutan CH_3COONa 0,1 M. (Ka $CH_3COOH = 10^{-5}$; Kw $= 10^{-14}$)

Langkah.

1. CH_3COO^- berasal dari asam lemah → terhidrolisis menghasilkan OH^- (larutan basa).
2. $[OH^-] = \sqrt{(10^{-14} \div 10^{-5} \times 0{,}1)} = \sqrt{(10^{-10})} = 10^{-5}$ M.
3. pOH = 5 → pH = 14 − 5 = **9**.

Cek. Nilai ini cocok dengan Gambar 2.24: titik ekuivalen titrasi asam asetat berada pada pH sekitar 9.

Contoh terselesaikan 5: menentukan sifat garam

Soal. Tentukan sifat larutan NH_4Cl, NaCl, dan Na_2CO_3.

Langkah.

1. NH_4Cl: dari NH_3 (basa lemah) dan HCl (asam kuat) → NH_4^+ terhidrolisis → **asam**.
2. NaCl: dari NaOH (basa kuat) dan HCl (asam kuat) → tidak terhidrolisis → **netral**.
3. Na_2CO_3: dari NaOH (basa kuat) dan H_2CO_3 (asam lemah) → CO_3^{2-} terhidrolisis menghasilkan OH^- → **basa**. Itulah sebabnya soda cuci (Na_2CO_3) terasa licin.

Cek. Ikuti induk yang kuat: asam kuat → asam; basa kuat → basa; keduanya kuat → netral.

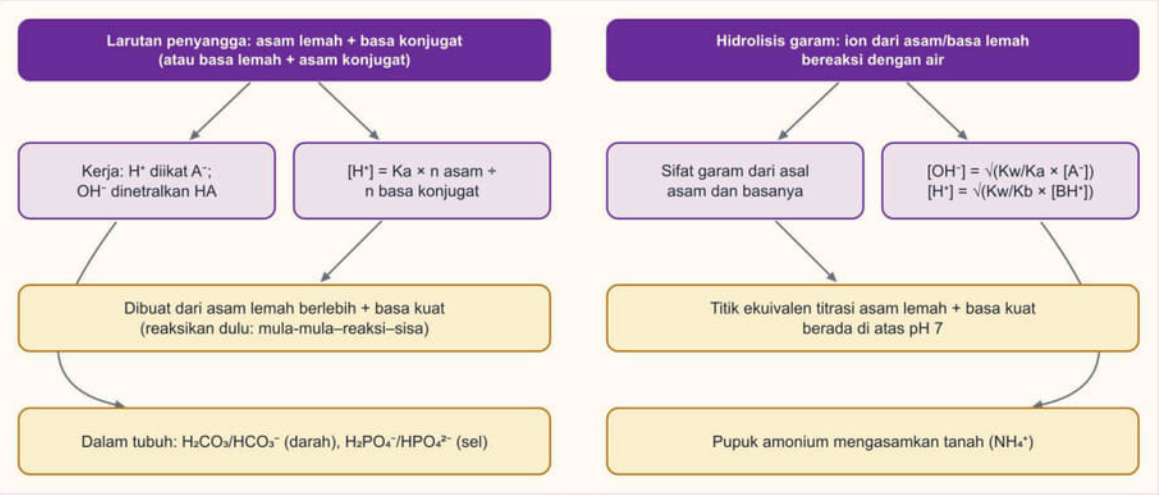
Ringkasan

- Penyangga = asam lemah + basa konjugatnya (atau basa lemah + asam konjugatnya).
- Penyangga menahan pH karena komponen basanya mengikat H^+ dan komponen asamnya menetralkan OH^-.
- $[H^+]$ = Ka × n asam ÷ n basa konjugat; pH = pKa bila keduanya sama banyak; pengenceran tidak mengubah pH.
- Campuran asam lemah berlebih + basa kuat menghasilkan penyangga; reaksikan dulu.
- Hidrolisis: ion dari asam lemah atau basa lemah bereaksi dengan air; sifat larutan garam mengikuti induk yang kuat.

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.31 menghubungkan larutan penyangga dan hidrolisis garam beserta penerapannya.

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



Gambar 2.31 Peta konsep larutan penyangga dan hidrolisis garam. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Untuk campuran asam dan basa, **reaksikan dulu** (tabel mula-mula–reaksi–sisa dalam mmol), lalu lihat yang tersisa.

Yang tersisa	Jenis larutan	Rumus pH
asam lemah + garamnya	penyangga asam	$K_a \times n_a/n_g$
basa lemah + garamnya	penyangga basa	$K_b \times n_b/n_g$
hanya garam	hidrolisis	rumus hidrolisis
asam atau basa kuat bersisa	asam atau basa kuat	dari sisanya saja

1. Untuk soal "berapa volume yang harus ditambahkan agar pH = x", misalkan volumenya V, tulis mol setelah reaksi dalam V, lalu selesaikan persamaannya.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Campuran asam kuat + basa lemah dikira selalu penyangga	HCl berlebih + NH_3 dianggap penyangga	penyangga hanya bila **basa lemahnya** yang bersisa
Konsentrasi awal dipakai sebelum reaksi	pH dihitung dengan 10 mmol CH_3COOH awal	pakai mol setelah bereaksi dengan NaOH
Perbandingan dibalik	$K_a \times n_g/n_a$	$[H^+] = K_a \times n_a/n_g$
pH penyangga dikira sama dengan pH asam lemahnya	pH penyangga = pH CH_3COOH saja (2,87)	penyangga ≈ pKa (4,74)

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

Titik ekuivalen dikira selalu pH 7	asam lemah + NaOH mencapai ekuivalen pada pH 7	garamnya terhidrolisis, sehingga pH > 7
Garam dari asam/basa kuat dikira terhidrolisis	KNO_3 bersifat asam	KNO_3 netral

BEDAH SOAL PREDIKSI

Ciri penyangga harus diperiksa pada ketiga perlakuan sekaligus. Larutan yang tidak berubah ketika diencerkan belum tentu penyangga.

►. Empat larutan P, Q, R, dan S diuji dengan menambahkan sedikit asam kuat, sedikit basa kuat, dan air dalam jumlah yang sama. pH sebelum dan sesudah penambahan diukur dengan pH meter. Data hasil pengujian sebagai berikut.

Larutan	pH awal	+ sedikit HCl	+ sedikit NaOH	+ air
P	4,75	4,74	4,76	4,75
Q	2,00	1,70	2,30	2,30
R	7,00	3,00	11,00	7,00
S	11,00	10,40	11,30	10,70

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Larutan yang merupakan larutan penyangga adalah ....

A. P
B. Q
C. R
D. S
E. P dan R

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: larutan penyangga mempertahankan pH ketika ditambah sedikit asam, sedikit basa, atau diencerkan.

Langkah. Hanya P yang pH-nya hampir tidak berubah pada ketiga perlakuan (perubahan 0,01). Q dan S berubah cukup besar; R berubah sangat besar saat ditambah asam atau basa.

Analisis opsi:

- A ✓ P.
- B ✗ pH Q berubah 0,3 satuan pada setiap perlakuan.
- C ✗ R tetap pada pengenceran, tetapi berubah besar dengan asam/basa (seperti air atau larutan NaCl). *Jebakan: hanya melihat kolom pengenceran.*
- D ✗ S berubah 0,3–0,6 satuan.
- E ✗ R bukan penyangga.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

1. pH darah manusia dijaga sekitar 7,4 oleh beberapa sistem penyangga. Sistem utama di plasma darah adalah pasangan asam karbonat dan ion hidrogen karbonat: $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$, dengan pKa = 6,1 pada suhu tubuh. Dalam darah orang sehat, perbandingan konsentrasi $[HCO_3^-] : [H_2CO_3]$ sekitar 20 : 1.
(log 2 = 0,3)
pH darah berdasarkan data tersebut adalah ....

A. 4,8
B. 6,1
C. 7,1
D. 7,4
E. 8,1

2. Amonium klorida (NH_4Cl) dipakai sebagai bahan pembersih permukaan logam sebelum disolder. Seorang siswa melarutkan NH_4Cl dalam air sampai konsentrasinya 0,1 M, lalu mengukur pH larutannya. Diketahui Kb $NH_3 = 1 \times 10^{-5}$ dan Kw $= 1 \times 10^{-14}$.
pH larutan NH_4Cl tersebut adalah ....

A. 3
B. 5
C. 7
D. 9
E. 11

3. Sebuah laboratorium ingin membuat beberapa larutan penyangga untuk kalibrasi alat. Teknisi menyiapkan lima campuran berikut, semuanya pada suhu kamar. Asam asetat dan

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

amonia adalah elektrolit lemah, sedangkan HCl dan NaOH elektrolit kuat.
Campuran yang menghasilkan larutan penyangga adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. 50 mL CH_3COOH 0,1 M + 50 mL CH_3COONa 0,1 M
☐ B. 50 mL NH_3 0,1 M + 50 mL NH_4Cl 0,1 M
☐ C. 50 mL HCl 0,1 M + 50 mL NaCl 0,1 M
☐ D. 100 mL CH_3COOH 0,2 M + 50 mL NaOH 0,2 M
☐ E. 50 mL NH_3 0,1 M + 50 mL HCl 0,1 M

Kunci singkat: 1. D 2. B 3. A, B, D

✔ PERIKSA DIRI

- Campuran 100 mL NH_3 0,1 M dengan 50 mL HCl 0,1 M: penyangga atau bukan? Jelaskan dengan tabel reaksi.
- Mengapa pengenceran tidak mengubah pH larutan penyangga?
- Urutkan pH larutan 0,1 M NaCl, NH_4Cl, dan CH_3COONa tanpa menghitung.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.6: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-2.6

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

Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp

KIM-2.7

◎ APA YANG DIUJI

Soal asli 2025 No. 17 (26,2 % benar) mencampur dua larutan dalam pengolahan limbah, lalu menanyakan apakah $CaSO_4$ akan mengendap. Semua pilihannya berbentuk "kesimpulan + karena + perbandingan Q dan Ksp". Jadi kamu harus benar dua kali: hitungannya dan arah perbandingannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menghubungkan kelarutan (s) dengan Ksp untuk berbagai jenis garam;
- memprediksi terbentuk atau tidaknya endapan dengan membandingkan Q dan Ksp, termasuk setelah dua larutan dicampur;
- menjelaskan pengaruh ion senama dan pH terhadap kelarutan;
- menentukan urutan pengendapan pada pemisahan ion.

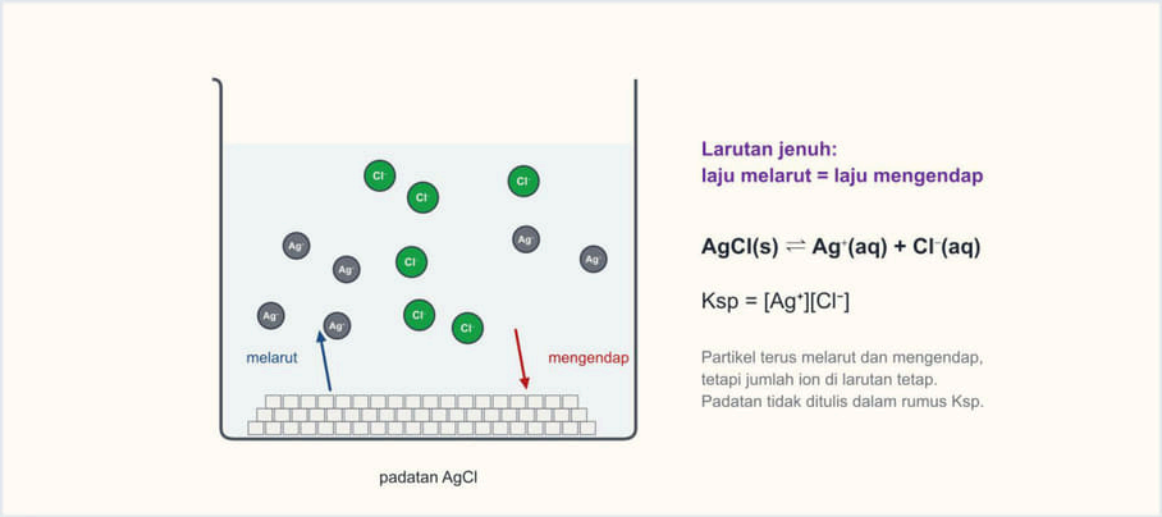
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Garam dapur mudah larut dalam air, tetapi batu kapur, karat, dan batu ginjal hampir tidak larut. Endapan putih yang muncul di dasar ketel adalah garam kalsium yang keluar dari air sadah. Petugas pengolahan limbah justru sengaja membuat ion berbahaya mengendap agar dapat disaring. Sub bab ini menjelaskan apa yang terjadi pada zat yang **sukar larut**, dan bagaimana meramalkan kapan sebuah endapan terbentuk.

1. Larutan jenuh adalah kesetimbangan dinamis

Bila sedikit perak klorida (AgCl) dimasukkan ke dalam air, sebagian kecil kristalnya larut menjadi ion Ag^+ dan Cl^-. Ion-ion yang sudah larut bergerak acak; sebagian bertumbukan dengan permukaan kristal dan menempel kembali. Mula-mula pelarutan lebih cepat daripada pengendapan. Lama-kelamaan, ion di larutan makin banyak sehingga pengendapan makin cepat, sampai akhirnya **laju melarut sama dengan laju mengendap** (Gambar 2.32). Larutan dalam keadaan ini disebut **larutan jenuh**.

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



Gambar 2.32 Pada larutan jenuh, partikel terus melarut dan mengendap dengan laju yang sama, sehingga konsentrasi ion di larutan tetap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Keadaan ini disebut **kesetimbangan dinamis**: di tingkat partikel tetap ada perubahan, tetapi jumlah ion di larutan tidak berubah lagi. Kesetimbangan ini ditulis:

$$\mathrm{AgCl}(s) \rightleftharpoons \mathrm{Ag}^{+}(aq) + \mathrm{Cl}^{-}(aq)$$

2. Tetapan hasil kali kelarutan (Ksp)

Untuk kesetimbangan di atas, hasil kali konsentrasi ion-ion pada larutan jenuh selalu bernilai tetap pada suhu tertentu. Nilai itu disebut **tetapan hasil kali kelarutan**, Ksp:

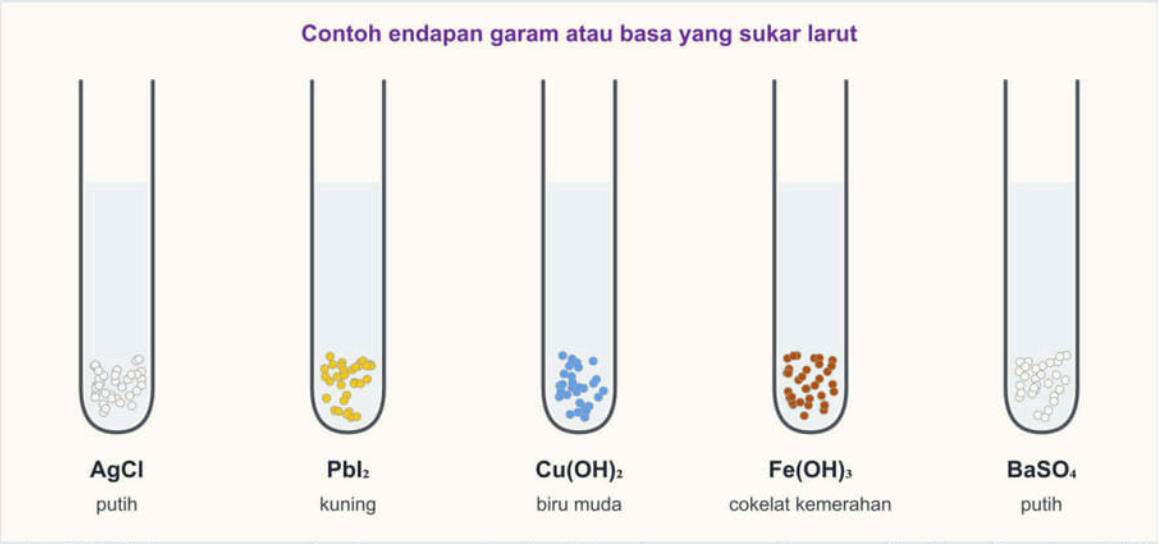
$$K_{sp} = [\mathrm{Ag}^{+}][\mathrm{Cl}^{-}]$$

Padatan tidak dituliskan dalam rumus Ksp, karena banyak atau sedikitnya padatan tidak mengubah konsentrasi ion di larutan jenuh. Bila satu satuan garam menghasilkan lebih dari satu ion sejenis, konsentrasi ion itu dipangkatkan dengan koefisiennya. Contohnya:

- $\mathrm{PbI_2(s)} \rightleftharpoons \mathrm{Pb^{2+} + 2I^{-}} \rightarrow \mathrm{Ksp = [Pb^{2+}][I^{-}]^2}$
- $\mathrm{Ag_2CrO_4(s)} \rightleftharpoons \mathrm{2Ag^{+} + CrO_4^{2-}} \rightarrow \mathrm{Ksp = [Ag^{+}]^2[CrO_4^{2-}]}$
- $\mathrm{Mg(OH)_2(s)} \rightleftharpoons \mathrm{Mg^{2+} + 2OH^{-}} \rightarrow \mathrm{Ksp = [Mg^{2+}][OH^{-}]^2}$

Makin kecil Ksp, makin sukar zat itu larut. Nilai Ksp garam-garam sukar larut biasanya sangat kecil. Pada 25 °C, misalnya, Ksp AgCl sekitar $1{,}8 \times 10^{-10}$ dan Ksp $BaSO_4$ sekitar $1{,}1 \times 10^{-10}$. Artinya, dalam 1 liter air pada suhu kamar hanya sekitar 0,002 gram AgCl yang dapat larut, jauh lebih sedikit daripada garam dapur. Walaupun sangat sedikit, jumlah itu tetap penting: ion logam berat yang berbahaya dapat berada dalam air minum walaupun garamnya tergolong "tidak larut", sehingga kadarnya tetap harus diperiksa. Gambar 2.33 memperlihatkan beberapa endapan yang sering dijumpai di laboratorium; warnanya membantu kimiawan mengenali ion yang ada di dalam sampel.

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



Gambar 2.33 Beberapa garam dan basa yang sukar larut beserta warna endapannya. 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

3. Hubungan kelarutan (s) dengan Ksp

Kelarutan (s) adalah banyaknya mol zat yang dapat larut dalam 1 L larutan jenuh (mol/L). Karena setiap satuan zat yang larut menghasilkan ion dengan perbandingan tertentu, s dan Ksp dapat saling dihitung:

Jenis garam	Contoh	Konsentrasi ion	Ksp
AB	AgCl, $BaSO_4$	[A] = s, [B] = s	s^2
AB_2 atau A_2B	PbI_2, $Mg(OH)_2$, Ag_2CrO_4	s dan 2s	$4s^3$
AB_3 atau A_3B	$Fe(OH)_3$	s dan 3s	$27s^4$

Rumus $4s^3$ datang dari $s \times (2s)^2 = 4s^3$. Perhatikan: kelarutan dua garam hanya boleh dibandingkan langsung dari Ksp-nya bila **jenis rumusnya sama** (misalnya sama-sama AB). Garam AB_2 dengan Ksp lebih kecil bisa saja lebih mudah larut daripada garam AB dengan Ksp lebih besar.

Contoh terselesaikan 1: kelarutan dari Ksp

Soal. Ksp $Ag_2CrO_4 = 1{,}1 \times 10^{-12}$. Hitung kelarutannya dalam mol/L.

Langkah.

1. $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow [Ag^+] = 2s, [CrO_4^{2-}] = s$.
2. $Ksp = (2s)^2 \times s = 4s^3 = 1{,}1 \times 10^{-12}$.
3. $s^3 = 2{,}75 \times 10^{-13} \rightarrow s = \mathbf{6{,}5 \times 10^{-5}\ mol/L}$.

Cek. Masukkan kembali: $4 \times (6{,}5 \times 10^{-5})^3 \approx 1{,}1 \times 10^{-12}$ ✓.

Contoh terselesaikan 2: Ksp dari kelarutan

Soal. Dalam percobaan, kelarutan kalsium fluorida (CaF_2) dalam air adalah $2{,}0 \times 10^{-4}$ mol/L. Tentukan Ksp-nya.

Langkah.

1. $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^- \rightarrow [Ca^{2+}] = 2{,}0 \times 10^{-4}; [F^-] = 4{,}0 \times 10^{-4}$.
2. $Ksp = (2{,}0 \times 10^{-4})(4{,}0 \times 10^{-4})^2 = \mathbf{3{,}2 \times 10^{-11}}$.

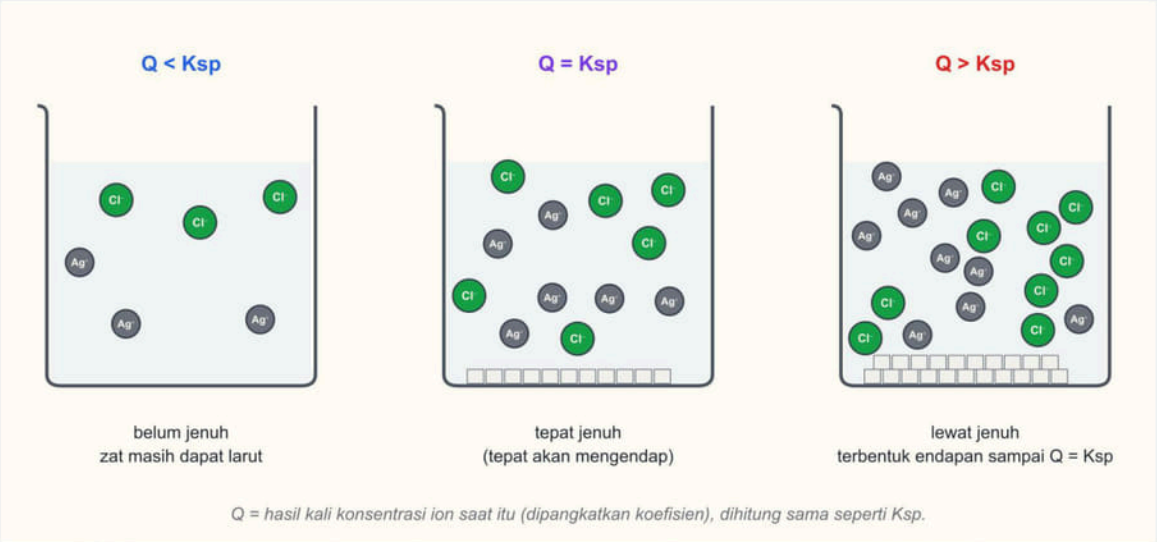
Cek. Sama dengan $4s^3 = 4 \times 8 \times 10^{-12} = 3{,}2 \times 10^{-11}$ ✓.

4. Meramalkan pengendapan: Q dibandingkan Ksp

Ksp hanya berlaku untuk larutan jenuh. Untuk larutan sembarang, hasil kali konsentrasi ion saat itu (dihitung dengan rumus yang sama) disebut **Q** (hasil kali ion). Membandingkan Q dengan Ksp memberi tahu keadaan larutan (Gambar 2.34):

1. **Q lebih kecil daripada Ksp**: larutan belum jenuh; tidak ada endapan, dan zat masih dapat larut.
2. **Q sama dengan Ksp**: larutan tepat jenuh; endapan tepat akan terbentuk.
3. **Q lebih besar daripada Ksp**: larutan lewat jenuh; sebagian ion bergabung menjadi endapan sampai Q turun dan sama dengan Ksp.

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



Gambar 2.34 Larutan belum jenuh, tepat jenuh, dan lewat jenuh. Endapan terbentuk bila hasil kali ion melampaui Ksp. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Ketika dua larutan dicampur, volume totalnya bertambah, sehingga konsentrasi setiap ion turun. Karena itu, **hitung dulu konsentrasi setiap ion dalam volume campuran**, baru hitung Q. Melupakan langkah ini adalah kesalahan paling umum.

Contoh terselesaikan 3: apakah terbentuk endapan?

Soal. Sebanyak 50 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 0,02 M dicampur dengan 50 mL larutan NaCl 0,2 M. Apakah $PbCl_2$ mengendap? (Ksp $PbCl_2 = 1{,}7 \times 10^{-5}$)

Langkah.

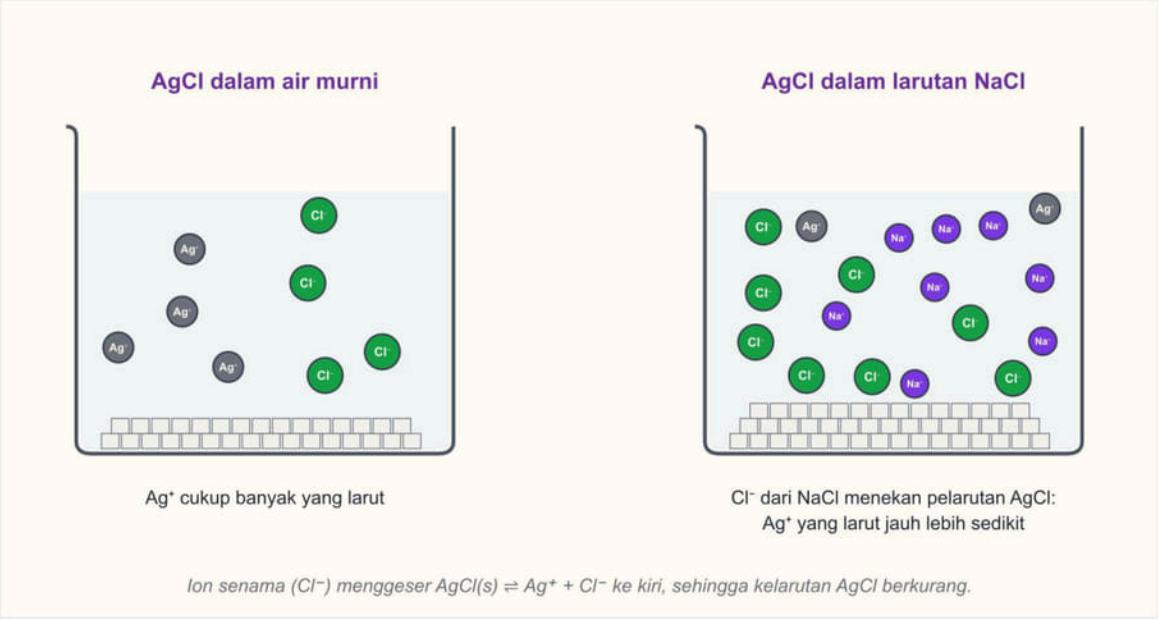
1. Volume total = 100 mL. $[Pb^{2+}] = 0{,}02 \times 50 \div 100 = 0{,}01$ M; $[Cl^-] = 0{,}2 \times 50 \div 100 = 0{,}1$ M.
2. $Q = [Pb^{2+}][Cl^-]^2 = 0{,}01 \times (0{,}1)^2 = 1 \times 10^{-4}$.
3. Q (1×10^{-4}) lebih besar daripada Ksp ($1{,}7 \times 10^{-5}$) → **terbentuk endapan $PbCl_2$.**

Cek. Bila konsentrasi awal dipakai tanpa memperhitungkan volume campuran, Q menjadi 8×10^{-4}; kesimpulannya kebetulan sama, tetapi pada soal lain kesalahan ini dapat membalik jawaban.

5. Pengaruh ion senama dan pH

Bila AgCl dimasukkan ke dalam larutan yang sudah mengandung Cl^- (misalnya larutan NaCl), kelarutannya turun jauh (Gambar 2.35). Ion Cl^- yang sudah ada disebut **ion senama**. Menurut asas Le Chatelier (sub bab 3.3), penambahan Cl^- menggeser kesetimbangan $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ ke kiri, sehingga lebih sedikit AgCl yang dapat larut.

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



Gambar 2.35 AgCl lebih sedikit larut dalam larutan NaCl daripada dalam air murni, karena ion Cl^- dari NaCl menekan pelarutan AgCl. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

pH juga memengaruhi kelarutan senyawa hidroksida. $Mg(OH)_2$ sukar larut dalam air, tetapi mudah larut dalam asam, karena H^+ dari asam mengikat OH^- menjadi air sehingga kesetimbangan bergeser ke kanan. Itulah sebabnya obat maag yang berisi $Mg(OH)_2$ "larut" di lambung yang asam. Sebaliknya, dalam larutan basa, kelarutan $Mg(OH)_2$ makin kecil.

Contoh terselesaikan 4: kelarutan dengan ion senama

Soal. Ksp AgCl = $1{,}8 \times 10^{-10}$. Bandingkan kelarutan AgCl dalam air murni dan dalam larutan NaCl 0,1 M.

Langkah.

1. Dalam air: $s^2 = 1{,}8 \times 10^{-10} \rightarrow s = 1{,}3 \times 10^{-5}$ mol/L.
2. Dalam NaCl 0,1 M: $[Cl^-] \approx 0{,}1$ (sumbangan AgCl sangat kecil). $s \times 0{,}1 = 1{,}8 \times 10^{-10} \rightarrow s = \mathbf{1{,}8 \times 10^{-9}\ mol/L}$.
3. Kelarutan turun sekitar 7.000 kali.

Cek. Arah hasilnya sesuai asas Le Chatelier: ion senama mengurangi kelarutan.

Contoh terselesaikan 5: pH saat endapan mulai terbentuk

Soal. Sebuah larutan mengandung Mg^{2+} 0,1 M. Larutan itu ditetesi NaOH sedikit demi sedikit. Pada pH berapa $Mg(OH)_2$ mulai mengendap? (Ksp $Mg(OH)_2$ dibulatkan 1×10^{-11})

Langkah.

1. Endapan mulai terbentuk saat Q = Ksp: $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1 \times 10^{-11}$.
2. $[OH^-]^2 = 10^{-11} \div 0{,}1 = 10^{-10} \rightarrow [OH^-] = 10^{-5}$ M.
3. pOH = 5 → pH = **9**.

Cek. Di bawah pH 9, Mg^{2+} tetap larut; di atasnya, $Mg(OH)_2$ mengendap. Cara ini dipakai untuk memisahkan ion logam dengan mengatur pH.

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

6. Pengendapan bertahap untuk memisahkan ion

Bila suatu larutan mengandung beberapa ion yang sama-sama dapat diendapkan oleh satu pereaksi, ion-ion itu tidak mengendap bersamaan. Ion yang **lebih dulu** mencapai Q = Ksp akan mengendap lebih dulu. Contohnya, larutan berisi ion Cl^- dan ion CrO_4^{2-} ditetesi larutan Ag^+. Untuk setiap ion, hitung konsentrasi Ag^+ minimum yang diperlukan agar endapannya mulai terbentuk, yaitu $[Ag^+] = Ksp \div [Cl^-]$ untuk AgCl dan $[Ag^+] = \sqrt{(Ksp \div [CrO_4^{2-}])}$ untuk Ag_2CrO_4. Endapan yang memerlukan $[Ag^+]$ paling kecil akan muncul pertama. Dengan cara ini, laboratorium dapat memisahkan ion satu per satu: endapan pertama disaring, lalu pereaksi ditambahkan lagi untuk mengendapkan ion berikutnya. Pengaturan pH bekerja dengan prinsip yang sama untuk ion-ion logam yang hidroksidanya berbeda Ksp: ion yang hidroksidanya paling sukar larut mengendap pada pH paling rendah.

Pengaruh suhu. Nilai Ksp bergantung pada suhu. Untuk sebagian besar garam, pelarutan menyerap panas, sehingga kelarutannya bertambah bila suhu dinaikkan; itulah sebabnya data Ksp selalu disertai suhu pengukurannya, biasanya 25 °C. Namun, ada garam yang kelarutannya justru turun saat dipanaskan, misalnya kalsium karbonat dan kalsium sulfat. Sifat inilah yang membuat kerak lebih cepat terbentuk di bagian ketel dan pemanas air yang paling panas.

7. Kelarutan dalam kehidupan sehari-hari

- **Air sadah** mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}. Saat dipanaskan, terbentuk endapan $CaCO_3$ yang sukar larut, yaitu kerak putih di dasar ketel dan pipa.
- **Batu ginjal** sebagian besar berupa kalsium oksalat yang sukar larut; batu terbentuk bila hasil kali ion Ca^{2+} dan oksalat dalam urine melampaui Ksp-nya. Minum cukup air menurunkan konsentrasi ion sehingga Q tetap di bawah Ksp.
- **Pengolahan limbah** memakai pengendapan untuk membuang ion logam berat: pH dinaikkan agar ion logam mengendap sebagai hidroksida, atau ditambahkan ion yang membentuk garam sukar larut, lalu endapannya disaring.
- **Foto rontgen saluran cerna** memakai $BaSO_4$. Ion Ba^{2+} beracun, tetapi $BaSO_4$ sangat sukar larut, sehingga hampir tidak ada Ba^{2+} yang terserap tubuh.

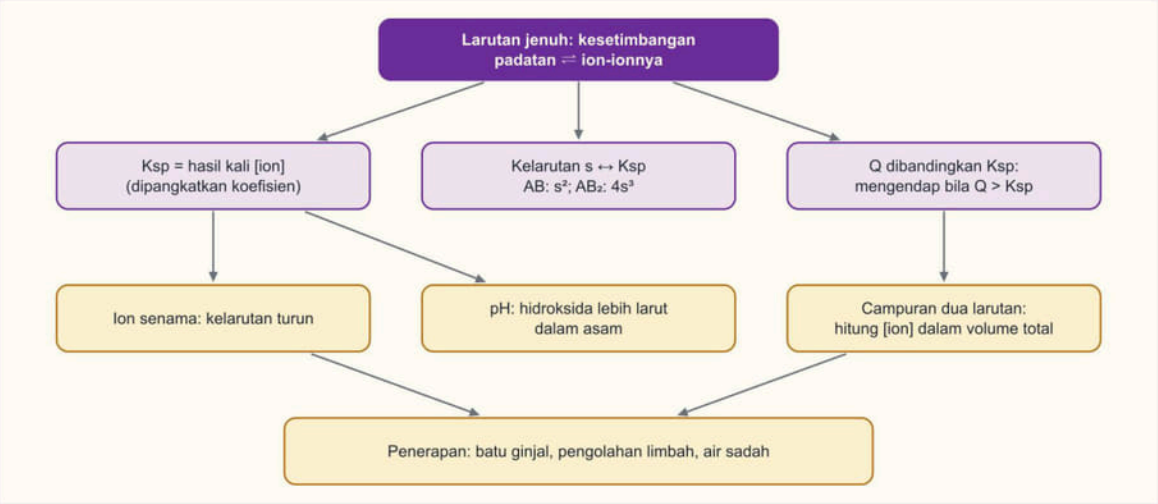
Ringkasan

- Larutan jenuh: laju melarut = laju mengendap (kesetimbangan dinamis).
- Ksp = hasil kali konsentrasi ion pada larutan jenuh, dipangkatkan koefisiennya; padatan tidak ditulis.
- $s \leftrightarrow Ksp$: $AB \rightarrow s^2$; AB_2 atau $A_2B \rightarrow 4s^3$. Bandingkan kelarutan dari Ksp hanya untuk garam sejenis rumus.
- Endapan terbentuk bila Q lebih besar daripada Ksp; hitung konsentrasi ion dalam volume campuran.
- Ion senama menurunkan kelarutan; hidroksida lebih mudah larut dalam asam.

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

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.36 menghubungkan kesetimbangan kelarutan, Ksp, dan penerapannya.



Gambar 2.36 Peta konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Tulis reaksi pelarutannya, lalu rumus Ksp dengan **pangkat** yang benar.
2. Bila ada pencampuran, hitung konsentrasi setiap ion **setelah dicampur**.
3. Hitung Q, bandingkan dengan Ksp, lalu tentukan kesimpulannya.
4. Pada pilihan berbentuk "kesimpulan karena perbandingan", periksa bahwa **kesimpulan dan perbandingan sama-sama benar dan saling cocok**.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Pengenceran saat dicampur dilupakan	$[Ca^{2+}]$ tetap 0,01 M setelah dicampur 1 : 1	menjadi 0,005 M
Arah perbandingan terbalik	"mengendap karena Ksp > Q"	mengendap bila Q > Ksp
Pangkat dilupakan	Q $CaF_2 = [Ca^{2+}][F^-]$	$Q = [Ca^{2+}][F^-]^2$
Membandingkan Ksp garam berbeda jenis	"Ksp lebih besar berarti lebih mudah larut", untuk AgCl vs Ag_2CrO_4	ubah ke s dulu
Ksp besar dikira mengendap dulu	"$CaSO_4$ mengendap dulu karena Ksp-nya besar"	yang mengendap dulu memerlukan $[SO_4^{2-}]$ terkecil
Akar terlupa	$[OH^-] = Ksp \div [Mg^{2+}]$	$[OH^-]^2 = Ksp \div [Mg^{2+}]$

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

BEDAH SOAL ASLI

Hitung konsentrasi setelah dicampur (volume total 200 mL), lalu Q = $(5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-2}) = 5 \times 10^{-5}$, yang lebih besar dari $2{,}4 \times 10^{-6}$. Pilihan D licin: kesimpulannya benar ("terbentuk endapan"), tetapi alasannya terbalik ("Ksp lebih besar dari Q").

►. Dalam upaya mempelajari proses pengolahan limbah rumah tangga, Anisa dan Kristin melakukan simulasi sederhana di laboratorium. Mereka mencampurkan 100 mL $CaBr_2$ 0,01 M dengan 100 mL Na_2SO_4 0,02 M. Ion Ca^{2+} dan SO_4^{2-} dapat membentuk endapan $CaSO_4$ yang sukar larut sehingga dimanfaatkan untuk memisahkan ion sulfat dari air limbah rumah tangga.

Berdasarkan informasi tersebut, manakah pernyataan yang tepat mengenai kemungkinan terbentuknya endapan $CaSO_4$ pada percobaan tersebut? (Diketahui K_{sp} $CaSO_4 = 2{,}4 \times 10^{-6}$)

A. Terbentuk endapan $CaSO_4$ karena K_{sp} lebih kecil dari harga Q.
B. Garam $CaSO_4$ akan terus larut karena K_{sp} lebih besar dari harga Q.
C. Larutan $CaSO_4$ tepat jenuh karena K_{sp} sama dengan harga Q.
D. Terbentuk endapan $CaSO_4$ karena K_{sp} lebih besar dari harga Q.
E. Garam $CaSO_4$ akan larut karena harga Q lebih besar dari K_{sp}.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 26,2 %

Pembahasan Kunci: A

Konsep: bandingkan hasil kali ion Q dengan K_{sp}: Q < K_{sp} → belum jenuh (larut); Q = K_{sp} → tepat jenuh; Q > K_{sp} → **mengendap**.

Langkah 1 – Konsentrasi setelah pencampuran (volume total 200 mL).
- $[Ca^{2+}] = (0{,}01 \times 100) \div 200 = \mathbf{5 \times 10^{-3}\ M}$.
- $[SO_4^{2-}] = (0{,}02 \times 100) \div 200 = \mathbf{1 \times 10^{-2}\ M}$.

Langkah 2 – Harga Q. $Q = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = (5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-2}) = \mathbf{5 \times 10^{-5}}$.

Langkah 3 – Bandingkan. $5 \times 10^{-5} > 2{,}4 \times 10^{-6}$ → Q > K_{sp} (atau K_{sp} < Q) → **terbentuk endapan**.

Cek ulang: tanpa memperhitungkan pengenceran, $Q = 2 \times 10^{-4}$, tetap > K_{sp}; kesimpulan sama, tetapi cara yang benar tetap memakai konsentrasi setelah dicampur.

Analisis opsi:
- A ✓ K_{sp} < Q → mengendap.
- B ✗ K_{sp} tidak lebih besar dari Q.
- C ✗ Q ≠ K_{sp}.
- D ✗ bila K_{sp} > Q, justru tidak mengendap (alasan bertentangan dengan kesimpulan).
- E ✗ Q > K_{sp} berarti mengendap, bukan larut.

Jawaban: A.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Membandingkan Q dengan Ksp adalah inti soal pengendapan, sama seperti soal asli No. 17. Q dihitung dari hasil kali konsentrasi ion, bukan dari konsentrasi satu ion saja.

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

►. Batu ginjal sebagian besar tersusun dari kalsium oksalat (CaC_2O_4) yang sukar larut. Dalam sampel urine seorang pasien, konsentrasi ion Ca^{2+} = $2{,}5 \times 10^{-3}$ M dan ion oksalat ($C_2O_4^{2-}$) = $2{,}0 \times 10^{-6}$ M. Ksp CaC_2O_4 pada suhu tubuh dianggap $2{,}3 \times 10^{-9}$.
Data disederhanakan untuk latihan soal.
Pernyataan yang tepat tentang kemungkinan terbentuknya endapan kalsium oksalat adalah ....

A. Tidak terbentuk endapan karena Q lebih kecil daripada Ksp.
B. Tidak terbentuk endapan karena konsentrasi oksalat lebih kecil daripada Ksp.
C. Larutan tepat jenuh karena Q sama dengan Ksp.
D. Terbentuk endapan karena konsentrasi Ca^{2+} lebih besar daripada Ksp.
E. Terbentuk endapan karena Q = $5{,}0 \times 10^{-9}$ lebih besar daripada Ksp.

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: bandingkan hasil kali ion Q dengan Ksp. Q lebih besar daripada Ksp → mengendap; Q sama dengan Ksp → tepat jenuh; Q lebih kecil → tidak mengendap.

Langkah. Q = $[Ca^{2+}][C_2O_4^{2-}]$ = $2{,}5 \times 10^{-3} \times 2{,}0 \times 10^{-6} = 5{,}0 \times 10^{-9}$, lebih besar daripada $2{,}3 \times 10^{-9}$ → endapan terbentuk.

Analisis opsi:
• A ✗ Q lebih besar daripada Ksp.
• B ✗ Yang dibandingkan dengan Ksp adalah Q, bukan konsentrasi satu ion. *Jebakan: membandingkan satu konsentrasi dengan Ksp.*
• C ✗ Q tidak sama dengan Ksp.
• D ✗ Kesimpulan benar, tetapi alasannya salah.
• E ✓ Q lebih besar daripada Ksp.

Jawaban: E.

NEXT LEVEL STUDY

✎ LATIHAN

1. Sebuah larutan mengandung ion Cl^-, Br^-, dan I^- masing-masing 0,01 M. Ke dalam larutan itu diteteskan larutan $AgNO_3$ sedikit demi sedikit sambil diaduk (perubahan volume diabaikan). Tabel berikut memuat Ksp ketiga garam perak pada 25 °C (nilai baku).

Garam	Ksp
AgCl	$1{,}8 \times 10^{-10}$
AgBr	$5{,}0 \times 10^{-13}$
AgI	$8{,}3 \times 10^{-17}$

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

Endapan yang terbentuk paling awal adalah ....

A. AgCl
B. AgBr
C. AgI
D. ketiganya bersamaan
E. tidak ada yang mengendap

2. Timbal(II) iodida (PbI_2) adalah padatan kuning yang sukar larut dalam air. Di laboratorium, senyawa ini terbentuk sebagai "hujan emas" ketika larutan $Pb(NO_3)_2$ dicampur dengan larutan KI lalu didinginkan perlahan. Pada suhu tertentu, Ksp $PbI_2 = 4 \times 10^{-9}$.
(Mr $PbI_2 = 461$)
Kelarutan PbI_2 dalam air murni pada suhu tersebut adalah ....

A. 0,001 g/L
B. 0,029 g/L
C. 0,46 g/L
D. 0,58 g/L
E. 0,73 g/L

3. Suspensi magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$) dijual sebagai obat sakit maag yang dikenal dengan nama "susu magnesia". Padatan $Mg(OH)_2$ sukar larut dan membentuk kesetimbangan dengan ion-ionnya: $Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$. Seorang siswa menuliskan beberapa pernyataan tentang kelarutan zat ini.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kelarutan $Mg(OH)_2$ bertambah dalam larutan asam karena ion OH^- bereaksi dengan H^+.	○	○
Penambahan larutan NaOH ke dalam suspensi menaikkan kelarutan $Mg(OH)_2$.	○	○
Pada suhu tetap, nilai Ksp $Mg(OH)_2$ tidak berubah walaupun ke dalam suspensi ditambahkan $MgCl_2$.	○	○

Kunci singkat: 1. C 2. C 3. 1B 2S 3B

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

✔ PERIKSA DIRI

- Tuliskan rumus Ksp dan hubungan s–Ksp untuk Ag_2CrO_4.
- Dua larutan berkonsentrasi 0,02 M dicampur dengan volume sama. Berapa konsentrasi setiap ion setelah dicampur?
- Mengapa garam dengan Ksp lebih kecil belum tentu lebih sukar larut?



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.7: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-2.7

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

Sub bab 2.8 · Sistem koloid

KIM-2.8

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi menyebut **koloid** secara langsung di elemen Kimia Analitik, walaupun soal asli 2025 tidak memuat soal koloid. Koloid ada di mana-mana: susu, santan, mayones, kabut, asap, cat, dan darah. Soal tentang koloid biasanya meminta kamu **menafsirkan pengamatan atau peristiwa sehari-hari** dengan sifat koloid: mengapa berkas cahaya terlihat, mengapa air keruh menjadi jernih dengan tawas, atau mengapa delta terbentuk di muara sungai. Karena itu, jenis, sifat, dan cara membuat koloid dijelaskan lengkap di sini.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan larutan sejati, koloid, dan suspensi dari data pengamatan;
- menentukan jenis koloid dari fase terdispersi dan medium pendispersinya;
- menjelaskan fenomena sehari-hari dan industri dengan sifat koloid (efek Tyndall, gerak Brown, adsorpsi, muatan, koagulasi, dialisis);
- membedakan koloid liofil dan liofob, menjelaskan kerja emulgator, dan cara pembuatan koloid.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Susu tampak seperti cairan yang seragam, tetapi bila disorot senter di ruang gelap, berkas cahayanya terlihat jelas di dalam susu, sesuatu yang tidak terjadi pada air gula. Susu bukan larutan, melainkan **koloid**: campuran yang berada "di antara" larutan dan suspensi.

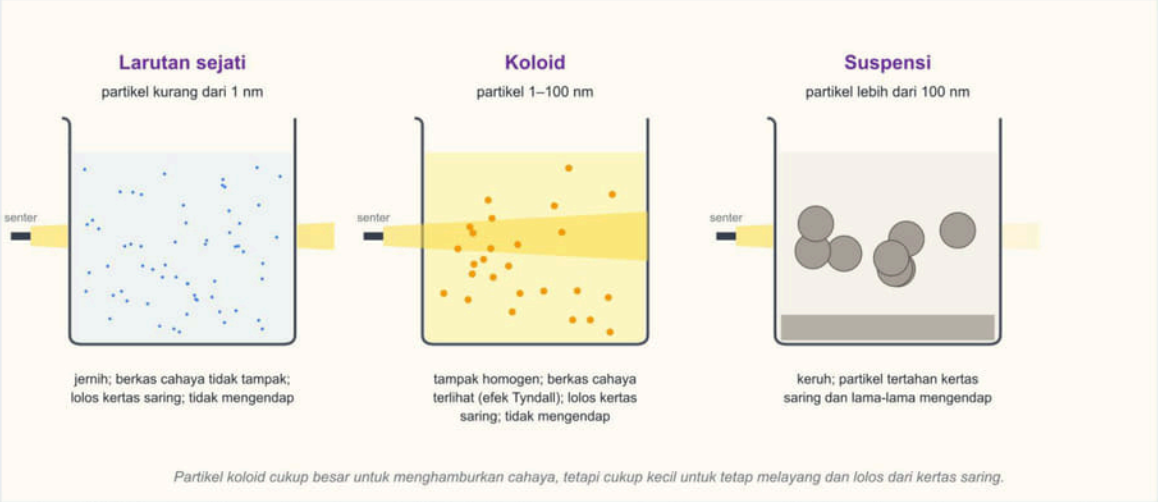
1. Larutan, koloid, dan suspensi

Ketiga jenis campuran dibedakan oleh **ukuran partikel yang tersebar** di dalamnya (Gambar 2.37).

Pengamatan	Larutan sejati	Koloid	Suspensi
Ukuran partikel	kurang dari 1 nm	1–100 nm	lebih dari 100 nm
Tampak	jernih	tampak homogen, dapat keruh	keruh, tampak tidak seragam
Berkas cahaya	tidak tampak	tampak (efek Tyndall)	tampak samar atau terhalang
Disaring dengan kertas saring	lolos	lolos	tertahan
Didiamkan	tidak memisah	tidak memisah	mengendap

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

Contoh	larutan gula, garam	susu, santan, kabut	air sungai berlumpur, campuran pasir–air



Gambar 2.37 Perbandingan larutan sejati, koloid, dan suspensi: ukuran partikel, berkas cahaya, dan perilakunya bila disaring atau didiamkan. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Partikel koloid berukuran 1–100 nanometer (1 nm = sepersejuta milimeter). Ukuran ini cukup besar untuk menghamburkan cahaya, tetapi cukup kecil sehingga partikel tetap melayang dan dapat melewati pori kertas saring. Karena itu, kertas saring tidak dapat membedakan larutan dari koloid; yang dapat membedakannya adalah berkas cahaya.

2. Delapan jenis koloid

Setiap koloid tersusun atas **fase terdispersi** (zat yang tersebar, dalam jumlah sedikit) dan **medium pendispersi** (zat tempat tersebarnya, dalam jumlah banyak). Masing-masing dapat berupa padat, cair, atau gas. Kombinasinya menghasilkan delapan jenis koloid; gas dalam gas tidak membentuk koloid karena gas selalu bercampur sempurna menjadi larutan.

Fase terdispersi	Medium pendispersi	Nama koloid	Contoh
padat	gas	aerosol padat	asap, debu di udara
cair	gas	aerosol cair	kabut, awan, semprotan obat nyamuk
padat	cair	sol	cat, tinta, sol emas, darah (sel dalam plasma)
cair	cair	emulsi	susu, santan, mayones, minyak ikan dalam air
gas	cair	buih	busa sabun, buih bir, krim kocok
padat	padat	sol padat	kaca berwarna, paduan logam tertentu
cair	padat	emulsi padat (gel)	agar-agar, mentega, keju, jeli
gas	padat	buih padat	batu apung, roti, karet busa, styrofoam

Nama-nama ini bukan sekadar hafalan: dengan memahami bahwa nama koloid mengikuti wujud kedua komponennya, kamu dapat menentukan jenis koloid benda apa pun dengan bertanya,

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

"apa yang tersebar, dan tersebar di dalam apa?"

Contoh terselesaikan 1: menentukan jenis koloid

Soal. Tentukan jenis koloid buih sabun, mayones, asap pembakaran sampah, dan agar-agar.

Langkah.

1. Buih sabun: gelembung **gas** tersebar dalam **cairan** sabun → **buih**.
2. Mayones: tetes **minyak** (cair) tersebar dalam **air dan cuka** (cair), distabilkan kuning telur → **emulsi**.
3. Asap: partikel **padat** (jelaga) tersebar dalam **udara** (gas) → **aerosol padat**.
4. Agar-agar: **air** (cair) terperangkap dalam jaringan **padat** serat agar → **emulsi padat** atau **gel**.

Cek. Selalu tentukan dua wujud: yang tersebar (sedikit) dan tempatnya (banyak).

3. Sifat-sifat koloid

1. **Efek Tyndall.** Partikel koloid menghamburkan cahaya ke segala arah, sehingga berkas cahaya yang melewati koloid tampak jelas (Gambar 2.38). Contohnya: sorot lampu kendaraan dalam kabut, berkas sinar matahari di hutan berkabut atau di ruangan berdebu, dan langit yang tampak biru karena partikel udara menghamburkan cahaya biru lebih banyak.
2. **Gerak Brown.** Bila dilihat dengan mikroskop ultra, partikel koloid bergerak zig-zag tanpa henti. Gerak ini terjadi karena partikel koloid terus ditumbuk molekul-molekul medium dari segala arah dengan kekuatan yang tidak sama. Gerak Brown membantu partikel koloid tetap melayang dan tidak mengendap.
3. **Adsorpsi.** Permukaan partikel koloid sangat luas dibandingkan volumenya, sehingga dapat menyerap (menempelkan) ion, molekul, atau zat warna pada permukaannya. Contohnya: arang aktif (norit) menyerap racun dalam saluran cerna dan zat warna pada pemutihan gula tebu, serta tawas yang menyerap kotoran dalam penjernihan air.
4. **Muatan koloid.** Karena menyerap ion tertentu pada permukaannya, partikel koloid menjadi bermuatan. Partikel yang muatannya sama saling tolak, sehingga koloid stabil dan tidak menggumpal. Muatan ini dapat dibuktikan dengan **elektroforesis**: bila dua elektroda dicelupkan ke koloid dan dialiri listrik, partikel koloid bergerak ke elektroda yang muatannya berlawanan (Gambar 2.39). Prinsip ini dipakai dalam **pengendap Cottrell** di cerobong pabrik: partikel debu dan asap dimuati listrik, lalu ditarik ke dinding sehingga gas yang keluar lebih bersih.
5. **Koagulasi.** Bila muatan partikel koloid dinetralkan, partikel tidak lagi saling tolak, melainkan bergabung menjadi gumpalan besar yang mengendap. Koagulasi dapat terjadi karena penambahan elektrolit, pemanasan, atau pencampuran dengan koloid lain yang muatannya berlawanan. Contohnya: **lateks** (getah karet) digumpalkan dengan asam formiat; **tahu** dibuat dengan menggumpalkan protein sari kedelai memakai batu tahu atau cuka; dan **delta** terbentuk ketika koloid tanah liat dari sungai bertemu ion-ion garam di air laut lalu menggumpal di muara. Ion yang muatannya berlawanan dan bermuatan **lebih besar**

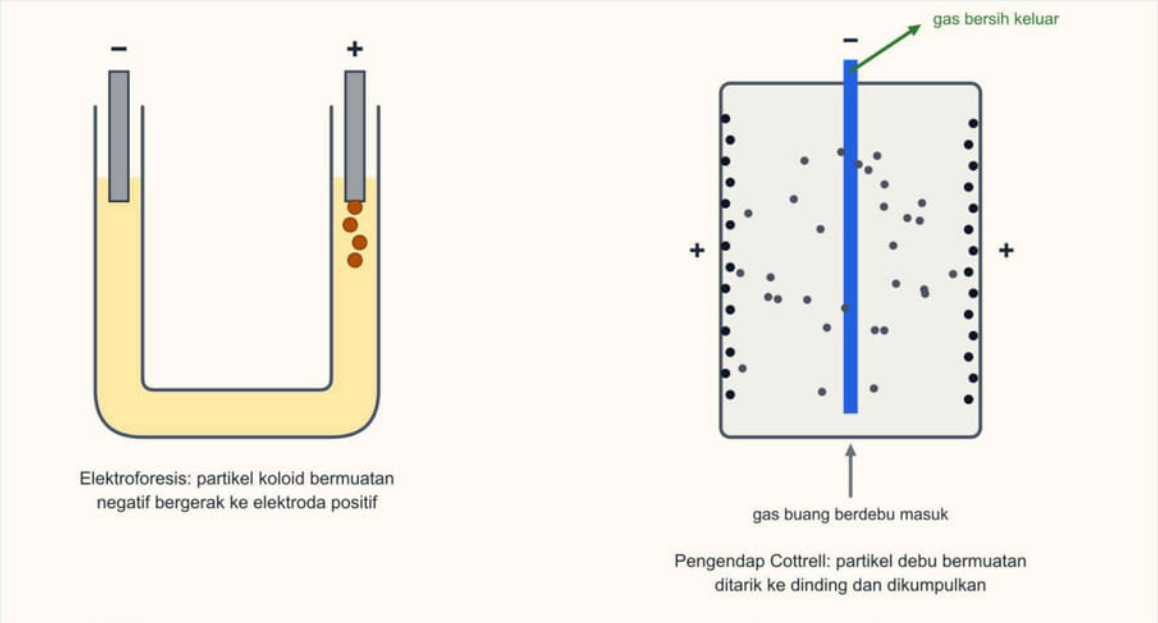
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

(misalnya Al^{3+} dibandingkan Na^{+}) lebih efektif menggumpalkan koloid.

6. **Dialisis.** Ion-ion pengganggu dalam koloid dapat dipisahkan dengan membran semipermeabel: ion kecil dapat menembus membran, sedangkan partikel koloid tertahan. Mesin **cuci darah** (hemodialisis) memakai prinsip ini untuk membuang urea dan ion berlebih dari darah pasien gagal ginjal, sementara protein dan sel darah tetap tertahan.



Gambar 2.38 Efek Tyndall: berkas cahaya tampak di hutan berkabut dan di depan lampu kendaraan saat berkabut. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.



Gambar 2.39 Partikel koloid bermuatan bergerak dalam medan listrik. Pengendap Cottrell memakai prinsip ini untuk menangkap debu dari gas buang pabrik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 2: penjernihan air dengan tawas

Soal. Air sungai yang keruh dicampur tawas (aluminium sulfat), diaduk, lalu didiamkan. Air menjadi jernih dan lumpur mengendap. Jelaskan dengan sifat koloid.

Langkah.

1. Kekeruhan air disebabkan koloid tanah liat yang partikelnya bermuatan negatif; partikel-partikel itu saling tolak sehingga tetap melayang.
2. Tawas melepas ion Al^{3+} yang bermuatan positif besar. Ion ini menetralkan muatan partikel tanah liat → **koagulasi**.
3. Tawas juga membentuk $Al(OH)_3$ yang berupa koloid berpermukaan luas dan **mengadsorpsi** kotoran.
4. Gumpalan menjadi besar dan berat, lalu mengendap; air di atasnya jernih.

Cek. Garam dapur (Na^+) jauh kurang efektif, karena muatannya hanya +1.

4. Koloid liofil dan liofob

Koloid yang medium pendispersinya cair dapat dibedakan menurut sikap partikelnya terhadap cairan itu.

- **Koloid liofil** (suka cairan): partikelnya menarik molekul medium dan terbungkus olehnya, sehingga sangat stabil. Contohnya: gelatin, agar-agar, kanji, protein, dan sabun dalam air. Koloid ini dapat dibuat kembali dengan mudah setelah dikeringkan (misalnya agar-agar bubuk dilarutkan lagi dalam air panas) dan sukar digumpalkan.
- **Koloid liofob** (takut cairan): partikelnya tidak menarik medium; kestabilannya hanya bergantung pada muatan listrik. Contohnya: sol logam (sol emas), sol belerang, sol $Fe(OH)_3$, dan sol As_2S_3. Koloid ini mudah digumpalkan dengan sedikit elektrolit.

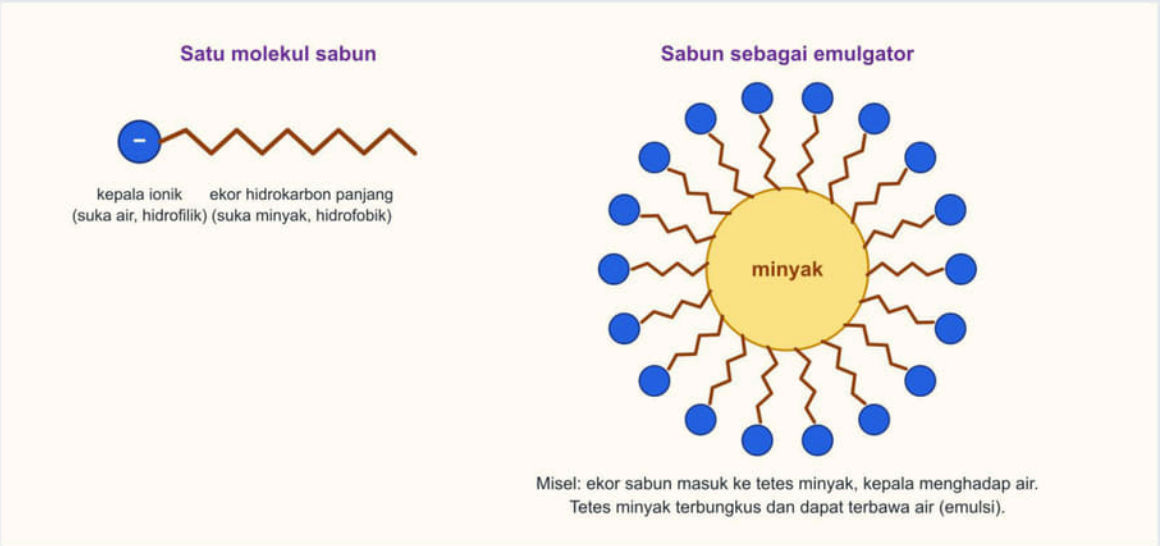
Bila mediumnya air, istilahnya menjadi **hidrofil** dan **hidrofob**. Koloid liofil sering ditambahkan untuk melindungi koloid liofob agar tidak menggumpal; koloid pelindung seperti ini dipakai pada es krim (gelatin mencegah kristal es membesar) dan pada tinta.

5. Emulsi dan emulgator

Minyak dan air tidak bercampur. Bila dikocok, minyak pecah menjadi tetes kecil, tetapi sebentar kemudian tetes-tetes itu bergabung kembali dan memisah. Agar emulsi stabil, diperlukan **emulgator** (zat pengemulsi), yaitu zat yang molekulnya memiliki dua ujung berbeda: ujung yang suka air dan ujung yang suka minyak.

Sabun adalah emulgator yang paling dikenal (Gambar 2.40). Molekul sabun memiliki kepala ionik yang larut dalam air dan ekor hidrokarbon panjang yang larut dalam minyak. Ekor-ekor sabun masuk ke tetes minyak, sedangkan kepalanya menghadap air, sehingga tetes minyak terbungkus membentuk **misel**. Karena permukaannya bermuatan sama, misel-misel saling tolak dan tidak bergabung kembali; kotoran berminyak pun dapat terbawa air bilasan. Kuning telur bekerja dengan cara serupa pada mayones, dan kasein (protein susu) menstabilkan tetes lemak dalam susu.

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



Gambar 2.40 Molekul sabun memiliki kepala yang suka air dan ekor yang suka minyak. Molekul-molekul sabun membungkus tetes minyak membentuk misel. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

6. Membuat koloid

Karena ukuran partikel koloid berada di antara partikel larutan dan partikel suspensi, koloid dapat dibuat dari dua arah (Gambar 2.41):

1. **Kondensasi**: partikel kecil (ion atau molekul) digabungkan menjadi partikel koloid. Caranya antara lain reaksi redoks (pembuatan sol belerang dari H_2S dan SO_2), hidrolisis (larutan $FeCl_3$ diteteskan ke air mendidih membentuk sol $Fe(OH)_3$ berwarna merah cokelat), dekomposisi rangkap (sol As_2S_3), dan penggantian pelarut (larutan belerang dalam alkohol dituangkan ke air).
2. **Dispersi**: partikel besar dipecah menjadi partikel koloid. Caranya antara lain cara mekanik (digiling halus, seperti pada pembuatan cat dan tinta), peptisasi (gumpalan dipecah dengan bantuan zat pemecah, misalnya endapan $Al(OH)_3$ dengan sedikit $AlCl_3$, atau agar-agar dengan air), dan busur Bredig (logam diuapkan dengan loncatan listrik lalu mengembun dalam air menjadi sol logam).



Gambar 2.41 Koloid dibuat dengan menggabungkan partikel kecil (kondensasi) atau memecah partikel besar (dispersi). Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 3: mengelompokkan campuran dari pengamatan

Soal. Enam campuran diuji. P: jernih, berkas cahaya tidak tampak, lolos saringan. Q: putih keruh, berkas tampak, lolos saringan, tidak mengendap. R: keruh, ada endapan setelah didiamkan, tertahan saringan. S: jernih, berkas cahaya tampak, lolos saringan. T: kuning jernih, berkas tidak tampak. U: berlumpur, tertahan saringan. Kelompokkan.

Langkah.

1. Berkas cahaya tidak tampak dan jernih → **larutan sejati**: P dan T.
2. Berkas tampak, lolos saringan, tidak mengendap → **koloid**: Q dan S (S tampak jernih, tetapi berkas cahaya membuktikan ia koloid).
3. Tertahan saringan dan/atau mengendap → **suspensi**: R dan U.

Cek. Kejernihan saja tidak cukup; uji berkas cahaya adalah pembeda utama larutan dan koloid.

Contoh terselesaikan 4: membuat tahu

Soal. Sari kedelai dipanaskan, lalu ditambah larutan batu tahu (garam kalsium) atau cuka. Sari kedelai menggumpal dan gumpalannya dipres menjadi tahu. Jelaskan peristiwa ini.

Langkah.

1. Sari kedelai adalah koloid protein dalam air; partikel proteinnya bermuatan sehingga saling tolak dan tetap tersebar.
2. Ion Ca^{2+} dari batu tahu atau H^+ dari cuka menetralkan muatan partikel protein; pemanasan membantu proses ini.
3. Partikel protein bergabung membentuk gumpalan besar → **koagulasi**. Gumpalan disaring dan dipres menjadi tahu.

Cek. Peristiwa yang sama terjadi pada pembuatan keju dan penggumpalan lateks.

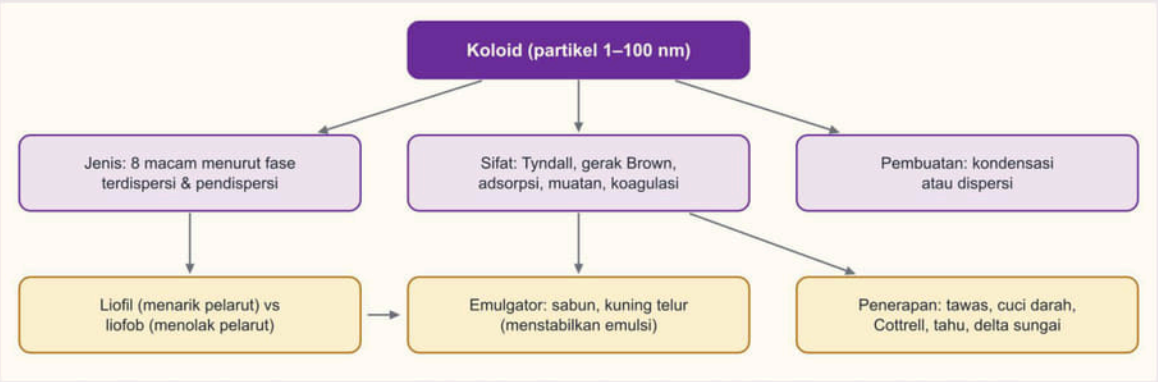
Ringkasan

- Koloid berpartikel 1–100 nm: tampak homogen, lolos kertas saring, tidak mengendap, dan menunjukkan efek Tyndall.
- Jenis koloid ditentukan oleh wujud fase terdispersi dan medium pendispersi: aerosol, sol, emulsi, buih, beserta bentuk padatnya.
- Sifat koloid: efek Tyndall, gerak Brown, adsorpsi, muatan (elektroforesis), koagulasi, dan dialisis.
- Koloid liofil menarik mediumnya dan stabil; koloid liofob mudah digumpalkan. Emulgator menstabilkan emulsi.
- Koloid dibuat dengan kondensasi (menggabungkan) atau dispersi (memecah).

❖ PETA KONSEP

Gambar 2.42 merangkum jenis, sifat, cara pembuatan, dan penerapan koloid.

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



Gambar 2.42 Peta konsep sistem koloid. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Untuk data pengamatan, cocokkan setiap kolom (penyaringan, didiamkan, berkas cahaya) dengan tabel tiga jenis campuran.
2. Untuk fenomena, tanyakan *apa yang sebenarnya terjadi pada partikelnya*: menghamburkan cahaya, menyerap, menggumpal, atau dipisahkan lewat membran.
3. Untuk koagulasi, tentukan dulu muatan koloidnya, lalu pilih ion **berlawanan** dengan muatan terbesar.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Dialisis tertukar dengan elektroforesis	"cuci darah memakai elektroforesis"	cuci darah memakai membran, jadi dialisis
Gerak Brown dikira penyebab pengendapan	"delta terbentuk karena gerak Brown"	delta terbentuk karena koagulasi; gerak Brown justru menstabilkan koloid
Ion senama dipilih untuk koagulasi	Al^{3+} dipilih untuk koloid bermuatan positif	pilih ion **berlawanan** muatan
Jernih dikira pasti larutan	"sirup jernih pasti larutan sejati"	uji berkas cahaya; koloid bisa tampak jernih

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Jenis koloid ditentukan oleh wujud fase terdispersi dan medium pendispersinya. Tuliskan keduanya untuk setiap produk sebelum mencocokkan nama jenis koloid.

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

►. Tabel berikut memuat lima produk sehari-hari beserta wujud fase terdispersi dan medium pendispersinya. Siswa diminta menentukan jenis koloid dari setiap produk berdasarkan data tersebut.

Produk	Fase terdispersi	Medium pendispersi
Mentega	cair	padat
Kabut	cair	gas
Batu apung	gas	padat
Cat tembok	padat	cair
Busa sabun	gas	cair

Pasangan produk dan jenis koloid yang tepat adalah ....

A. mentega – sol padat
B. kabut – aerosol padat
C. cat tembok – emulsi
D. busa sabun – aerosol cair
E. batu apung – buih padat

Pembahasan **Kunci: E**

Konsep: jenis koloid ditentukan oleh wujud fase terdispersi dan medium: gas dalam cair = buih; gas dalam padat = buih padat; cair dalam gas = aerosol cair; cair dalam cair = emulsi; cair dalam padat = emulsi padat (gel); padat dalam cair = sol; padat dalam padat = sol padat.

Analisis opsi:

- A ✗ Cair dalam padat = emulsi padat (gel), bukan sol padat.
- B ✗ Cair dalam gas = aerosol cair.
- C ✗ Padat dalam cair = sol. *Jebakan: menganggap setiap cairan kental adalah emulsi.*
- D ✗ Gas dalam cair = buih.
- E ✓ Gas dalam padat = buih padat.

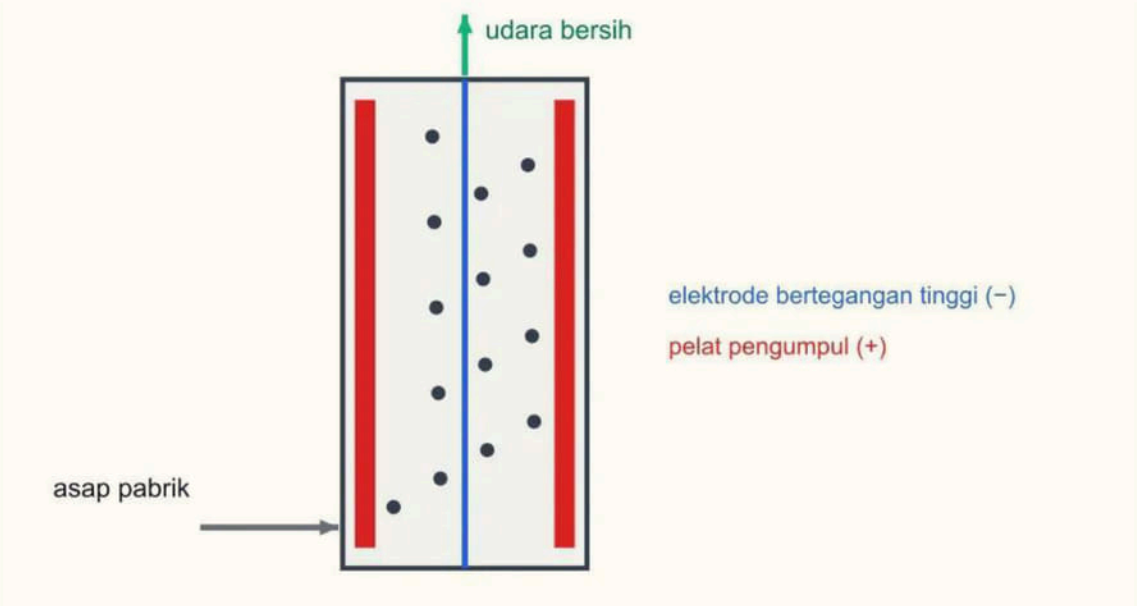
Jawaban: E.

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

✎ LATIHAN

1. Gambar berikut menunjukkan skema pengendap Cottrell yang dipasang pada cerobong pabrik semen untuk mengurangi debu yang terbuang ke udara. Asap yang mengandung partikel debu halus dialirkan melewati elektrode bertegangan tinggi. Partikel debu kemudian menempel pada pelat pengumpul, dan udara yang keluar dari cerobong menjadi lebih bersih.

Sifat koloid yang dimanfaatkan alat ini adalah ....



A. efek Tyndall, karena partikel debu menghamburkan cahaya
B. dialisis, karena partikel debu disaring oleh membran
C. adsorpsi, karena partikel debu menyerap gas beracun
D. muatan listrik partikel koloid yang tertarik ke elektrode
E. koagulasi oleh elektrolit, karena asap dicampur larutan garam

2. Pada pembuatan es krim, pabrik menambahkan sedikit gelatin ke dalam adonan. Tanpa gelatin, setelah disimpan beberapa hari di lemari pembeku, es krim terasa kasar karena terbentuk kristal-kristal es yang besar. Dengan gelatin, es krim tetap lembut karena butiran es dan lemak tetap halus dan tersebar merata.

Peran gelatin dalam es krim adalah sebagai ....

A. koloid pelindung
B. zat pengkoagulasi
C. adsorben
D. elektrolit
E. medium pendispersi

3. Dalam praktikum pembuatan koloid, siswa melakukan tiga percobaan.

(1) Larutan $FeCl_3$ diteteskan ke dalam air mendidih sehingga terbentuk sol $Fe(OH)_3$

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

berwarna merah cokelat.
(2) Serbuk belerang digerus sangat halus bersama gula, lalu dicampurkan ke dalam air.
(3) Endapan $Al(OH)_3$ ditambah sedikit larutan HCl encer sambil diaduk sehingga berubah menjadi sol.
Cara pembuatan koloid pada ketiga percobaan secara berurutan adalah ....

A. (1) dispersi mekanik, (2) kondensasi, (3) peptisasi
B. (1) kondensasi, (2) dispersi mekanik, (3) peptisasi
C. (1) kondensasi, (2) peptisasi oleh gula, (3) dispersi mekanik
D. (1) peptisasi, (2) dispersi mekanik, (3) kondensasi
E. (1) dispersi mekanik, (2) peptisasi, (3) kondensasi

Kunci singkat: 1. D 2. A 3. B

✔ PERIKSA DIRI

- Data apa yang membedakan koloid dari larutan sejati bila keduanya tampak jernih?
- Mengapa tawas, bukan garam dapur, yang dipakai untuk menjernihkan air keruh?
- Sebutkan satu fenomena yang memakai adsorpsi dan satu yang memakai dialisis.



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 2.8: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-2.8

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

Kuis Akhir Bab 2

KIM-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-kim&node=KIM-KB2

1. Sebuah unit usaha sekolah membuat cairan pembersih tangan. Persyaratan yang ditetapkan: kadar etanol **minimal 70 % volume**. Data lima batch produksi sebagai berikut.

Batch	Etanol yang dicampurkan	Volume akhir campuran
A	350 mL etanol murni	500 mL
B	700 mL etanol murni	1.000 mL
C	1.500 mL etanol murni	2.000 mL
D	580 mL etanol murni	800 mL
E	720 mL etanol 96 %	1.000 mL

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Batch yang **tidak** memenuhi persyaratan adalah ....

A. Batch A
B. Batch B
C. Batch C
D. Batch D
E. Batch E

2. Untuk praktikum, seorang laboran memerlukan 250 mL larutan HCl 0,5 M. Persediaan di laboratorium adalah larutan HCl 5 M. Larutan yang lebih encer dibuat dengan mengambil sejumlah larutan HCl 5 M, lalu menambahkan air sampai volumenya 250 mL.

Volume larutan HCl 5 M yang harus diambil adalah ....

A. 2,5 mL
B. 12,5 mL
C. 25 mL
D. 50 mL
E. 225 mL

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

3. Asam nitrat dipakai dalam pembuatan pupuk dan bahan peledak tambang. Di laboratorium sekolah, asam nitrat disimpan dalam bentuk pekat dan baru diencerkan saat akan dipakai. Label sebuah botol asam nitrat pekat di laboratorium sekolah ditunjukkan pada gambar. Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Untuk membuat 500 mL HNO_3 1,0 M diperlukan sekitar 50 mL larutan dari botol tersebut.	○	○
Molaritas larutan di dalam botol sekitar 14,4 M.	○	○
Massa 100 mL larutan di dalam botol adalah 140 g.	○	○

4. Lima botol berisi larutan 0,1 M dari zat HCl, NaCl, CH_3COOH, NH_3, dan C_2H_5OH (etanol), tetapi labelnya terlepas sehingga diberi nomor 1–5. Hasil uji daya hantar listriknya sebagai berikut.

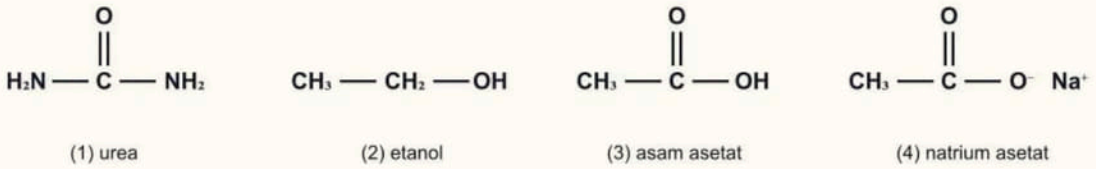
Larutan	Nyala lampu	Gelembung gas
1	terang	banyak
2	redup	sedikit
3	tidak menyala	tidak ada
4	terang	banyak
5	redup	sedikit

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

Pasangan nomor larutan dan nama zat yang **mungkin** sesuai adalah ....

A. 1 = C_2H_5OH dan 4 = NaCl
B. 3 = CH_3COOH dan 5 = C_2H_5OH
C. 2 = NaCl dan 5 = CH_3COOH
D. 2 = NH_3 dan 4 = HCl
E. 1 = HCl dan 3 = NH_3

5. Urea dipakai sebagai pupuk, etanol sebagai pelarut, asam asetat dalam cuka, dan natrium asetat sebagai pengawet makanan. Gambar berikut menunjukkan rumus struktur empat zat yang mudah larut dalam air tersebut. Masing-masing dibuat menjadi larutan 0,1 M, lalu diuji daya hantar listriknya.
Larutan yang membuat lampu menyala **redup** disertai sedikit gelembung adalah larutan ....

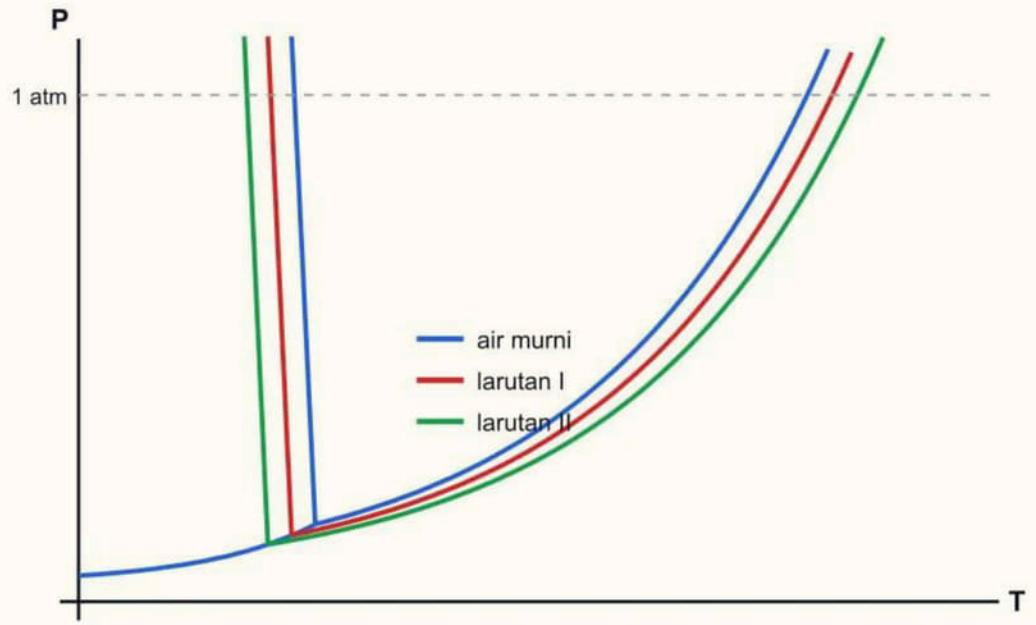


(1) urea (2) etanol (3) asam asetat (4) natrium asetat

A. urea, karena memiliki gugus $-NH_2$ yang bersifat basa
B. etanol, karena gugus –OH-nya terlepas sebagai ion OH^-
C. asam asetat, karena sebagian molekulnya melepas ion H^+
D. natrium asetat, karena tersusun atas ion Na^+ dan ion asetat
E. etanol dan asam asetat, karena keduanya memiliki gugus –OH

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

6. Dalam percobaan sifat koligatif, dua larutan dibandingkan, yaitu larutan glukosa 0,5 m dan larutan NaCl 0,5 m, keduanya dengan pelarut air. Diagram P–T air murni dan kedua larutan tersebut ditunjukkan pada gambar (larutan I dan larutan II).
Pernyataan yang tepat berdasarkan diagram adalah ....

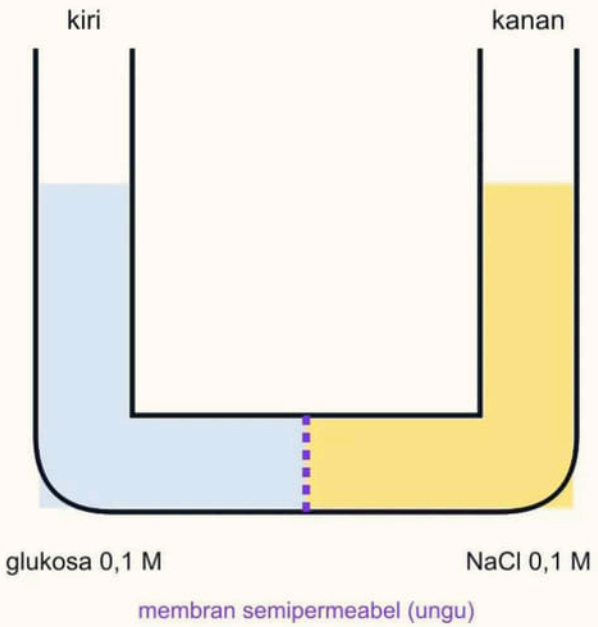


A. Larutan I adalah NaCl karena garisnya paling dekat dengan garis air murni.
B. Larutan II adalah glukosa karena molekul glukosa lebih besar daripada ion NaCl.
C. Titik didih larutan I lebih tinggi daripada titik didih larutan II pada 1 atm.
D. Titik beku larutan II lebih tinggi daripada titik beku larutan I pada 1 atm.
E. Larutan II adalah NaCl karena garisnya bergeser paling jauh dari garis air.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

7. Sebuah tabung U dipisahkan di bagian bawahnya oleh membran semipermeabel yang hanya dapat dilalui molekul air. Lengan kiri diisi larutan glukosa 0,1 M dan lengan kanan diisi larutan NaCl 0,1 M dengan tinggi permukaan yang sama, seperti pada gambar. Suhu dijaga tetap.
Setelah beberapa waktu, yang terjadi adalah ....



A. permukaan tetap sama tinggi karena molaritas kedua larutan sama
B. permukaan kiri naik karena molekul glukosa lebih besar daripada ion Na^+ dan Cl^-
C. permukaan kanan naik karena ion Na^+ dan Cl^- berpindah ke larutan glukosa
D. permukaan kanan naik karena partikel larutan NaCl lebih banyak
E. permukaan kiri naik karena air berpindah dari larutan NaCl yang lebih pekat

8. Di daerah bersalju, kalsium klorida ($CaCl_2$) ditaburkan di jalan untuk mencairkan es. Seorang siswa melarutkan 222 g $CaCl_2$ (Mr = 111) dalam 1 kg air. Anggap $CaCl_2$ terion sempurna.
(Diketahui Kf air = 1,86 °C/m)
Titik beku larutan tersebut adalah ....

A. −3,72 °C
B. −7,44 °C
C. −11,16 °C
D. −14,88 °C
E. 11,16 °C

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

9. Untuk menentukan massa molekul relatif zat X (nonelektrolit), seorang siswa melarutkan beberapa zat masing-masing dalam 100 g air, lalu mengukur titik beku larutannya.

Larutan	Zat terlarut	Titik beku
1	3,0 g urea (Mr = 60)	−0,93 °C
2	4,0 g zat X	−0,62 °C
3	3,725 g KCl (Mr = 74,5)	−1,86 °C

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Berdasarkan data tersebut, Mr zat X adalah ....

A. 12
B. 60
C. 120
D. 240
E. 1.200

10. Cairan infus harus isotonik dengan darah. Pada suhu tubuh 37 °C, tekanan osmotik darah sekitar 7,7 atm. Seorang apoteker membandingkan lima calon larutan infus berikut. Anggap garam terion sempurna.
(Diketahui R = 0,082 L atm mol^{-1} K^{-1})
Larutan yang paling mendekati isotonik dengan darah adalah ....

A. NaCl 0,075 M
B. NaCl 0,15 M
C. NaCl 0,30 M
D. glukosa 0,15 M
E. $CaCl_2$ 0,15 M

11. Saat memasak, air yang diberi garam atau gula mendidih pada suhu sedikit di atas 100 °C. Untuk menyelidiki hal ini, tiga larutan dalam air masing-masing dibuat dengan molalitas 0,1 m, yaitu larutan urea, larutan KCl, dan larutan $MgCl_2$. Anggap garam terion sempurna dan tekanan udara 1 atm.
Urutan titik didih ketiga larutan dari yang **terendah** adalah ....

A. urea, KCl, $MgCl_2$
B. $MgCl_2$, KCl, urea
C. KCl, urea, $MgCl_2$
D. urea, $MgCl_2$, KCl
E. ketiganya sama karena molalitasnya sama

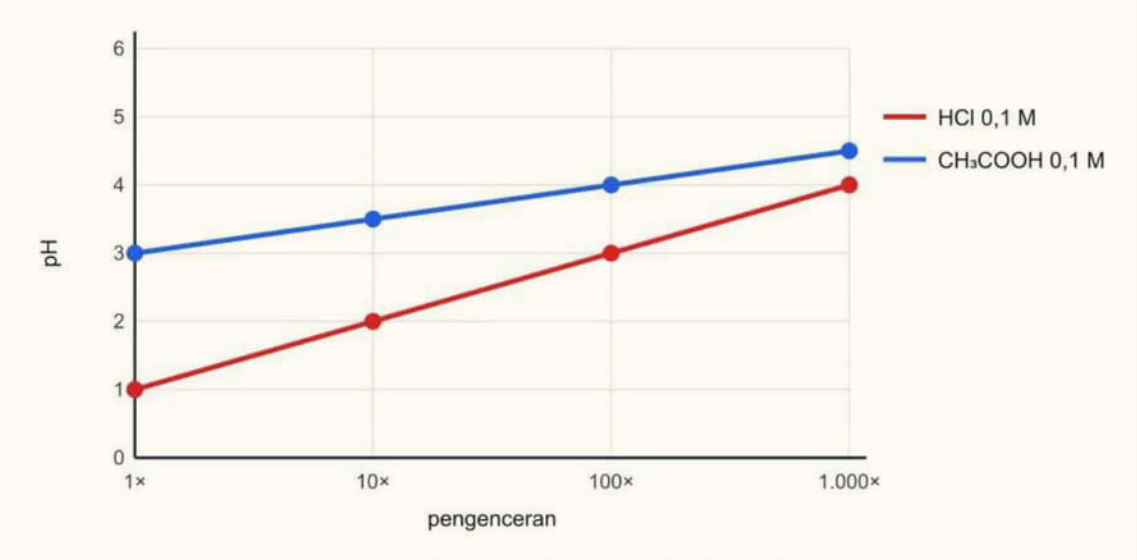
12. Dalam pengolahan air limbah industri, ion hidrogen sulfat (HSO_4^-) dari limbah bereaksi dengan ion karbonat (CO_3^{2-}) dari kapur soda yang ditambahkan. Reaksinya:
$HSO_4^- + CO_3^{2-} \rightleftharpoons SO_4^{2-} + HCO_3^-$

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

Menurut teori Brønsted–Lowry, pasangan asam–basa konjugat pada reaksi tersebut adalah ....

A. HSO_4^- dan CO_3^{2-}
B. CO_3^{2-} dan SO_4^{2-}
C. HSO_4^- dan HCO_3^-
D. SO_4^{2-} dan HCO_3^-
E. HSO_4^- dan SO_4^{2-}

13. Asam klorida dipakai sebagai pembersih kerak, sedangkan asam asetat terdapat dalam cuka dapur. Keduanya sering diencerkan sebelum dipakai. Larutan HCl 0,1 M dan larutan CH_3COOH 0,1 M masing-masing diencerkan 10 kali, 100 kali, dan 1.000 kali. pH setiap larutan diukur, dan data hasilnya ditunjukkan pada grafik.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



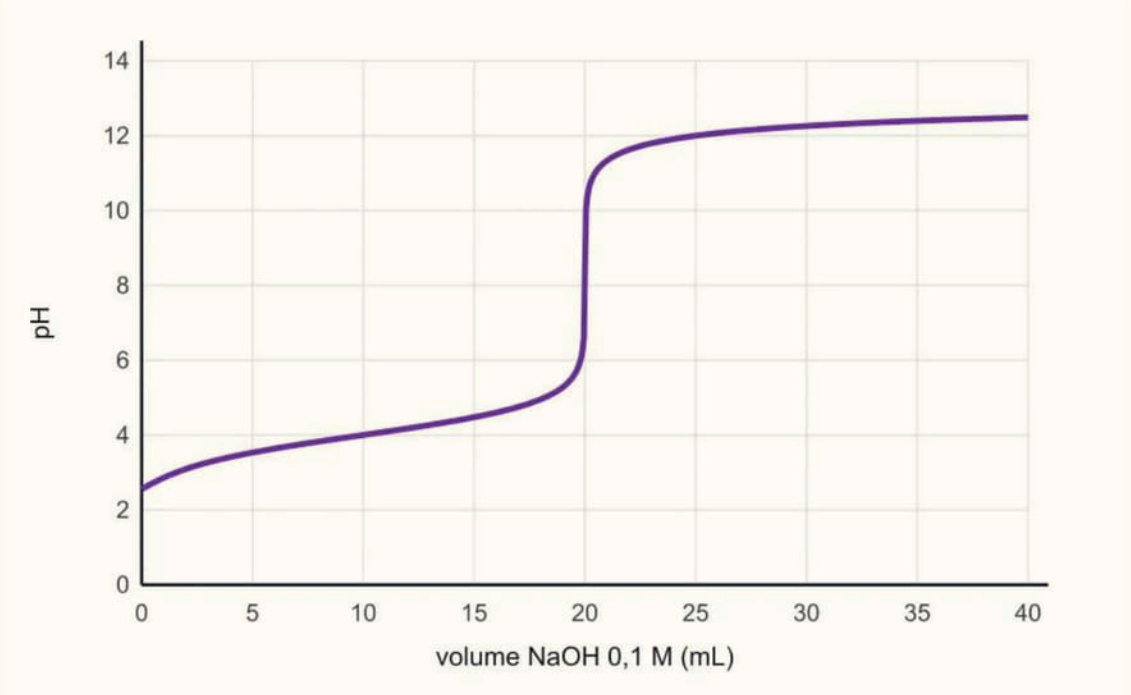
A. Setiap pengenceran 10 kali menaikkan pH kedua larutan sebesar 1 satuan.
B. Asam asetat lebih kuat daripada HCl karena pH-nya lebih tinggi.
C. Bila diencerkan terus, pH larutan HCl akan melewati 7 dan menjadi basa.
D. Setiap pengenceran 10 kali menaikkan pH asam asetat ±0,5 satuan.
E. Pengenceran tidak mengubah jumlah H^+ yang terion pada asam asetat.

14. Rasa perih pada gigitan semut api antara lain disebabkan oleh asam format (HCOOH), suatu asam lemah. Di laboratorium, seorang siswa membuat larutan asam format 0,04 M. (Diketahui Ka HCOOH = 1×10^{-4}; log 2 = 0,3)
pH larutan tersebut adalah ....

A. 1,4
B. 2,7
C. 3,0
D. 5,4
E. 11,3

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

15. Sebanyak 25 mL larutan asam lemah HA dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. pH larutan di dalam erlenmeyer diukur selama titrasi, dan data hasilnya ditunjukkan pada grafik.
Trayek pH beberapa indikator: metil merah 4,2–6,3; bromtimol biru 6,0–7,6; fenolftalein 8,0–10,0.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



A. Konsentrasi HA 0,08 M dan indikator yang tepat fenolftalein.
B. Konsentrasi HA 0,10 M dan indikator yang tepat fenolftalein.
C. Konsentrasi HA 0,08 M dan indikator yang tepat metil merah.
D. Konsentrasi HA 0,05 M dan indikator yang tepat bromtimol biru.
E. Konsentrasi HA 0,16 M dan indikator yang tepat fenolftalein.

16. Sebuah laboratorium memeriksa kadar HCl dalam cairan pembersih porselen. Sebanyak 10,0 mL cairan diencerkan dengan air dalam labu ukur sampai 250,0 mL. Kemudian 25,0 mL larutan encer itu dititrasi dengan NaOH 0,200 M memakai indikator fenolftalein. Data titrasi:

Percobaan	Volume NaOH (mL)
1	22,4
2	22,6
3	24,9

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

Petugas menyatakan bahwa percobaan 3 menyimpang karena titik akhirnya terlewati.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Konsentrasi HCl dalam cairan pembersih adalah ....

A. 0,450 M
B. 1,80 M
C. 4,50 M
D. 4,66 M
E. 9,00 M

17. Lima sampel air limbah diukur pH-nya dengan pH meter. Data hasil pengukurannya sebagai berikut.

Sampel	P	Q	R	S	T
pH	3,1	6,5	7,0	7,8	9,2

Indikator fenolftalein tidak berwarna pada pH di bawah 8,0 dan berwarna merah muda pada pH 8,0–10,0.
Sampel yang berwarna merah muda bila ditetesi fenolftalein adalah ....

A. sampel P
B. sampel Q
C. sampel R
D. sampel S
E. sampel T

18. Air aki kendaraan mengandung asam sulfat. Untuk memeriksa konsentrasinya, sampel air aki diencerkan dan dititrasi di laboratorium. Sebanyak 25,0 mL larutan H_2SO_4 dititrasi dengan larutan NaOH 0,10 M menggunakan indikator fenolftalein. Titik akhir tercapai setelah 30,0 mL NaOH ditambahkan.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Konsentrasi larutan H_2SO_4 adalah 0,12 M.	○	○
Pada titik ekuivalen, larutan di dalam erlenmeyer berisi Na_2SO_4 yang bersifat netral.	○	○
Bila fenolftalein diganti metil merah, volume NaOH yang diperlukan hampir sama.	○	○

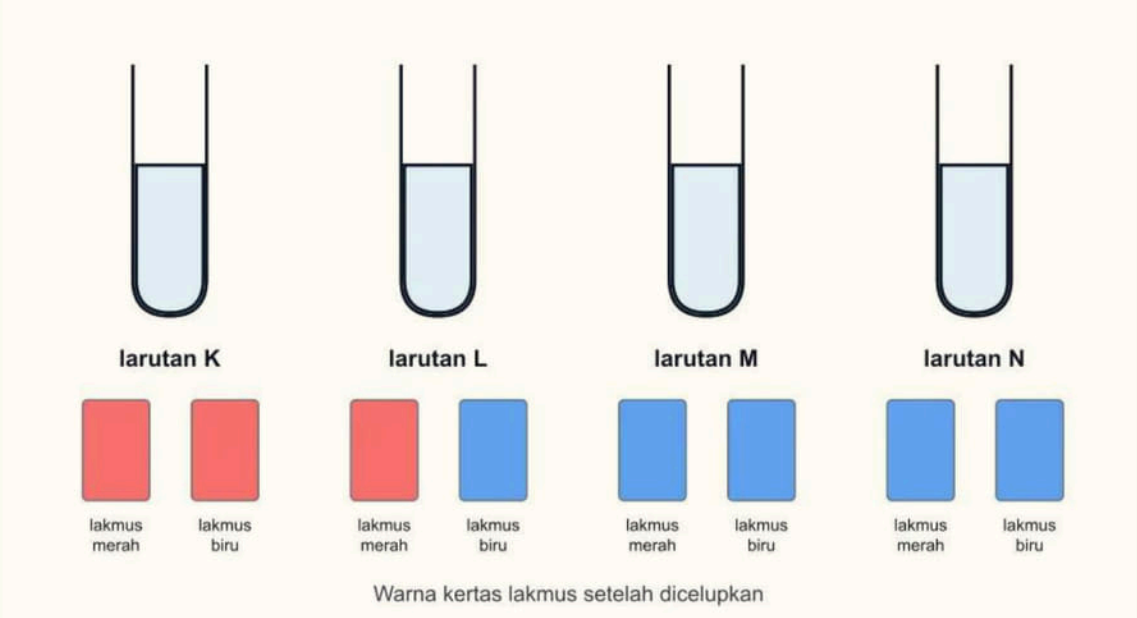
19. Seorang analis ingin membuat larutan penyangga pH 9 untuk mengkalibrasi alat. Ia memiliki 100 mL larutan NH_3 0,2 M dan larutan HCl 0,2 M.

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

(Diketahui Kb $NH_3 = 1 \times 10^{-5}$)
Volume larutan HCl 0,2 M yang harus ditambahkan ke dalam larutan NH_3 tersebut adalah ....

A. 25 mL
B. 50 mL
C. 75 mL
D. 100 mL
E. 200 mL

20. Empat larutan garam 0,1 M, yaitu K, L, M, dan N, diuji dengan kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru. Data warna kertas lakmus setelah dicelupkan ditunjukkan pada gambar. Larutan-larutan itu adalah NH_4Cl, KNO_3, CH_3COONa, dan Na_2CO_3, tetapi urutannya belum diketahui.
Pasangan larutan dan zat yang **mungkin** sesuai adalah ....



Warna kertas lakmus setelah dicelupkan

A. K = NH_4Cl dan L = KNO_3
B. K = KNO_3 dan M = NH_4Cl
C. L = CH_3COONa dan N = KNO_3
D. M = NH_4Cl dan N = Na_2CO_3
E. K = CH_3COONa dan L = NH_4Cl

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

21. Untuk menguji ion perak dalam limbah cuci foto, sebanyak 100 mL larutan $AgNO_3$ 2×10^{-4} M dicampur dengan 100 mL larutan K_2CrO_4 2×10^{-4} M.
(Diketahui Ksp $Ag_2CrO_4 = 1{,}1 \times 10^{-12}$)
Pernyataan yang tepat tentang campuran tersebut adalah ....

A. Terbentuk endapan karena Q = 8×10^{-12} lebih besar daripada Ksp.
B. Terbentuk endapan karena Q = 1×10^{-8} lebih besar daripada Ksp.
C. Tidak terbentuk endapan karena Q = 1×10^{-12} masih di bawah Ksp.
D. Tidak terbentuk endapan karena Q = 1×10^{-8} lebih kecil daripada Ksp.
E. Tepat jenuh karena Q = $1{,}1 \times 10^{-12}$ sama dengan Ksp.

22. Air limbah sebuah industri pelapisan logam mengandung ion Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, dan Cu^{2+}, masing-masing 0,01 M. Untuk memisahkannya, larutan NaOH ditambahkan sedikit demi sedikit sehingga pH larutan naik perlahan. Data Ksp hidroksidanya pada 25 °C sebagai berikut.

Hidroksida	Ksp
$Ca(OH)_2$	$5{,}5 \times 10^{-6}$
$Mg(OH)_2$	$1{,}8 \times 10^{-11}$
$Zn(OH)_2$	$3{,}0 \times 10^{-17}$
$Cu(OH)_2$	$2{,}2 \times 10^{-20}$

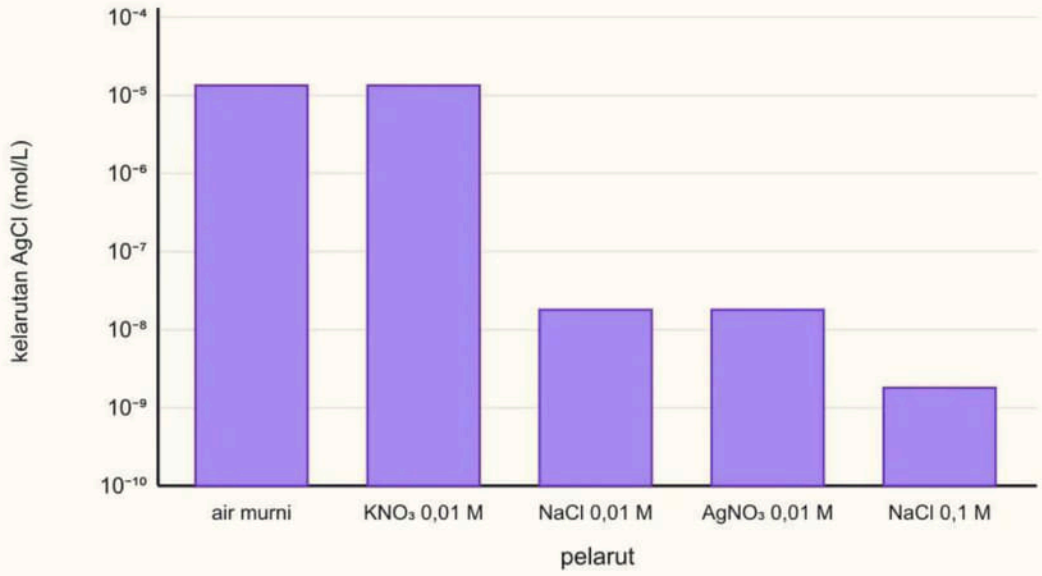
Urutan hidroksida yang mengendap dari yang **pertama** adalah ....

A. $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Cu(OH)_2$
B. $Cu(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Ca(OH)_2$
C. $Zn(OH)_2$, $Cu(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$
D. $Cu(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$
E. keempatnya mengendap bersamaan karena konsentrasinya sama

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

23. Perak klorida terbentuk sebagai endapan putih saat ion perak dari limbah cuci foto bereaksi dengan ion klorida. Grafik berikut menunjukkan kelarutan perak klorida (AgCl) pada 25 °C dalam beberapa pelarut. Sumbu tegak memakai skala logaritma (setiap garis berarti 10 kali lipat).

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

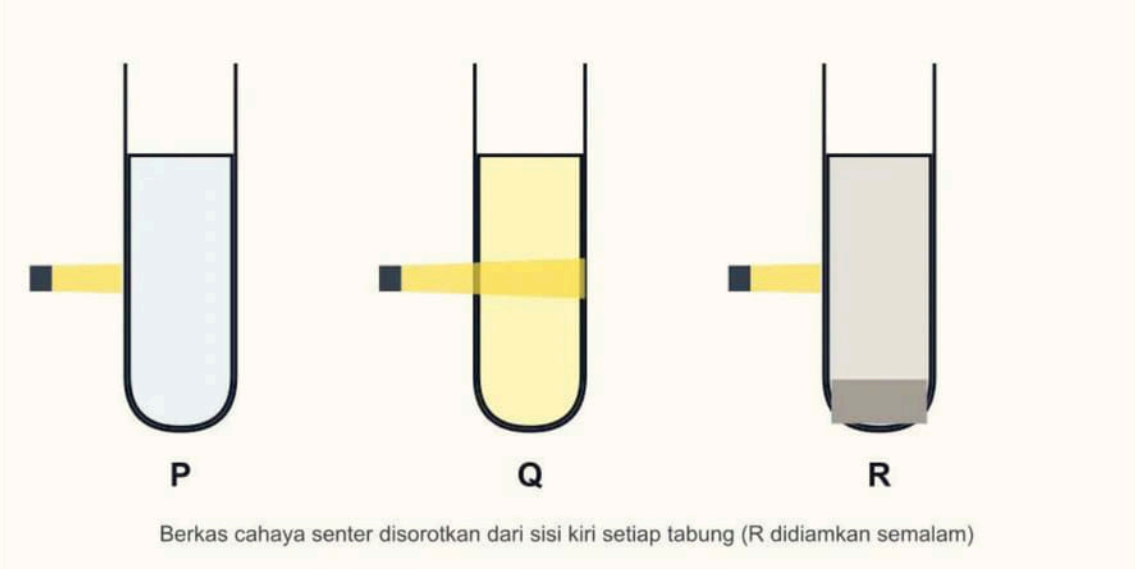


Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kelarutan AgCl dalam NaCl 0,1 M sepuluh kali lebih kecil daripada dalam NaCl 0,01 M.	○	○
KNO_3 menurunkan kelarutan AgCl karena menambah ion senama ke dalam larutan.	○	○
Ion Ag^+ dari $AgNO_3$ menurunkan kelarutan AgCl sebesar penurunan oleh Cl^- dari NaCl yang konsentrasinya sama.	○	○

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

24. Tiga campuran P, Q, dan R disorot dengan senter dari samping di ruang gelap. Campuran R sebelumnya didiamkan semalam. Hasil pengamatan ditunjukkan pada gambar: berkas cahaya tampak jelas di dalam Q, tidak tampak di dalam P, dan pada R terdapat endapan di dasar tabung.
Pasangan campuran dan contoh zat yang **mungkin** sesuai adalah ....



Berkas cahaya senter disorotkan dari sisi kiri setiap tabung (R didiamkan semalam)

A. P = susu encer dan R = larutan garam
B. Q = larutan cuka dan R = air kapur keruh
C. P = kabut dan Q = air sungai berlumpur
D. Q = larutan garam dan R = santan encer
E. P = larutan gula dan Q = santan encer

25. Sifat-sifat koloid banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, industri, dan kesehatan. Berikut lima pasangan peristiwa dan sifat koloid yang dikemukakan sekelompok siswa dalam diskusi kelas.
Pasangan peristiwa dan sifat koloid yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Berkas sinar proyektor tampak di ruangan berdebu – efek Tyndall.
☐ B. Penjernihan air sungai dengan tawas – dialisis.
☐ C. Terbentuknya delta di muara sungai – koagulasi.
☐ D. Pemberian norit pada penderita keracunan makanan – elektroforesis.
☐ E. Cuci darah pada pasien gagal ginjal – dialisis.

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 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk	1, 2, 3	___ / 3	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit	4, 5	___ / 2	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan	6, 7, 8, 9, 10, 11	___ / 6	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH	12, 13, 14	___ / 3	Ulangi hlm. 124
Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator	15, 16, 17, 18	___ / 4	Ulangi hlm. 136
Sub bab 2.6 · Larutan penyangga dan hidrolisis garam	19, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 151
Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp	21, 22, 23	___ / 3	Ulangi hlm. 162
Sub bab 2.8 · Sistem koloid	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 174

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 · Kimia Fisik

KIM-B3

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menghitung dan membandingkan perubahan entalpi reaksi (energetika)
- membaca grafik laju reaksi dan kesetimbangan, serta memprediksi pergeseran kesetimbangan (dinamika reaksi)
- menentukan oksidator, reduktor, dan proses dalam sel elektrokimia

Peta bab

Sub bab	Judul
3.1	Termokimia dan perubahan entalpi
3.2	Laju reaksi
3.3	Kesetimbangan kimia
3.4	Reaksi redoks dan sel elektrokimia

Bab 3 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-B3

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

Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi

KIM-3.1

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi menyebut elemen ini **energetika** reaksi. Soal asli 2025 No. 21 (20,3 % benar, termasuk lima soal tersulit) memberi data entalpi pembakaran tiga hidrokarbon C_5, lalu bertanya bahan bakar mana yang "paling ramah lingkungan". Pertanyaannya bukan "mana yang energinya terbesar". Kamu harus menentukan sendiri **ukuran yang tepat**, yaitu CO_2 per energi. Soal No. 8 (dibedah di sub bab 4.1) juga memakai data entalpi untuk membandingkan kestabilan dua isomer.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menentukan reaksi eksoterm atau endoterm dari data, diagram energi, atau perubahan suhu;
- menghitung kalor reaksi dari data kalorimeter;
- menghitung ΔH reaksi dengan hukum Hess, data entalpi pembentukan, atau energi ikatan;
- membandingkan bahan bakar per mol, per gram, atau per mol CO_2.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

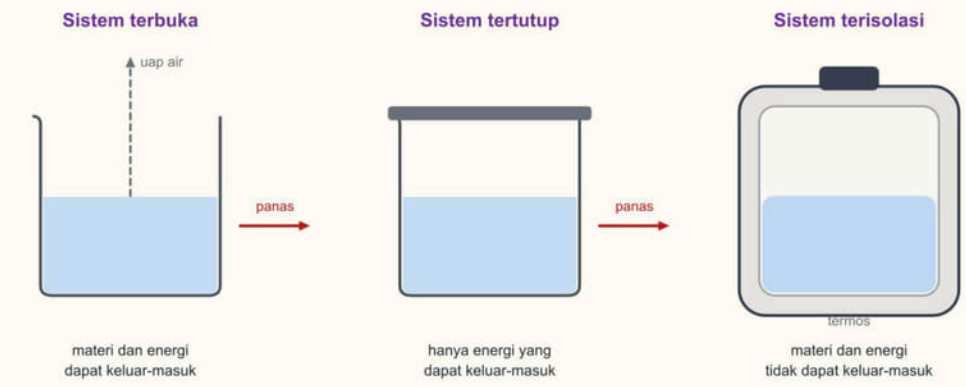
Kompor gas memanaskan masakan, kantong kompres instan menjadi dingin ketika dipijat, dan tubuh kita tetap hangat karena "membakar" makanan. Semua itu adalah reaksi kimia yang disertai perpindahan energi dalam bentuk kalor (panas). Cabang kimia yang mempelajari kalor reaksi disebut **termokimia**.

1. Sistem dan lingkungan

Untuk membicarakan perpindahan energi, kita membagi alam menjadi dua bagian. **Sistem** adalah bagian yang sedang diamati, misalnya zat-zat yang bereaksi di dalam gelas kimia. **Lingkungan** adalah segala sesuatu di luar sistem, termasuk gelas, udara, dan tangan yang memegang gelas. Menurut pertukaran materi dan energinya, sistem dibedakan menjadi tiga (Gambar 3.1):

1. **sistem terbuka**: materi dan energi dapat keluar-masuk (air mendidih dalam panci tanpa tutup);
2. **sistem tertutup**: hanya energi yang dapat keluar-masuk (air panas dalam botol tertutup);
3. **sistem terisolasi**: materi dan energi tidak dapat keluar-masuk (air panas dalam termos yang ideal).

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



Gambar 3.1 Tiga jenis sistem menurut pertukaran materi dan energi dengan lingkungannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

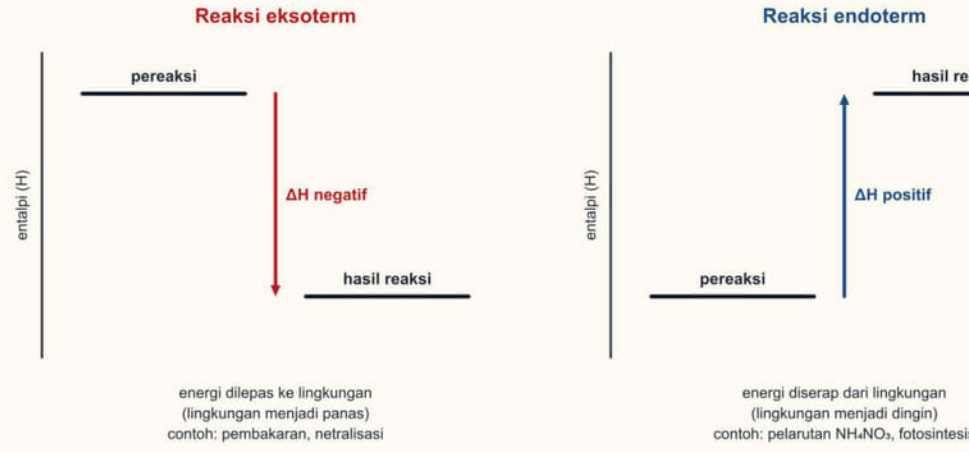
2. Entalpi, reaksi eksoterm, dan reaksi endoterm

Setiap zat menyimpan energi di dalam ikatan dan susunan partikelnya. Kandungan energi sistem pada tekanan tetap disebut **entalpi** (H). Entalpi tidak dapat diukur langsung, tetapi perubahannya (**ΔH**) dapat diukur dari kalor yang dilepas atau diserap:

$$\Delta H = H_{\text{hasil reaksi}} - H_{\text{pereaksi}}$$

- **Reaksi eksoterm** melepas kalor dari sistem ke lingkungan, sehingga lingkungan menjadi lebih panas. Entalpi hasil reaksi lebih rendah daripada pereaksi, jadi ΔH bernilai **negatif**. Contohnya pembakaran bahan bakar, netralisasi asam–basa, dan pelarutan NaOH padat dalam air.
- **Reaksi endoterm** menyerap kalor dari lingkungan, sehingga lingkungan menjadi lebih dingin. Entalpi hasil lebih tinggi daripada pereaksi, jadi ΔH bernilai **positif**. Contohnya fotosintesis, penguraian $CaCO_3$ menjadi kapur tohor, dan pelarutan NH_4NO_3 dalam kompres dingin instan.

Perubahan ini paling mudah dilihat pada **diagram tingkat energi** (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Pada reaksi eksoterm, tingkat energi hasil reaksi lebih rendah daripada pereaksi; pada reaksi endoterm sebaliknya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi setara yang disertai nilai ΔH-nya,

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

misalnya:

$$\mathrm{CH_4}(g) + 2\mathrm{O_2}(g) \rightarrow \mathrm{CO_2}(g) + 2\mathrm{H_2O}(l) \qquad \Delta H = -890\ \mathrm{kJ}$$

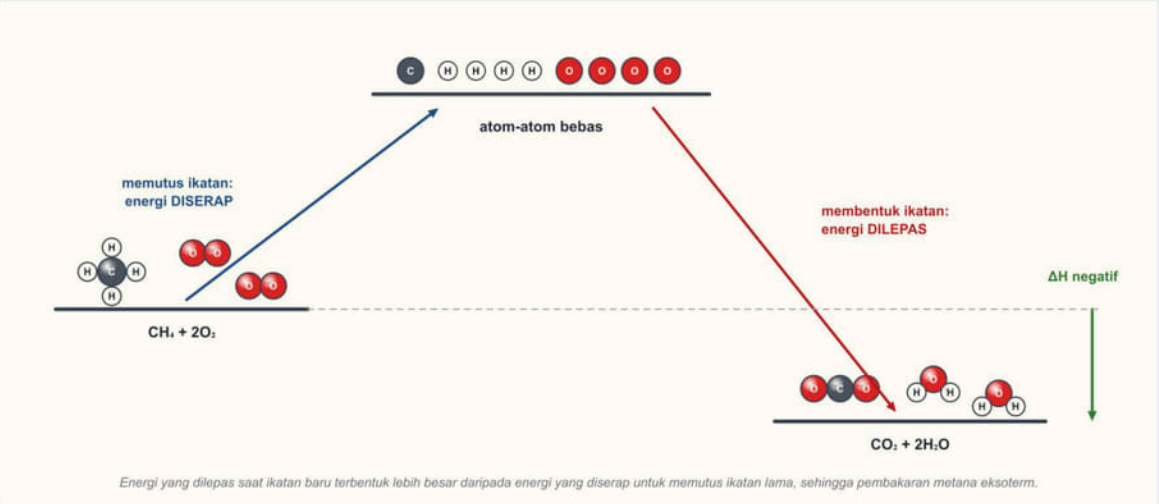
Nilai ΔH berlaku untuk jumlah mol yang tertulis. Bila koefisien dikalikan dua, ΔH juga dikalikan dua; bila reaksi dibalik, tanda ΔH berubah. Wujud zat harus ditulis, karena ΔH pembentukan air cair berbeda dengan uap air.

Beberapa perubahan entalpi standar (diukur pada 25 °C dan 1 atm) diberi nama khusus:

- **ΔHf° (pembentukan)**: ΔH untuk membentuk 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya dalam bentuk paling stabil. ΔHf° unsur bebas (O_2, C grafit, H_2) adalah nol.
- **ΔHc° (pembakaran)**: ΔH untuk membakar sempurna 1 mol zat dengan oksigen.
- **ΔHd° (penguraian)**: ΔH untuk menguraikan 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya; nilainya sama dengan ΔHf° tetapi tandanya berlawanan.

3. Dari mana kalor reaksi berasal? Pemutusan dan pembentukan ikatan

Pada tingkat partikel, setiap reaksi terdiri atas dua tahap (Gambar 3.3). Pertama, ikatan-ikatan dalam pereaksi **diputus**; ini selalu **memerlukan energi**. Kedua, atom-atom membentuk ikatan baru menjadi hasil reaksi; ini selalu **melepas energi**. Bila energi yang dilepas lebih besar daripada energi yang diserap, reaksi bersifat eksoterm. Bila lebih kecil, reaksi bersifat endoterm.



Gambar 3.3 Pembakaran metana: energi diserap untuk memutus ikatan C–H dan O=O, lalu dilepas dalam jumlah lebih besar saat ikatan C=O dan O–H terbentuk. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

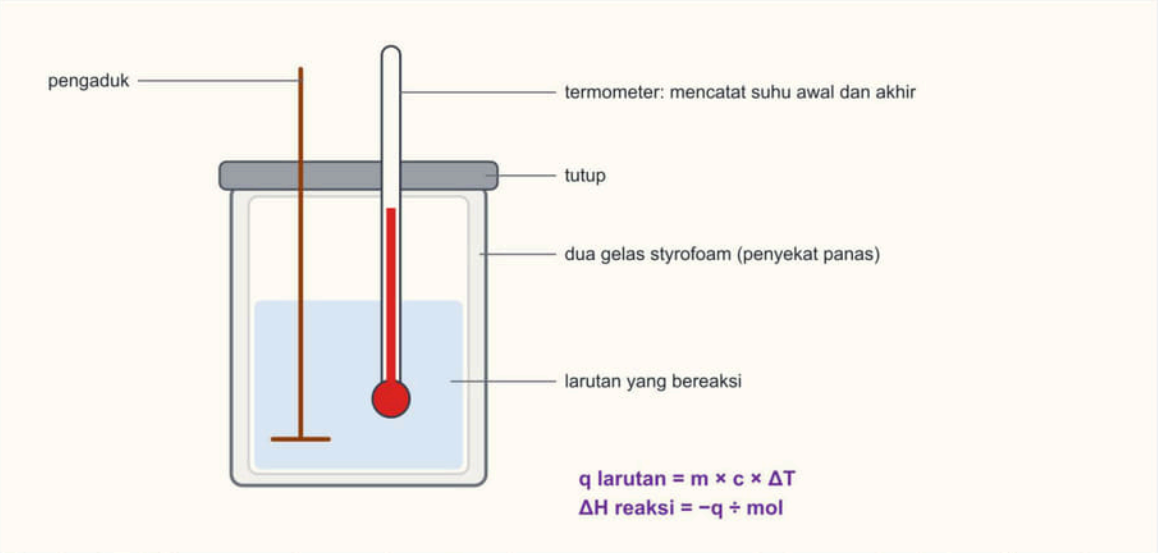
Kekuatan ikatan menentukan besar energinya. Ikatan rangkap dua atau tiga lebih kuat daripada ikatan tunggal antara atom yang sama, dan ikatan yang pendek umumnya lebih kuat daripada ikatan yang panjang. Itulah sebabnya korek api perlu dinyalakan dulu: diperlukan sedikit energi awal untuk mulai memutus ikatan. Setelah reaksi berjalan, energi yang dilepas cukup untuk memutus ikatan berikutnya, sehingga api terus menyala.

4. Mengukur kalor reaksi: kalorimetri

Kalor reaksi diukur dengan **kalorimeter**. Di sekolah dipakai kalorimeter sederhana dari dua gelas styrofoam bertutup yang dilengkapi termometer dan pengaduk (Gambar 3.4).

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

Styrofoam adalah penyekat panas yang baik, sehingga hampir semua kalor reaksi dipakai untuk mengubah suhu larutan. Untuk pengukuran yang sangat teliti, misalnya menentukan kandungan energi makanan atau bahan bakar, laboratorium memakai kalorimeter bom yang terbuat dari baja tebal.



Gambar 3.4 Kalorimeter gelas styrofoam. Kenaikan atau penurunan suhu larutan dipakai untuk menghitung kalor reaksi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kalor yang diterima larutan dihitung dengan:

$$q = m \times c \times \Delta T$$

dengan m = massa larutan (g), c = kalor jenis (untuk larutan encer dianggap sama dengan air, 4,18 J g^{-1} °C^{-1}), dan ΔT = suhu akhir − suhu awal. Bila suhu naik, larutan **menerima** kalor dari reaksi, berarti reaksi **melepas** kalor. Karena itu:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = -\frac{q}{\text{mol zat yang bereaksi}}$$

Contoh terselesaikan 1: kalor netralisasi

Soal. Sebanyak 50 mL HCl 1 M dicampur dengan 50 mL NaOH 1 M dalam kalorimeter. Suhu naik dari 27,0 °C menjadi 33,7 °C. Hitung ΔH netralisasi per mol air yang terbentuk. (Massa jenis larutan 1 g/mL; c = 4,18 J g^{-1} °C^{-1})

Langkah.

1. Massa larutan = 100 mL × 1 g/mL = 100 g; ΔT = 6,7 °C.
2. q = 100 × 4,18 × 6,7 = 2.800 J = 2,80 kJ.
3. Mol H_2O = mol HCl = 1 × 0,050 = 0,050 mol.
4. ΔH = −2,80 ÷ 0,050 = **−56 kJ/mol**.

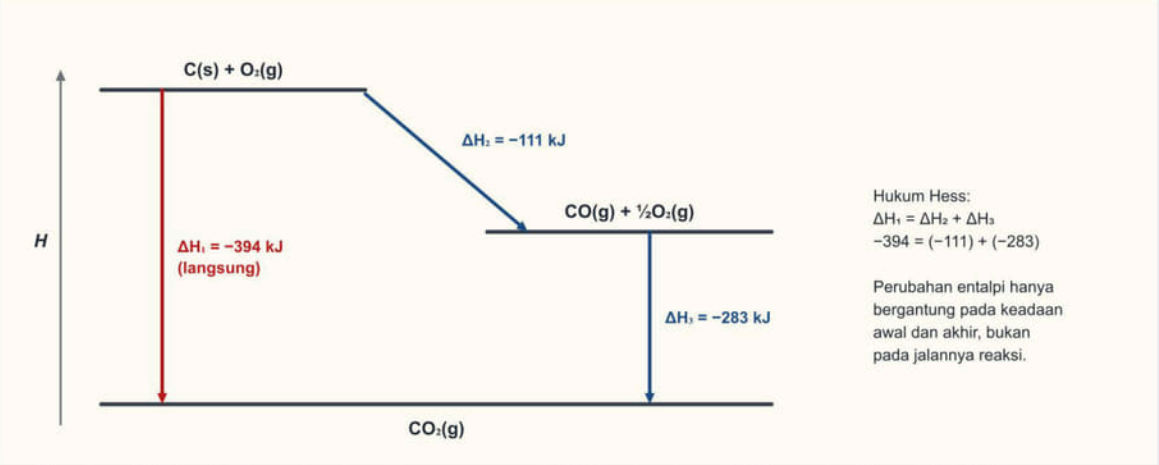
Cek. Suhu naik → reaksi eksoterm → ΔH negatif ✓.

5. Hukum Hess

Germain Hess (1840) menemukan bahwa **perubahan entalpi reaksi hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir, tidak pada jalan yang ditempuh**. Contohnya, karbon dapat

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

dibakar langsung menjadi CO_2, atau lewat dua tahap: lebih dulu menjadi CO, lalu CO dibakar menjadi CO_2 (Gambar 3.5). Kedua jalan memberikan ΔH total yang sama.



Gambar 3.5 Pembakaran karbon langsung menjadi CO_2 dan lewat CO memberikan ΔH total yang sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hukum ini sangat berguna untuk menghitung ΔH reaksi yang sulit diukur langsung. Caranya: susun beberapa persamaan termokimia yang diketahui (boleh dibalik atau dikalikan) sehingga bila dijumlahkan menghasilkan reaksi yang dicari, lalu jumlahkan ΔH-nya.

Contoh terselesaikan 2: memakai hukum Hess

Soal. Diketahui: (1) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$, ΔH = +180 kJ (2) $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$, ΔH = −114 kJ Tentukan ΔH reaksi $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$.

Langkah.

1. Jumlahkan (1) dan (2): $N_2 + O_2 + 2NO + O_2 \rightarrow 2NO + 2NO_2$.
2. 2NO muncul di kedua ruas sehingga saling meniadakan: $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$.
3. ΔH = +180 + (−114) = **+66 kJ**.

Cek. Reaksi yang dicari tepat sama dengan hasil penjumlahan, termasuk koefisiennya.

6. ΔH dari entalpi pembentukan dan dari energi ikatan

Dengan hukum Hess, setiap reaksi dapat dibayangkan berjalan lewat unsur-unsurnya: pereaksi diuraikan menjadi unsur, lalu unsur-unsur itu membentuk hasil reaksi. Dari gagasan ini diperoleh:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H_f^\circ \text{ hasil} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ pereaksi}$$

(setiap ΔHf° dikalikan koefisiennya). Untuk reaksi gas, ΔH juga dapat diperkirakan dari **energi ikatan**, yaitu energi untuk memutus 1 mol ikatan dalam wujud gas:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \text{energi ikatan yang diputus} - \sum \text{energi ikatan yang terbentuk}$$

Perhatikan urutannya: untuk ΔHf° "hasil dikurangi pereaksi", sedangkan untuk energi ikatan "pereaksi dikurangi hasil", karena memutus ikatan pereaksi memerlukan energi.

Contoh terselesaikan 3: ΔH pembakaran dari ΔHf°

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

Soal. Hitung ΔH pembakaran metana: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$. ($\Delta H_f^\circ$ CH_4 = −74,8; CO_2 = −393,5; $H_2O(l)$ = −285,8 kJ/mol)

Langkah.

1. Σ hasil = −393,5 + 2(−285,8) = −965,1 kJ.
2. Σ pereaksi = −74,8 + 2(0) = −74,8 kJ (ΔH_f° O_2 = 0).
3. ΔH = −965,1 − (−74,8) = **−890,3 kJ**.

Cek. Nilainya negatif besar, sesuai pembakaran yang sangat eksoterm.

Contoh terselesaikan 4: ΔH dari energi ikatan

Soal. Hitung ΔH reaksi $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$. (Energi ikatan: H–H 436; Cl–Cl 242; H–Cl 431 kJ/mol)

Langkah.

1. Ikatan diputus: 1 H–H + 1 Cl–Cl = 436 + 242 = 678 kJ.
2. Ikatan terbentuk: 2 H–Cl = 2 × 431 = 862 kJ.
3. ΔH = 678 − 862 = **−184 kJ**.

Cek. Energi yang dilepas lebih besar daripada yang diserap → eksoterm ✓.

7. Membandingkan bahan bakar

Bahan bakar yang baik tidak hanya melepas banyak energi. Kita juga perlu membandingkan energi **per gram** (penting untuk bahan bakar kendaraan dan roket yang harus ringan) dan **jumlah CO_2 per energi yang dihasilkan** (penting bagi lingkungan karena CO_2 adalah gas rumah kaca). Bahan bakar dengan ΔHc per mol terbesar belum tentu yang terbaik.

Pertimbangan ini dipakai dalam kebijakan energi. Di Indonesia, rumah tangga beralih dari minyak tanah ke elpiji (campuran propana dan butana) karena elpiji terbakar lebih bersih dan lebih efisien. Peternak di desa memanfaatkan biogas (sebagian besar metana) dari kotoran ternak. Bioetanol dan biodiesel dibuat dari tanaman; karbon dalam CO_2 hasil pembakarannya berasal dari CO_2 yang sebelumnya diserap tanaman saat fotosintesis. Gas hidrogen bahkan hanya menghasilkan air saat dibakar, tetapi pembuatan dan penyimpanannya masih mahal. Setiap pilihan bahan bakar selalu menimbang tiga hal: energi yang dihasilkan, gas buang yang terbentuk, dan biaya serta keamanannya.

Contoh terselesaikan 5: metana atau propana?

Soal. ΔHc metana (CH_4, Mr 16) = −890 kJ/mol dan ΔHc propana (C_3H_8, Mr 44) = −2.220 kJ/mol. Bandingkan energi per gram dan CO_2 yang dihasilkan untuk setiap 1.000 kJ energi.

Langkah.

1. Per gram: metana 890 ÷ 16 = 55,6 kJ/g; propana 2.220 ÷ 44 = 50,5 kJ/g.
2. CO_2 per 1.000 kJ: metana menghasilkan 1 mol CO_2 tiap 890 kJ → 1.000 ÷ 890 = 1,12 mol CO_2; propana menghasilkan 3 mol CO_2 tiap 2.220 kJ → 3 × 1.000 ÷ 2.220 = 1,35 mol CO_2.
3. Metana melepas energi per gram lebih besar dan menghasilkan CO_2 lebih sedikit untuk

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

energi yang sama.

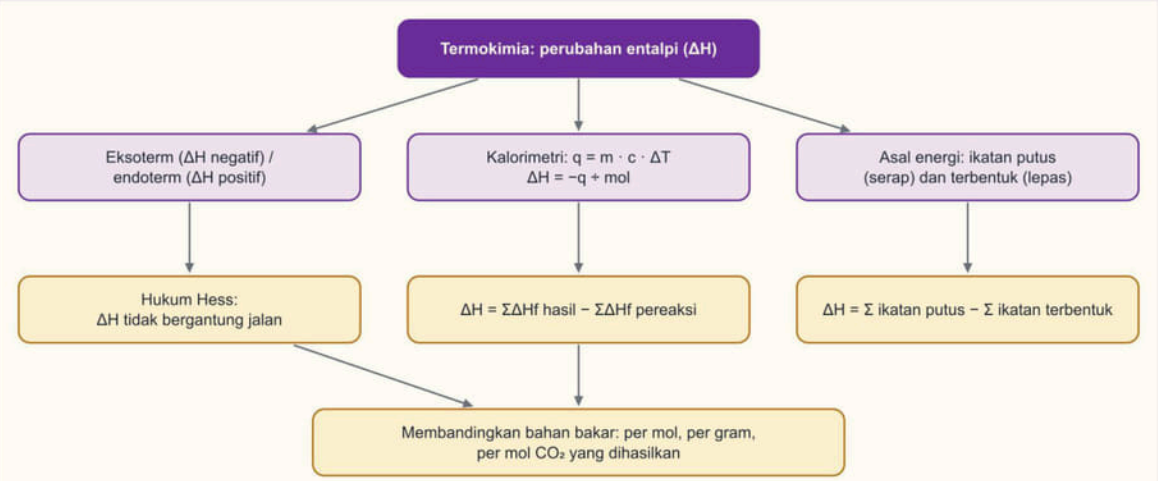
Cek. Per mol, propana memberi energi jauh lebih besar, tetapi kesimpulan "lebih ramah lingkungan" harus didasarkan pada CO_2 per energi, bukan energi per mol.

Ringkasan

- Eksoterm: kalor dilepas, ΔH negatif; endoterm: kalor diserap, ΔH positif.
- Memutus ikatan menyerap energi; membentuk ikatan melepas energi.
- Kalorimetri: $q = m \cdot c \cdot \Delta T$; $\Delta H = -q \div \text{mol}$.
- Hukum Hess: ΔH hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir.
- $\Delta H = \Sigma \Delta H_f^\circ$ hasil − $\Sigma \Delta H_f^\circ$ pereaksi = Σ energi ikatan putus − Σ energi ikatan terbentuk.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.6 menghubungkan konsep entalpi dengan cara-cara menghitung ΔH dan penerapannya.



Gambar 3.6 Peta konsep termokimia dan perubahan entalpi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Pastikan dulu **apa yang dibandingkan**: per mol, per gram, atau per CO_2.
2. Untuk kalorimetri, pakai massa larutan, ΔT, lalu bagi dengan mol zat **pembatas**. Beri tanda negatif bila suhu naik.
3. Untuk ΔH_f° dan energi ikatan, tulis tabel kecil berisi zat, koefisien, dan nilai, lalu hitung dengan urutan yang benar.
4. Cek tanda akhir. Pembakaran dan netralisasi selalu eksoterm (ΔH negatif).

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

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Tanda ΔH terbalik	suhu naik ditulis ΔH = +56 kJ/mol	suhu naik berarti eksoterm, ΔH negatif
Massa zat dipakai pada q = mcΔT	memakai massa NaOH 2 g	memakai massa seluruh larutan
Urutan rumus energi ikatan dibalik	ΔH = dibentuk − diputus	ΔH = diputus − dibentuk
Koefisien diabaikan	ΔHf° H_2O dikali 1 padahal koefisiennya 2	kalikan koefisien
"Energi terbesar" dikira "paling ramah lingkungan"	memilih bahan bakar dengan ΔHc terbesar per mol tanpa melihat CO_2	hitung CO_2 per energi
Isomer yang ΔHc-nya lebih besar dikira lebih stabil	"1-butena lebih stabil karena melepas energi lebih banyak"	melepas lebih banyak berarti energinya lebih tinggi, jadi kurang stabil

• BEDAH SOAL ASLI

Ketiga hidrokarbon sama-sama menghasilkan 5 mol CO_2 per mol. Jadi bahan bakar dengan **energi per mol terbesar** menghasilkan CO_2 paling sedikit untuk energi yang sama. Pilihan D licin karena separuhnya benar ("masing-masing 5 mol CO_2"), tetapi kesimpulannya keliru.

►. Rania mencari informasi mengenai senyawa hidrokarbon yang memiliki 5 atom karbon. Hidrokarbon dengan jumlah atom karbon rendah banyak digunakan sebagai sumber bahan bakar. Berikut data entalpi pembakaran standar ($\Delta H_c°$) yang diperoleh Rania dari berbagai sumber.

No	Hidrokarbon dengan 5 atom C	$\Delta H_c°$
1	n-pentana (C_5H_{12})	−3.509 kJ/mol
2	1-pentena (C_5H_{10})	−3.349 kJ/mol
3	siklopentana (C_5H_{10})	−3.291 kJ/mol

Berdasarkan data yang diperoleh, senyawa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar paling ramah lingkungan adalah ....

A. n-pentana karena menghasilkan CO_2 paling sedikit untuk energi yang sama.
B. 1-pentena karena memiliki ikatan rangkap sehingga pembakaran lebih mudah.
C. Siklopentana karena menghasilkan energi paling besar untuk setiap mol pembakaran.
D. Semua sama karena masing-masing menghasilkan 5 mol CO_2 per mol.
E. 1-pentena karena menghasilkan H_2O lebih banyak dibandingkan n-pentana dan siklopentana.

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

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 20,3 %

Pembahasan **Kunci: A**

Ide: "ramah lingkungan" di sini diukur dari emisi CO_2 **per energi** yang dihasilkan. Ketiga senyawa sama-sama menghasilkan 5 mol CO_2 per mol, jadi yang terbaik adalah yang melepaskan energi **terbesar** per mol.

Langkah 1 – Reaksi pembakaran sempurna.

- $C_5H_{12} + 8O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$
- $C_5H_{10} + 7{,}5O_2 \rightarrow 5CO_2 + 5H_2O$ (1-pentena dan siklopentana)

Langkah 2 – CO_2 per 1.000 kJ energi.

- n-pentana: 5 ÷ 3.509 × 1.000 = **1,42 mol**
- 1-pentena: 5 ÷ 3.349 × 1.000 = 1,49 mol
- siklopentana: 5 ÷ 3.291 × 1.000 = 1,52 mol

n-pentana menghasilkan CO_2 paling sedikit untuk energi yang sama.

Analisis opsi:

- A ✓.
- B ✗ ikatan rangkap tidak membuat emisi CO_2 per energi lebih kecil; energinya justru lebih kecil.
- C ✗ siklopentana melepas energi paling **kecil**.
- D ✗ mol CO_2 per mol bahan bakar memang sama, tetapi energinya berbeda, jadi emisi per energi tidak sama.
- E ✗ 1-pentena menghasilkan H_2O lebih sedikit (5 mol) daripada n-pentana (6 mol), dan H_2O bukan ukuran ramah lingkungan di sini.

Jawaban: A.

BEDAH SOAL PREDIKSI

Kalorimeter sederhana dari kaleng mengukur kalor yang diserap air. Kesalahan yang paling sering adalah memakai massa bahan bakar, bukan massa air, dalam $q = m \cdot c \cdot \Delta T$.

►. Sekelompok siswa membandingkan empat bahan bakar. Setiap bahan bakar sebanyak 1,0 g dibakar dalam pembakar kecil di bawah kaleng berisi 200 g air, lalu kenaikan suhu air dicatat. Kalor jenis air 4,2 J g^{-1} $°C^{-1}$, dan kalor yang diserap kaleng diabaikan. Data hasil percobaan sebagai berikut.

Bahan bakar	Massa terbakar (g)	Kenaikan suhu air (°C)
Spiritus	1,0	13
Etanol	1,0	18
Lilin parafin	1,0	28
Minyak tanah	1,0	30

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Bahan bakar yang kalornya paling besar per gram dan besar kalor yang diserap air per gram bahan bakar itu adalah ....

A. minyak tanah, 6,0 kJ/g
B. lilin parafin, 23,5 kJ/g
C. etanol, 15,1 kJ/g
D. minyak tanah, 25,2 kJ/g
E. minyak tanah, 0,126 kJ/g

Pembahasan **Kunci: D**

Konsep: kalor yang diserap air q = m·c·ΔT, dengan m = massa **air**. Karena massa bahan bakar sama (1,0 g), kenaikan suhu terbesar berarti kalor per gram terbesar.

Langkah. Minyak tanah memberi ΔT terbesar (30 °C). q = 200 × 4,2 × 30 = 25.200 J = **25,2 kJ** per gram.

Analisis opsi:

• A ✗ Kalor jenis air tidak dipakai (200 × 30 = 6.000 J). *Jebakan: lupa salah satu faktor dalam q = m·c·ΔT.*
• B ✗ Lilin parafin memberi ΔT lebih kecil.
• C ✗ Etanol bukan yang terbesar.
• D ✓ Minyak tanah, 25,2 kJ/g.
• E ✗ Massa air tidak dipakai (4,2 × 30 = 126 J).

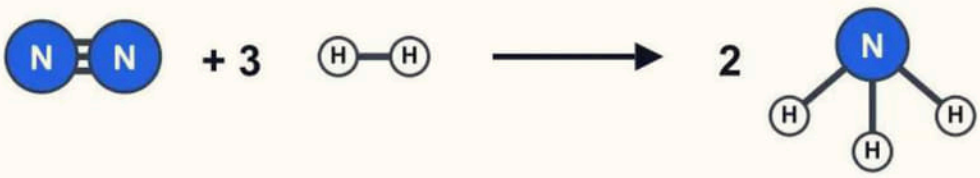
Jawaban: D.

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

✎ LATIHAN

1. Amonia untuk pupuk dibuat dari gas nitrogen dan gas hidrogen melalui proses Haber–Bosch. Gambar berikut menunjukkan model molekul pereaksi dan hasil reaksi beserta data energi ikatan rata-rata. Seorang siswa ingin memperkirakan perubahan entalpi reaksi itu tanpa data entalpi pembentukan.

Perubahan entalpi reaksi $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ berdasarkan data energi ikatan adalah ....



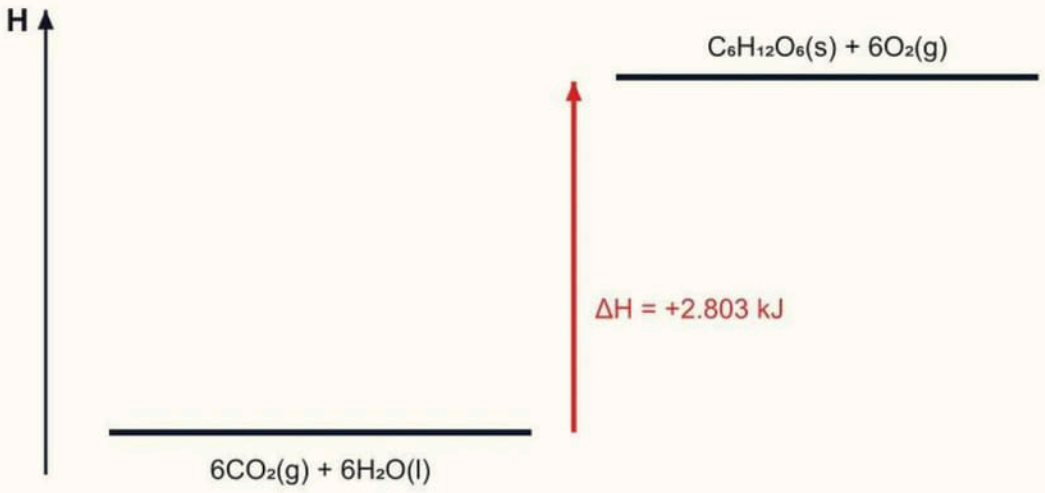
Energi ikatan rata-rata (kJ/mol): N≡N 945 · H–H 436 · N–H 391

A. −965 kJ
B. −93 kJ
C. −46,5 kJ
D. +93 kJ
E. +2.346 kJ

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

2. Fotosintesis pada tumbuhan hijau menyimpan energi cahaya matahari dalam bentuk glukosa. Diagram tingkat energi berikut menggambarkan reaksi keseluruhan fotosintesis untuk pembentukan 1 mol glukosa dari karbon dioksida dan air.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Entalpi glukosa dan oksigen lebih tinggi daripada entalpi karbon dioksida dan air.	○	○
Pembakaran sempurna 1 mol glukosa melepaskan kalor 2.803 kJ.	○	○
Pembentukan 0,5 mol glukosa melalui fotosintesis menyerap kalor 5.606 kJ.	○	○

3. Gas etuna (asetilena, C_2H_2) dipakai dalam las karbit karena nyalanya sangat panas. Entalpi pembentukan etuna sukar diukur langsung, sehingga dihitung dari data entalpi pembakaran standar berikut:
$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ \Delta H = -394$ kJ
$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)\ \Delta H = -286$ kJ
$C_2H_2(g) + 2\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)\ \Delta H = -1.300$ kJ
Entalpi pembentukan standar etuna, $2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$, adalah ....

A. −2.374 kJ
B. −226 kJ
C. +226 kJ
D. +620 kJ
E. +1.300 kJ

Kunci singkat: 1. B 2. 1B 2B 3S 3. C

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

✔ PERIKSA DIRI

- Pada kalorimeter, mengapa suhu larutan yang naik berarti ΔH reaksinya negatif?
- Tuliskan rumus ΔH dari energi ikatan dan jelaskan mengapa urutannya terbalik dibanding rumus ΔHf°.
- Bahan bakar A melepas lebih banyak energi per mol daripada B. Apakah A pasti lebih ramah lingkungan? Data apa lagi yang kamu perlukan?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-3.1

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

Sub bab 3.2 · Laju reaksi

KIM-3.2

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Soal asli 2025 No. 19 (36,8 % benar) memberi grafik konsentrasi empat zat terhadap waktu dan hanya bertanya: *mana reaktannya?* Contoh soal resmi Pusmendik no. 4 juga memakai grafik konsentrasi–waktu, kali ini untuk menghitung laju rata-rata. Jadi kemampuan pertama yang harus kamu kuasai adalah **membaca grafik laju**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- membedakan reaktan dan produk dari grafik konsentrasi–waktu, lalu menurunkan perbandingan koefisiennya;
- menghitung laju rata-rata dan membandingkan laju berbagai zat dalam satu reaksi;
- menentukan orde reaksi dan tetapan laju dari data percobaan;
- menjelaskan pengaruh konsentrasi, luas permukaan, suhu, dan katalis dengan teori tumbukan.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Besi berkarat dalam hitungan tahun, kayu terbakar dalam hitungan menit, dan petasan meledak dalam sepersekian detik. Makanan lebih awet di lemari es, dan obat kunyah bekerja lebih cepat daripada tablet utuh. Semua ini berkaitan dengan **laju reaksi**, yaitu seberapa cepat pereaksi berubah menjadi hasil reaksi.

1. Pengertian laju reaksi dan cara mengukurnya

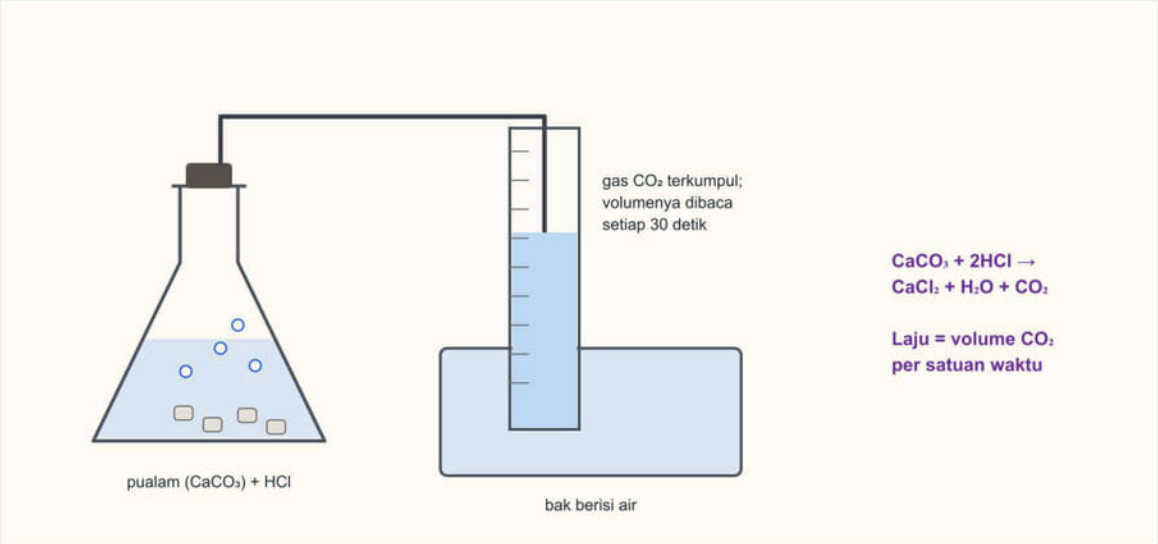
Selama reaksi berlangsung, jumlah pereaksi berkurang dan jumlah hasil reaksi bertambah. **Laju reaksi** adalah perubahan konsentrasi suatu zat per satuan waktu:

$$v = -\frac{\Delta[\text{pereaksi}]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{hasil}]}{\Delta t}$$

Tanda negatif dipakai untuk pereaksi karena konsentrasinya turun, sehingga laju tetap bernilai positif. Satuannya biasanya M/s (mol L^{-1} s^{-1}).

Di laboratorium, laju diukur dengan memantau besaran yang berubah selama reaksi: volume gas yang dihasilkan, massa yang berkurang karena gas keluar, perubahan warna, atau waktu sampai larutan menjadi keruh. Contohnya, reaksi pualam ($CaCO_3$) dengan asam klorida menghasilkan gas CO_2 yang dapat ditampung dan diukur volumenya setiap selang waktu tertentu (Gambar 3.7).

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

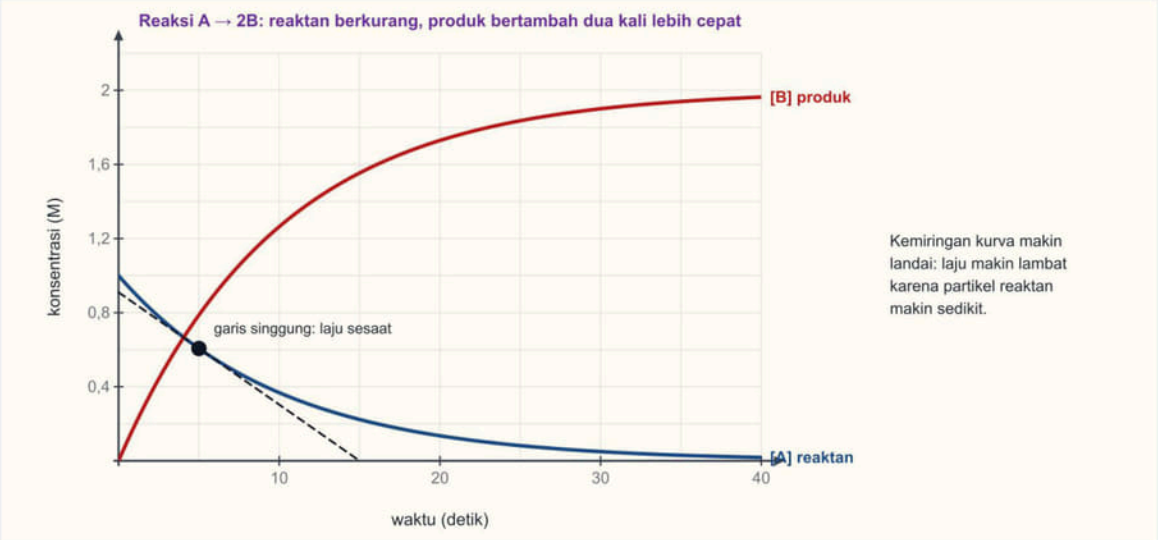


Gambar 3.7 Gas CO_2 dari reaksi pualam dengan HCl ditampung dalam gelas ukur terbalik; volumenya dicatat setiap 30 detik. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

2. Membaca grafik konsentrasi–waktu

Data laju biasanya disajikan sebagai grafik konsentrasi terhadap waktu (Gambar 3.8). Grafik ini memberi tiga informasi:

1. **Pereaksi dan hasil reaksi.** Kurva yang turun milik pereaksi; kurva yang naik milik hasil reaksi.
2. **Perbandingan koefisien.** Dalam selang waktu yang sama, perubahan konsentrasi setiap zat sebanding dengan koefisiennya. Pada reaksi A → 2B, setiap kali [A] turun 0,1 M, [B] naik 0,2 M.
3. **Laju. Laju rata-rata** adalah perubahan konsentrasi dibagi selang waktu (kemiringan garis yang menghubungkan dua titik). **Laju sesaat** pada suatu waktu adalah kemiringan garis singgung kurva di titik itu.



Gambar 3.8 Konsentrasi pereaksi A dan hasil reaksi B pada reaksi A → 2B. Kurva makin landai karena laju makin lambat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia (dihitung dengan $k = 0{,}1\ s^{-1}$).

Mengapa kurva makin landai? Pada awal reaksi, partikel pereaksi masih banyak sehingga

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

tumbukan sering terjadi. Seiring waktu, pereaksi berkurang, tumbukan makin jarang, dan laju melambat. Reaksi berhenti ketika salah satu pereaksi habis; pada saat itu kedua kurva menjadi datar.

Laju antarzat dalam satu reaksi berbanding lurus dengan koefisiennya. Untuk reaksi aA + bB → cC + dD:

$$\frac{v_A}{a} = \frac{v_B}{b} = \frac{v_C}{c} = \frac{v_D}{d}$$

Contoh terselesaikan 1: laju rata-rata dari data

Soal. Pada reaksi pualam dengan HCl, volume CO_2 yang tertampung tercatat 0 mL (detik ke-0), 24 mL (detik ke-30), 40 mL (detik ke-60), dan 50 mL (detik ke-90). Hitung laju rata-rata pembentukan CO_2 pada selang 0–30 detik dan 30–60 detik.

Langkah.

1. Selang 0–30 detik: (24 − 0) ÷ 30 = **0,80 mL/s**.
2. Selang 30–60 detik: (40 − 24) ÷ 30 = **0,53 mL/s**.

Cek. Laju menurun karena HCl dan permukaan pualam makin berkurang, sesuai bentuk kurva yang makin landai.

Contoh terselesaikan 2: laju antarzat

Soal. Pada reaksi $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$, konsentrasi H_2 berkurang dengan laju 0,6 M/s. Berapa laju pembentukan NH_3 dan laju berkurangnya N_2?

Langkah.

1. $v(H_2) \div 3 = v(NH_3) \div 2 = v(N_2) \div 1$.
2. $v(NH_3) = 0{,}6 \times 2 \div 3 =$ **0,4 M/s**.
3. $v(N_2) = 0{,}6 \div 3 =$ **0,2 M/s**.

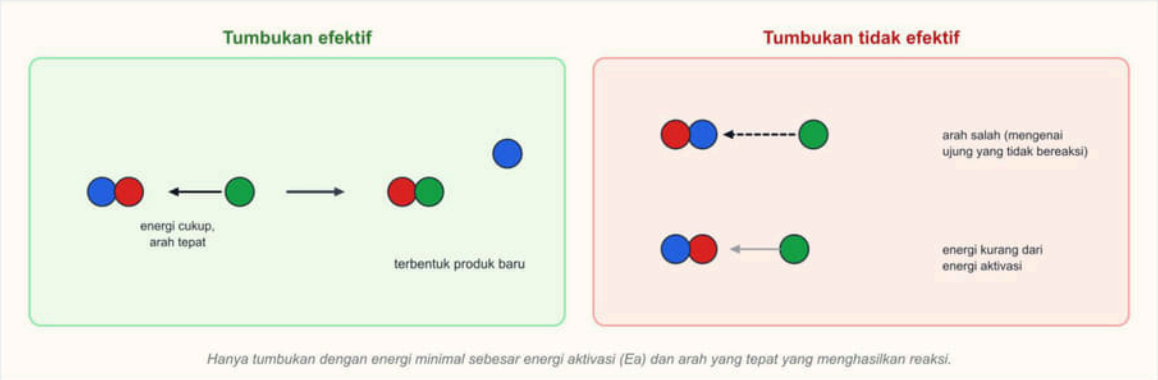
Cek. Perbandingan 0,2 : 0,6 : 0,4 = 1 : 3 : 2, sama dengan koefisien ✓.

3. Teori tumbukan

Mengapa reaksi terjadi? Menurut **teori tumbukan**, partikel-partikel pereaksi harus saling bertumbukan. Namun, tidak semua tumbukan menghasilkan reaksi (Gambar 3.9). Tumbukan yang menghasilkan reaksi, disebut **tumbukan efektif**, harus memenuhi dua syarat:

1. **energinya cukup**, yaitu paling sedikit sebesar **energi aktivasi** (Ea), energi minimum untuk memutus ikatan lama dan memulai pembentukan ikatan baru;
2. **arahnya tepat**, yaitu bagian molekul yang akan bereaksi saling bertemu.

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



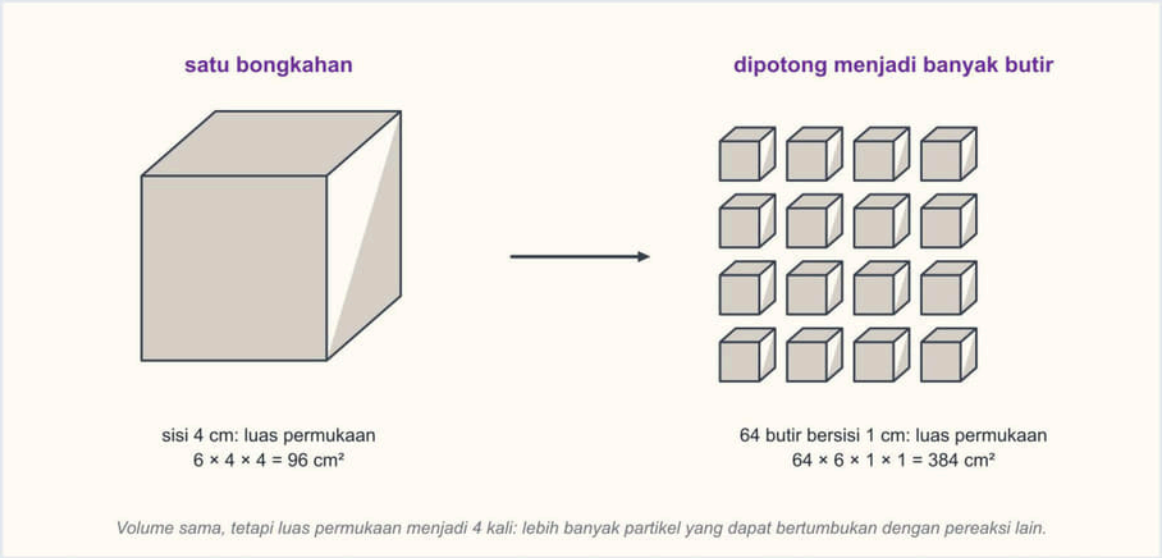
Gambar 3.9 Tumbukan yang energinya kurang atau arahnya salah tidak menghasilkan reaksi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Jadi, laju reaksi bergantung pada **berapa sering terjadi tumbukan efektif per detik**. Semua faktor yang memengaruhi laju dapat dijelaskan dengan gagasan ini. Di dalam segelas air saja, setiap molekul bertumbukan miliaran kali per detik, tetapi hanya sebagian sangat kecil tumbukan yang efektif.

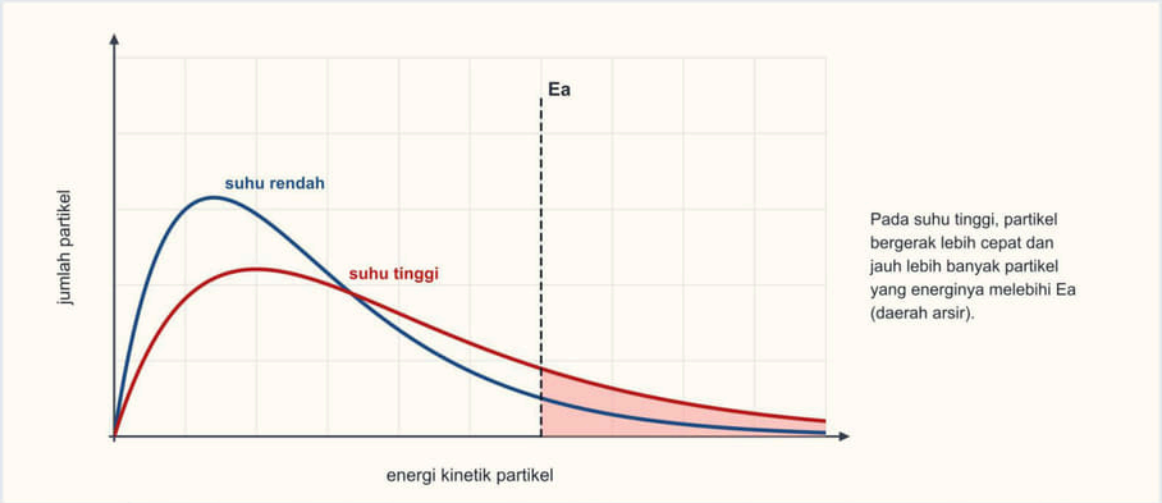
4. Faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi

1. **Konsentrasi.** Makin pekat larutan (atau makin tinggi tekanan gas), makin banyak partikel dalam ruang yang sama, sehingga tumbukan makin sering. Itulah sebabnya kayu terbakar jauh lebih hebat dalam oksigen murni daripada di udara.
2. **Luas permukaan.** Pada zat padat, hanya partikel di permukaan yang dapat bertumbukan. Memotong padatan menjadi butir kecil memperluas permukaan tanpa mengubah massanya (Gambar 3.10), sehingga tumbukan makin sering. Gula halus lebih cepat larut daripada gula batu, dan debu tepung di pabrik dapat meledak bila tersulut.
3. **Suhu.** Kenaikan suhu membuat partikel bergerak lebih cepat. Akibatnya tumbukan lebih sering, dan yang lebih penting, **jauh lebih banyak partikel yang energinya melampaui energi aktivasi** (Gambar 3.11). Sebagai patokan kasar, banyak reaksi berlangsung sekitar dua kali lebih cepat setiap kenaikan suhu 10 °C. Itulah sebabnya makanan di lemari es lebih lama basi.
4. **Katalis.** Katalis adalah zat yang mempercepat reaksi tanpa ikut habis. Katalis menyediakan jalan reaksi lain dengan **energi aktivasi lebih rendah** (Gambar 3.12), sehingga lebih banyak tumbukan yang efektif. Katalis tidak mengubah ΔH reaksi. Contohnya enzim dalam tubuh, besi pada pembuatan amonia, dan konverter katalitik pada knalpot kendaraan.

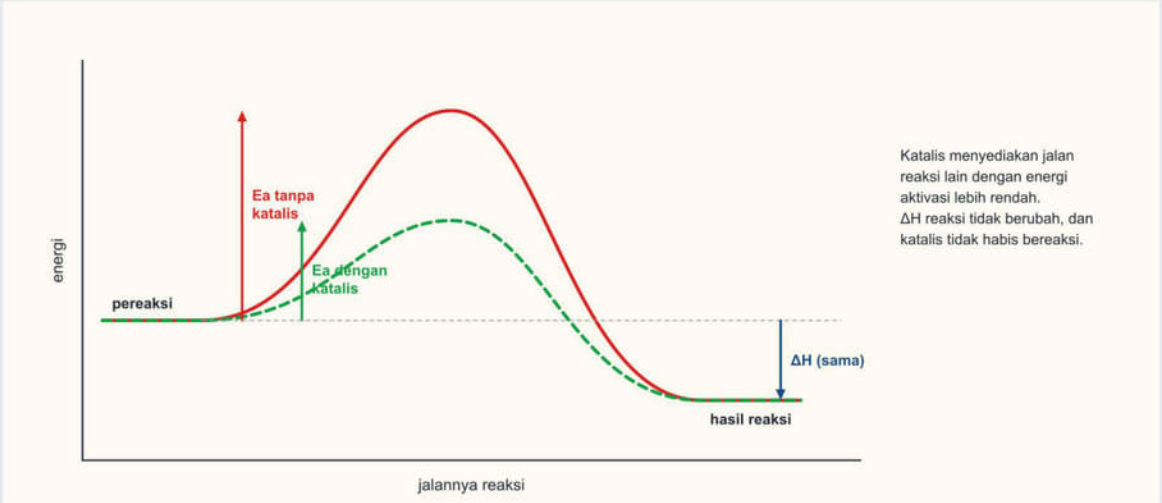
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan



Gambar 3.10 Bongkahan yang dipotong menjadi butir-butir kecil memiliki luas permukaan jauh lebih besar walaupun volumenya sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.



Gambar 3.11 Pada suhu tinggi, sebaran energi partikel bergeser ke kanan sehingga bagian partikel yang energinya melebihi Ea (daerah arsir) jauh lebih besar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.



Gambar 3.12 Katalis menurunkan energi aktivasi tetapi tidak mengubah tingkat energi pereaksi dan hasil reaksi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 3: pengaruh suhu

Soal. Suatu reaksi berlangsung dua kali lebih cepat setiap kenaikan suhu 10 °C. Pada 25 °C reaksi selesai dalam 80 menit. Berapa lama reaksi selesai pada 55 °C?

Langkah.

1. Kenaikan suhu = 55 − 25 = 30 °C = 3 × 10 °C.
2. Laju naik $2^3 = 8$ kali.
3. Waktu menjadi 80 ÷ 8 = **10 menit**.

Cek. Waktu berbanding terbalik dengan laju: laju 8 kali lebih cepat, waktu 8 kali lebih singkat.

5. Persamaan laju dan orde reaksi

Untuk reaksi aA + bB → hasil, hubungan laju dengan konsentrasi dinyatakan dengan **persamaan laju**:

$$v = k[\mathrm{A}]^m[\mathrm{B}]^n$$

dengan k = tetapan laju (bergantung pada suhu dan katalis), m = orde reaksi terhadap A, dan n = orde terhadap B. Orde total = m + n. Orde menunjukkan seberapa besar pengaruh konsentrasi terhadap laju: orde 0 berarti tidak berpengaruh, orde 1 berarti konsentrasi dua kali → laju dua kali, orde 2 berarti konsentrasi dua kali → laju empat kali.

Hal yang paling penting: **orde reaksi ditentukan dari data percobaan, bukan dari koefisien persamaan reaksi**. Caranya, bandingkan dua percobaan yang hanya berbeda konsentrasi satu zat.

Contoh terselesaikan 4: menentukan orde dari data

Soal. Untuk reaksi $2\mathrm{NO(g)} + \mathrm{Br_2(g)} \rightarrow 2\mathrm{NOBr(g)}$ diperoleh data berikut. Tentukan persamaan laju dan nilai k.

Percobaan	[NO] (M)	[Br_2] (M)	Laju (M/s)
1	0,1	0,1	12
2	0,2	0,1	48
3	0,1	0,2	24

Langkah.

1. Orde NO: bandingkan percobaan 1 dan 2 ([Br_2] tetap). [NO] naik 2 kali, laju naik 48 ÷ 12 = 4 kali → $2^m = 4$ → **m = 2**.
2. Orde Br_2: bandingkan percobaan 1 dan 3 ([NO] tetap). [Br_2] naik 2 kali, laju naik 2 kali → **n = 1**.
3. Persamaan laju: $\mathbf{v = k[NO]^2[Br_2]}$, orde total 3.
4. k dari percobaan 1: $12 = k \times (0{,}1)^2 \times 0{,}1$ → k = $\mathbf{1{,}2 \times 10^4\ M^{-2}\ s^{-1}}$.

Cek. Masukkan ke percobaan 2: $1{,}2 \times 10^4 \times (0{,}2)^2 \times 0{,}1 = 48$ ✓.

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

6. Mengatur laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari

Manusia sering sengaja mempercepat atau memperlambat reaksi. Makanan dibekukan atau disimpan di lemari es untuk memperlambat reaksi pembusukan oleh mikroba dan enzim. Buah yang dipotong cepat berubah cokelat karena reaksi dengan oksigen; mencelupkannya ke air garam atau air jeruk memperlambat reaksi itu. Sebaliknya, daging yang akan dimasak cepat sering dipotong kecil-kecil agar permukaannya luas dan panas lebih cepat merata, dan ibu rumah tangga memakai panci presto bertekanan tinggi sehingga air mendidih di atas 100 °C dan masakan lebih cepat empuk.

Di industri, laju reaksi menentukan biaya. Pabrik amonia memakai katalis besi agar reaksi berjalan cukup cepat pada suhu yang tidak terlalu tinggi. Mesin kendaraan modern dilengkapi konverter katalitik berisi logam platina yang mempercepat perubahan gas CO dan NO yang beracun menjadi CO_2 dan N_2 sebelum gas buang keluar dari knalpot. Di dalam tubuh, ribuan reaksi berjalan cepat pada suhu 37 °C hanya karena dibantu enzim, yaitu katalis biologis.

Contoh terselesaikan 5: serbuk atau keping?

Soal. Dua percobaan memakai massa pualam dan larutan HCl yang sama. Percobaan P memakai pualam serbuk, percobaan Q memakai pualam keping. Bagaimana perbedaan grafik volume CO_2 terhadap waktu keduanya?

Langkah.

1. Serbuk memiliki luas permukaan lebih besar → tumbukan lebih sering → laju awal lebih besar. Kurva P lebih curam di awal.
2. Massa pualam dan HCl sama → jumlah CO_2 total sama. Kedua kurva akhirnya mendatar pada volume yang sama, tetapi P lebih cepat mendatar.

Cek. Luas permukaan mengubah laju, bukan jumlah hasil reaksi. Jumlah hasil ditentukan oleh pereaksi pembatas (sub bab 1.4).

Ringkasan

- Laju = perubahan konsentrasi per waktu; pereaksi turun, hasil naik; laju antarzat sebanding dengan koefisien.
- Reaksi terjadi lewat tumbukan efektif: energi ≥ Ea dan arah tepat.
- Konsentrasi dan luas permukaan memperbanyak tumbukan; suhu memperbanyak partikel yang melampaui Ea; katalis menurunkan Ea.
- Persamaan laju $v = k[A]^m[B]^n$; orde ditentukan dari data percobaan, bukan dari koefisien.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.13 menghubungkan pengertian laju, teori tumbukan, faktor-faktor laju, dan persamaan laju.

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



Gambar 3.13 Peta konsep laju reaksi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Pada grafik, tandai dulu kurva turun (reaktan) dan kurva naik (produk). Setelah itu baru baca angkanya.
2. Untuk orde, cari pasangan percobaan yang hanya satu konsentrasinya berubah. Bila tidak ada, bagi persamaan laju dua percobaan secara langsung.
3. Untuk perubahan waktu, ingat bahwa laju 4 kali berarti waktu ¼ kali.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Reaktan dan produk tertukar	"H_2O reaktan karena kurvanya tinggi"	lihat **arah** kurva, bukan tingginya
Orde diambil dari koefisien	$2NO + 2H_2$ dianggap berorde 2 terhadap H_2	orde dari data percobaan
Laju dan jumlah produk tertukar	"serbuk menghasilkan gas lebih banyak"	serbuk hanya mempercepat; jumlah produk ditentukan pereaksi pembatas
Katalis dikira menggeser hasil	"katalis menambah jumlah produk"	katalis hanya mempercepat tercapainya hasil yang sama
Laju dan waktu tidak dibalik	laju 12 kali, waktu dikali 12	waktu dibagi 12
Suhu naik dikira hanya menambah tumbukan	"suhu naik, tumbukan lebih sering" saja	penyebab utamanya: lebih banyak tumbukan yang energinya ≥ Ea

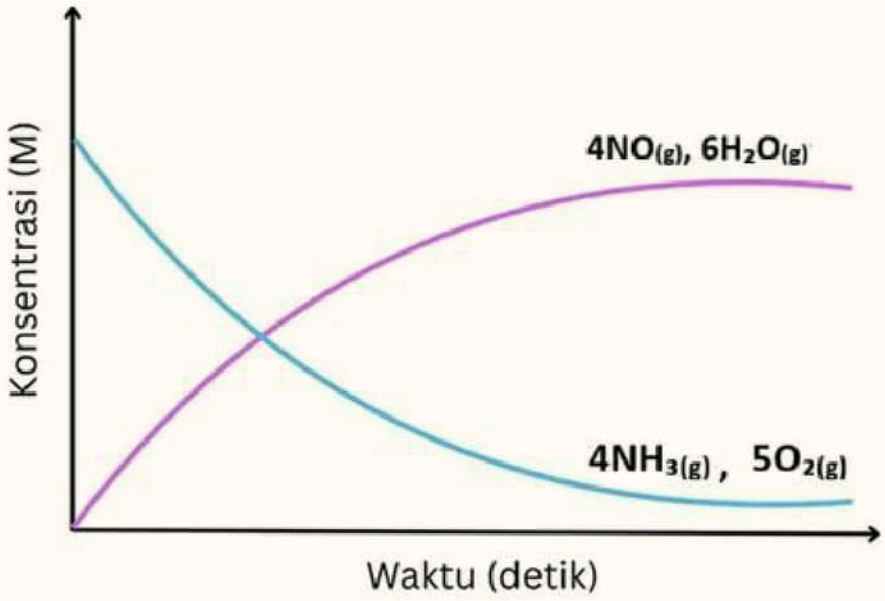
• BEDAH SOAL ASLI

Dua kurva turun (NH_3 dan O_2) adalah reaktan, dan dua kurva naik (NO dan H_2O) adalah produk. Pengecohnya selalu memasangkan satu produk dengan satu reaktan, atau dua produk. Kamu cukup membaca arah kurva.

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

►. Perhatikan grafik yang menggambarkan perubahan konsentrasi zat-zat terhadap waktu pada suatu reaksi berikut.

Berdasarkan grafik tersebut, reaktan dari reaksi tersebut adalah ....



A. NO dan H_2O
B. NH_3 dan NO
C. NH_3 dan O_2
D. NH_3 dan H_2O
E. H_2O dan O_2

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 36,8 %

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: selama reaksi berlangsung, konsentrasi **reaktan berkurang** (dipakai), sedangkan konsentrasi **produk bertambah** (terbentuk). Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berkurangnya konsentrasi reaktan atau bertambahnya konsentrasi produk per satuan waktu.

Membaca grafik:

• Kurva biru (NH_3 dan O_2) dimulai dari konsentrasi tinggi lalu **turun** → reaktan.
• Kurva ungu (NO dan H_2O) dimulai dari nol lalu **naik** → produk.
Reaksinya: $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ (oksidasi amonia, tahap awal proses Ostwald).

Analisis opsi:

• A ✗ NO dan H_2O adalah produk.
• B ✗ NO adalah produk.
• C ✓ NH_3 dan O_2.
• D ✗ H_2O adalah produk.
• E ✗ H_2O adalah produk.

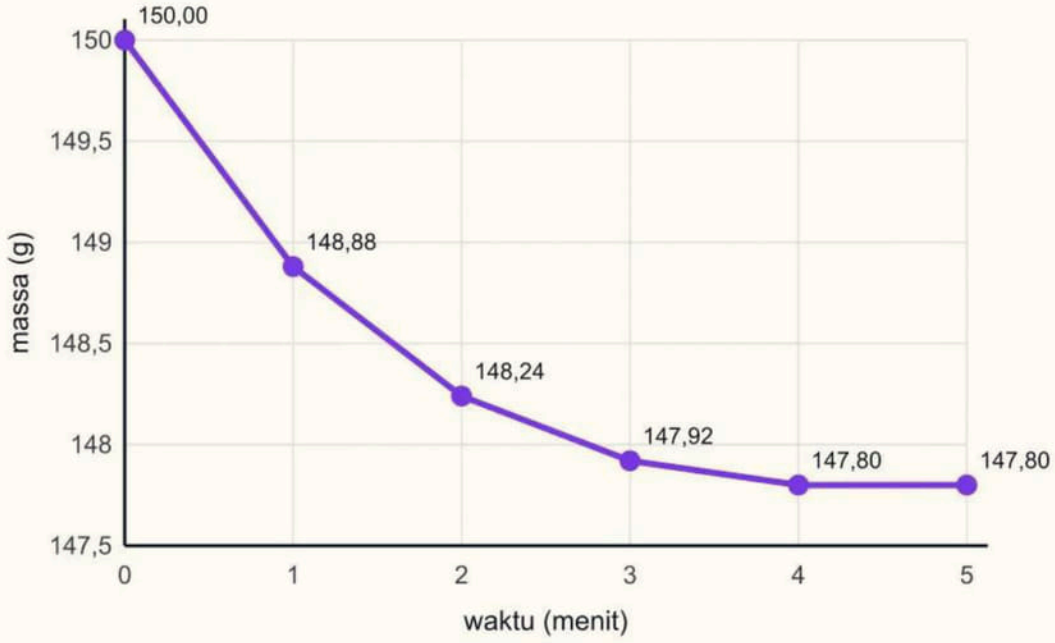
Jawaban: C.

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

BEDAH SOAL PREDIKSI

Laju reaksi dapat diukur dari massa yang hilang ketika gas keluar dari wadah. Hitung perubahan massa hanya pada selang waktu yang ditanyakan.

►. Kepingan pualam ($CaCO_3$) dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi larutan HCl yang diletakkan di atas neraca. Mulut erlenmeyer ditutup kapas sehingga gas CO_2 dapat keluar, tetapi percikan cairan tertahan. Grafik berikut menunjukkan massa erlenmeyer beserta isinya selama reaksi berlangsung.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Laju rata-rata pembentukan gas CO_2 selama 2 menit pertama adalah ....



A. 0,44 g/menit
B. 0,88 g/menit
C. 1,12 g/menit
D. 1,76 g/menit
E. 74,1 g/menit

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: massa yang hilang dari erlenmeyer sama dengan massa CO_2 yang keluar. Laju rata-rata = perubahan massa ÷ selang waktu.

Langkah. Pada menit ke-0 massa 150,00 g; pada menit ke-2 massa 148,24 g. CO_2 yang terbentuk = 1,76 g. Laju = 1,76 ÷ 2 = **0,88 g/menit**.

Analisis opsi:

- A ✗ Hasil dibagi 4.
- B ✓ 0,88 g/menit.
- C ✗ Ini laju pada menit pertama saja (150,00 − 148,88). *Jebakan: tertukar laju selang waktu yang diminta.*
- D ✗ Massa CO_2 belum dibagi waktu.
- E ✗ Massa sisa dibagi waktu, bukan perubahan massanya.

Jawaban: B.

✎ LATIHAN

1. Pada percobaan "tanda silang menghilang", larutan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) dicampur dengan HCl berlebih di atas kertas bertanda silang. Endapan belerang yang terbentuk membuat tanda silang lama-kelamaan tidak terlihat. Waktu sampai tanda silang hilang dicatat untuk berbagai konsentrasi tiosulfat, sedangkan konsentrasi HCl dan suhu dibuat tetap. Data hasil percobaan sebagai berikut.

$[Na_2S_2O_3]$ (M)	Waktu tanda silang hilang (s)
0,20	20
0,10	40
0,05	80

Bila percobaan diulang dengan $[Na_2S_2O_3]$ = 0,25 M, tanda silang diperkirakan hilang setelah ....

A. 10 s
B. 12,8 s
C. 16 s
D. 20 s
E. 25 s

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

2. Ikan segar yang dibiarkan di meja dapur pada siang hari mulai berbau busuk setelah beberapa jam, sedangkan ikan yang sama yang disimpan di lemari pendingin tetap segar selama beberapa hari. Pembusukan disebabkan oleh reaksi-reaksi kimia yang dibantu oleh enzim dan mikroba.

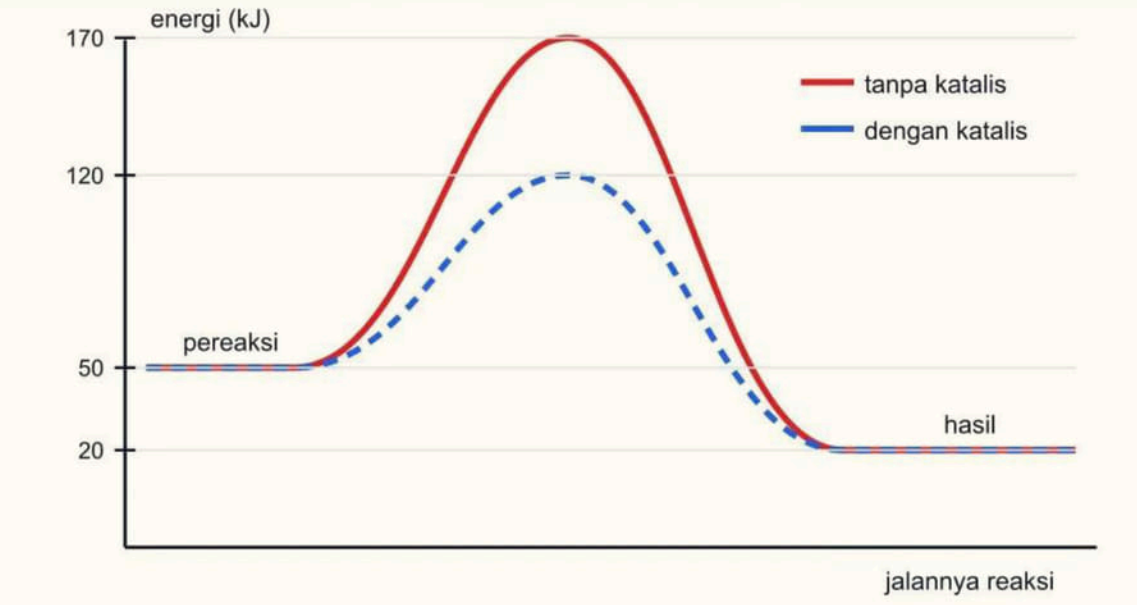
Penjelasan yang tepat menurut teori tumbukan adalah ....

A. Suhu rendah menaikkan energi aktivasi reaksi pembusukan pada ikan.
B. Lemari pendingin menambah konsentrasi zat pengawet alami dalam ikan.
C. Suhu rendah membuat bidang sentuh ikan dengan udara menjadi makin luas.
D. Udara dingin bertindak sebagai katalis yang memperlambat reaksi pembusukan.
E. Pada suhu rendah, sedikit partikel berenergi cukup untuk tumbukan efektif.

3. Diagram berikut menunjukkan profil energi suatu reaksi gas A → B, dengan dan tanpa katalis. Nilai energi pada sumbu tegak dalam kJ per mol. Seorang siswa diminta menentukan energi aktivasi dan perubahan entalpi reaksi dari diagram itu.

Data disederhanakan untuk latihan soal.

Energi aktivasi reaksi **balik** (B → A) tanpa katalis adalah ....



A. 30 kJ
B. 90 kJ
C. 100 kJ
D. 120 kJ
E. 150 kJ

Kunci singkat: 1. C 2. E 3. E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Pada grafik konsentrasi–waktu, bagaimana kamu menentukan koefisien reaksi?
- Mengapa orde reaksi tidak boleh diambil dari koefisien persamaan reaksi?
- Jelaskan dengan teori tumbukan mengapa kenaikan suhu 10 °C bisa melipatduakan laju, padahal jumlah tumbukannya hanya bertambah sedikit.

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-3.2

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia

KIM-3.3

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Dua soal asli 2025 menguji kesetimbangan, dan keduanya hanya dijawab benar oleh kurang dari seperempat peserta:

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 23	suhu terbaik untuk produksi etanol dari etena (grafik + Kc)	23,6 %
No. 22	arah pergeseran bila tekanan dinaikkan (koefisien dari grafik)	24,0 %

Contoh soal resmi Pusmendik no. 3 juga berasal dari sini: mengelompokkan variabel bebas, terikat, dan terkontrol dari percobaan kesetimbangan $NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ yang dipanaskan.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menurunkan persamaan reaksi kesetimbangan dari grafik perubahan jumlah zat;
- menulis dan menghitung Kc dan Kp, serta memakai Qc untuk menentukan arah reaksi;
- memprediksi pergeseran kesetimbangan akibat perubahan konsentrasi, tekanan atau volume, dan suhu (asas Le Chatelier);
- memilih kondisi industri yang optimal dengan menimbang hasil dan laju.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

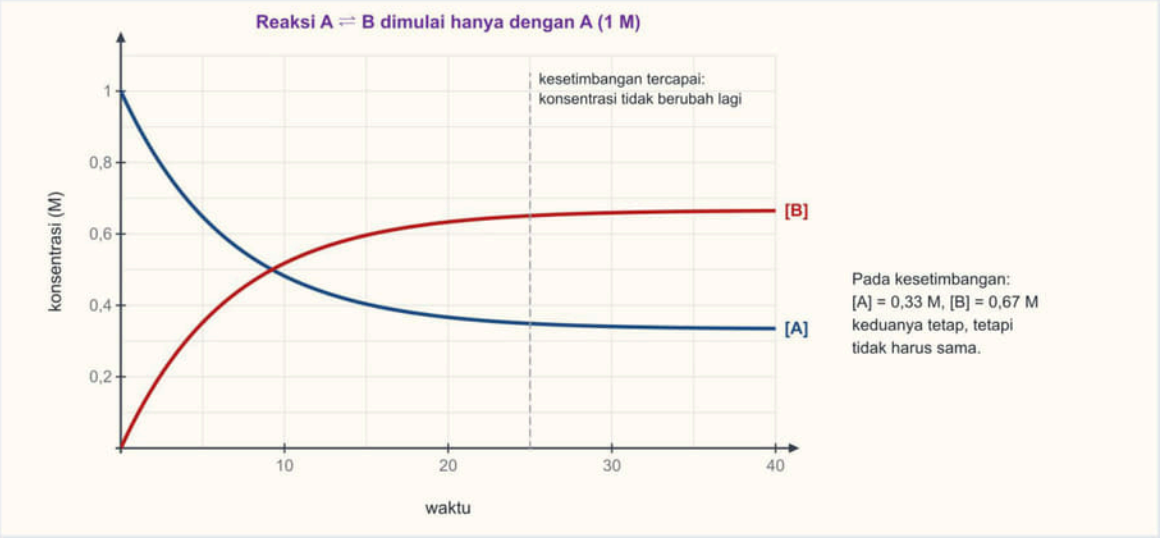
Botol minuman bersoda yang tertutup tampak tenang: tidak ada gelembung yang muncul. Namun, di dalamnya gas CO_2 terus-menerus larut ke dalam minuman dan keluar lagi ke ruang kosong di atasnya, dengan laju yang sama. Saat tutup dibuka, keseimbangan itu terganggu dan gelembung bermunculan. Keadaan seimbang yang "diam di luar tetapi sibuk di dalam" ini disebut **kesetimbangan kimia**.

1. Reaksi bolak-balik dan kesetimbangan dinamis

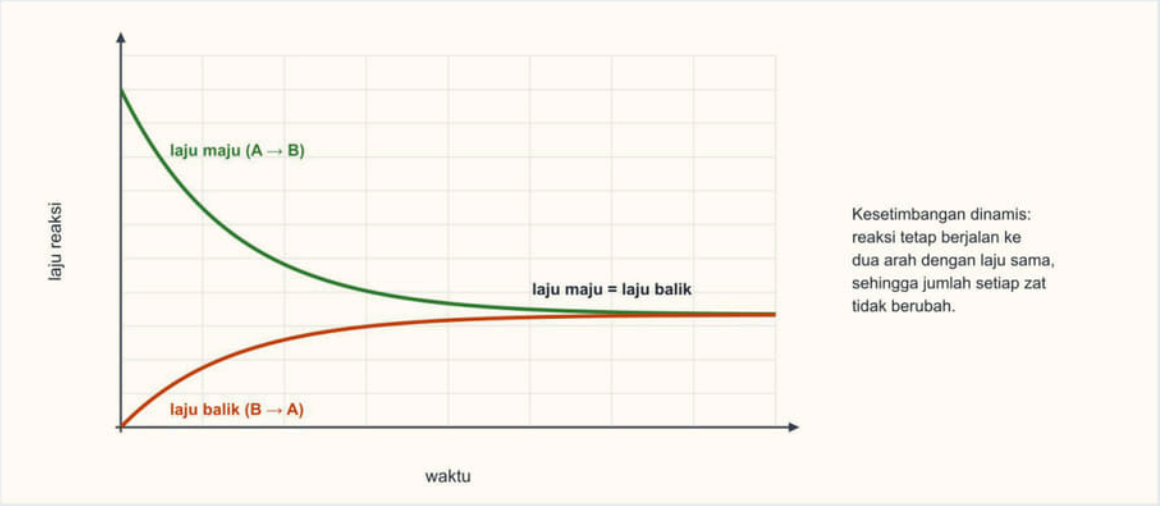
Banyak reaksi dapat berlangsung ke dua arah: pereaksi membentuk hasil reaksi (**reaksi maju**), dan hasil reaksi dapat bereaksi kembali membentuk pereaksi (**reaksi balik**). Reaksi seperti ini ditulis dengan tanda panah dua arah (⇌), misalnya $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$.

Bayangkan reaksi A ⇌ B dimulai hanya dengan zat A (Gambar 3.14). Mula-mula reaksi maju berlangsung cepat karena A banyak, sedangkan reaksi balik belum terjadi karena B belum ada. Seiring waktu, A berkurang sehingga laju maju turun, dan B bertambah sehingga laju balik naik (Gambar 3.15). Akhirnya **laju maju sama dengan laju balik**. Sejak saat itu, setiap molekul B yang terbentuk diimbangi satu molekul B yang kembali menjadi A, sehingga konsentrasi semua zat tetap.

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



Gambar 3.14 Konsentrasi A dan B berubah sampai kesetimbangan tercapai, lalu tetap. Konsentrasi pada kesetimbangan tidak harus sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia (dihitung untuk K = 2).



Gambar 3.15 Laju maju turun dan laju balik naik sampai keduanya sama besar. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Keadaan ini disebut **kesetimbangan dinamis**. Ada tiga hal penting:

1. reaksi tidak berhenti; kedua arah tetap berjalan dengan laju sama;
2. konsentrasi setiap zat tetap, tetapi **tidak harus sama** satu sama lain;
3. kesetimbangan hanya tercapai dalam **sistem tertutup**, karena zat tidak boleh keluar atau masuk.

2. Tetapan kesetimbangan Kc dan Kp

Untuk reaksi umum aA + bB ⇌ cC + dD yang setimbang, perbandingan berikut selalu bernilai tetap pada suhu tertentu:

$$K_c = \frac{[\mathrm{C}]^c[\mathrm{D}]^d}{[\mathrm{A}]^a[\mathrm{B}]^b}$$

dengan [ ] = konsentrasi (M) pada saat setimbang, dipangkatkan koefisiennya. **Zat padat dan cairan murni tidak ditulis** dalam rumus Kc, karena "konsentrasinya" tetap. Contohnya, untuk $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$, $K_c = [CO_2]$.

Nilai K hanya berubah bila suhu berubah; mengubah jumlah awal zat tidak mengubah K, tetapi mengubah konsentrasi masing-masing zat saat setimbang. Nilai K memberi gambaran posisi kesetimbangan. K yang sangat besar berarti saat setimbang hasil reaksi jauh lebih banyak; K yang sangat kecil berarti pereaksi jauh lebih banyak.

Untuk reaksi gas, kesetimbangan juga dapat dinyatakan dengan tekanan parsial setiap gas, menghasilkan **Kp**. Rumusnya sama, hanya konsentrasi diganti tekanan parsial. Tekanan parsial suatu gas = fraksi mol gas itu × tekanan total.

Pengayaan: hubungan keduanya adalah Kp = Kc(RT)^Δn, dengan Δn = jumlah koefisien gas hasil − jumlah koefisien gas pereaksi.

Contoh terselesaikan 1: menghitung Kc

Soal. Dalam wadah 2 L, kesetimbangan $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ tercapai dengan 0,4 mol SO_2, 0,2 mol O_2, dan 1,6 mol SO_3. Hitung Kc.

Langkah.

1. Konsentrasi: $[SO_2] = 0{,}4 \div 2 = 0{,}2$ M; $[O_2] = 0{,}1$ M; $[SO_3] = 0{,}8$ M.
2. $K_c = [SO_3]^2 \div ([SO_2]^2[O_2]) = (0{,}8)^2 \div ((0{,}2)^2 \times 0{,}1) = 0{,}64 \div 0{,}004 = \mathbf{160}$.

Cek. Mol harus diubah ke konsentrasi dulu. Bila mol langsung dipakai, hasilnya 80, nilai yang keliru karena jumlah koefisien kedua ruas tidak sama.

3. Hasil bagi reaksi Q: ke mana reaksi bergeser?

Bila campuran belum setimbang, nilai perbandingan yang sama (dengan konsentrasi saat itu) disebut **hasil bagi reaksi**, Qc. Membandingkan Qc dengan Kc memberi tahu arah reaksi:

1. Qc lebih kecil daripada Kc: hasil reaksi masih terlalu sedikit → reaksi bergeser **ke kanan** (maju).
2. Qc sama dengan Kc: sistem sudah setimbang.

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

3. Qc lebih besar daripada Kc: hasil reaksi terlalu banyak → reaksi bergeser **ke kiri** (balik).

Contoh terselesaikan 2: arah reaksi dari Qc

Soal. Untuk $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$, Kc = 64 pada suhu tertentu. Sebuah campuran berisi $[H_2]$ = 0,1 M, $[I_2]$ = 0,1 M, dan [HI] = 0,5 M. Apakah campuran itu setimbang? Ke mana reaksi bergeser?

Langkah.

1. $Qc = (0,5)^2 \div (0,1 \times 0,1) = 0,25 \div 0,01 = 25$.
2. Qc (25) lebih kecil daripada Kc (64) → belum setimbang; HI masih kurang.
3. Reaksi bergeser **ke kanan**: H_2 dan I_2 bereaksi membentuk HI sampai Qc = 64.

Cek. Arah selalu menuju keadaan Qc = Kc.

Contoh terselesaikan 3: konsentrasi pada kesetimbangan

Soal. Sebanyak 1 mol H_2 dan 1 mol I_2 dimasukkan ke wadah 1 L dan dibiarkan setimbang (Kc = 64). Hitung konsentrasi setiap zat saat setimbang.

Langkah.

	H_2	I_2	2HI
Mula-mula (M)	1	1	0
Reaksi (M)	−x	−x	+2x
Setimbang (M)	1 − x	1 − x	2x

1. $Kc = (2x)^2 \div (1 - x)^2 = 64 \rightarrow 2x \div (1 - x) = 8$ (akar kedua ruas).
2. $2x = 8 - 8x \rightarrow 10x = 8 \rightarrow x = 0,8$.
3. $[H_2] = [I_2] =$ **0,2 M**; [HI] = **1,6 M**.

Cek. $(1,6)^2 \div (0,2 \times 0,2) = 2,56 \div 0,04 = 64$ ✓.

4. Asas Le Chatelier

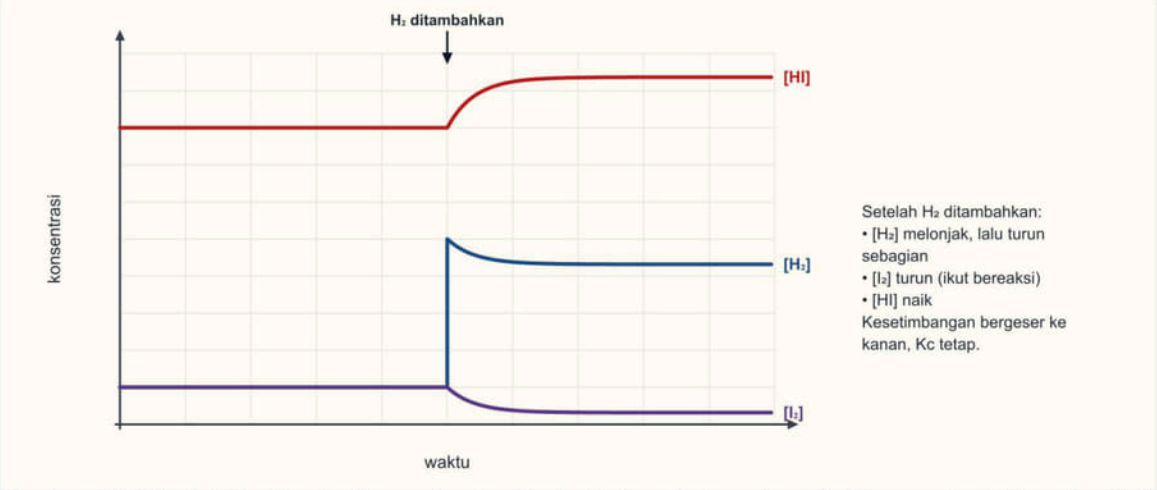
Henri Le Chatelier (1884) merumuskan: **bila sistem setimbang diberi gangguan, sistem akan bergeser untuk mengurangi pengaruh gangguan itu**. Pergeseran ini dapat dijelaskan dengan tumbukan partikel.

1. **Konsentrasi.** Bila salah satu zat ditambah, tumbukan yang memakai zat itu menjadi lebih sering, sehingga reaksi yang memakai zat itu sementara lebih cepat. Kesetimbangan bergeser **menjauhi** zat yang ditambahkan. Bila suatu zat diambil, kesetimbangan bergeser **ke arah** zat itu. Gambar 3.16 memperlihatkan contoh penambahan H_2 pada kesetimbangan $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$.
2. **Tekanan dan volume (reaksi gas).** Memperkecil volume menaikkan tekanan. Sistem mengurangi tekanan dengan bergeser ke ruas yang **jumlah mol gasnya lebih sedikit** (Gambar 3.17). Bila jumlah mol gas kedua ruas sama, perubahan tekanan tidak menggeser kesetimbangan.
3. **Suhu.** Menaikkan suhu menggeser kesetimbangan ke arah reaksi **endoterm** (yang

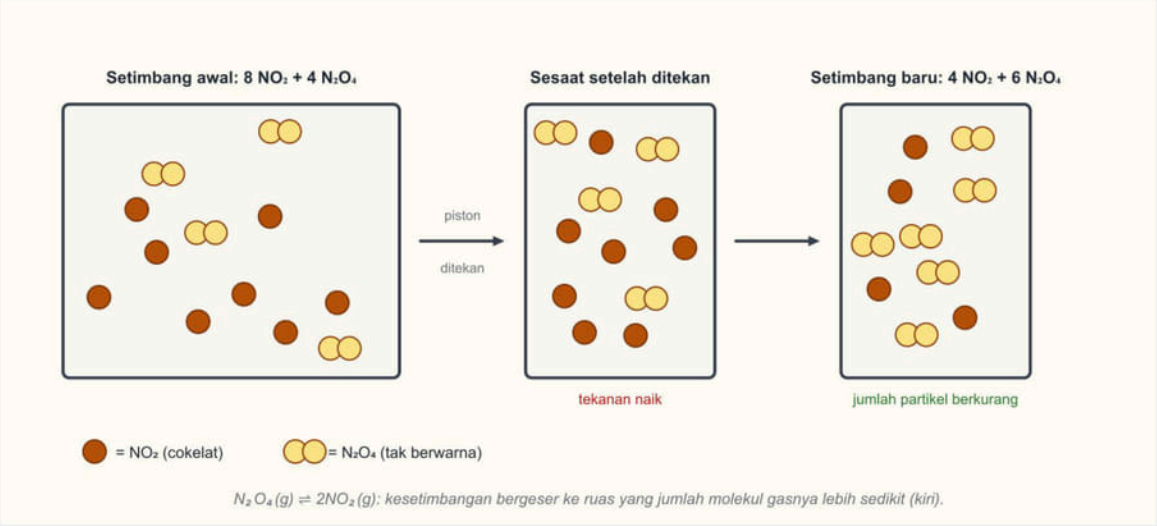
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

menyerap kalor); menurunkan suhu menggeser ke arah **eksoterm** (Gambar 3.18). Suhu adalah satu-satunya faktor yang **mengubah nilai K**.

4. **Katalis.** Katalis mempercepat reaksi maju dan reaksi balik sama besar, sehingga kesetimbangan lebih cepat tercapai, tetapi **tidak menggeser** posisinya dan tidak mengubah K.

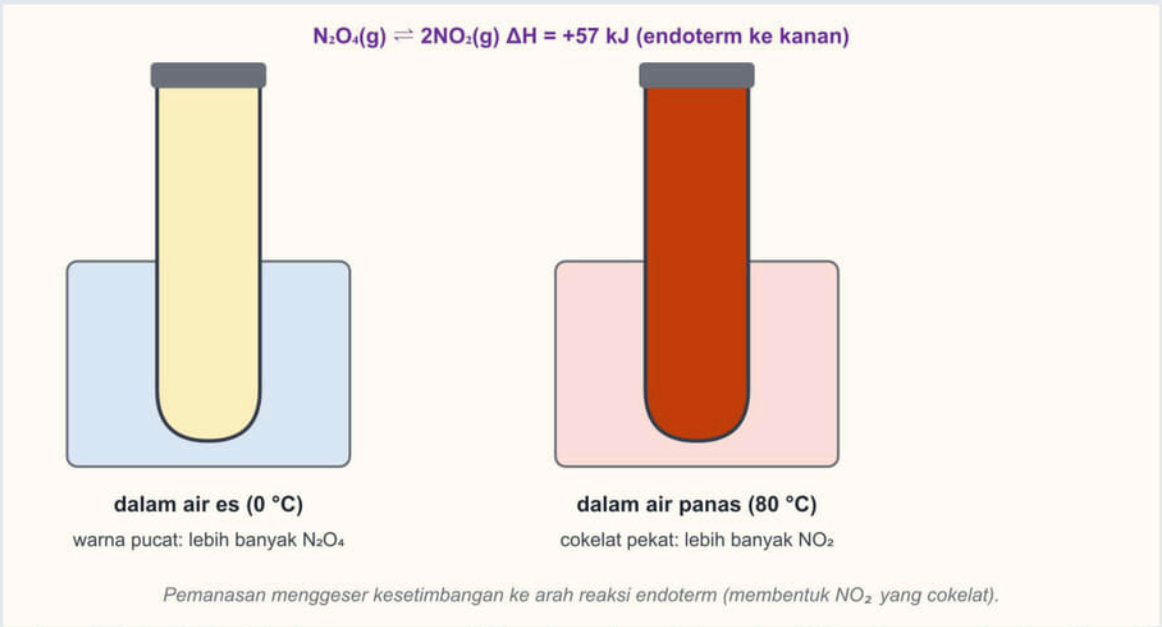


Gambar 3.16 Setelah H_2 ditambahkan, sebagian H_2 dan I_2 bereaksi membentuk HI sampai setimbang kembali dengan nilai Kc yang sama. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia (dihitung untuk Kc = 64).



Gambar 3.17 Saat volume diperkecil, kesetimbangan bergeser ke arah N_2O_4 yang jumlah molekulnya lebih sedikit, sehingga tekanan berkurang kembali. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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



Gambar 3.18 Gas N_2O_4–NO_2 berwarna pucat dalam air es dan cokelat pekat dalam air panas. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 4: arah pergeseran

Soal. Pada reaksi $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $\Delta H = -198$ kJ, ke mana kesetimbangan bergeser bila (a) O_2 ditambahkan, (b) tekanan dinaikkan, (c) suhu dinaikkan, (d) katalis V_2O_5 ditambahkan?

Langkah.

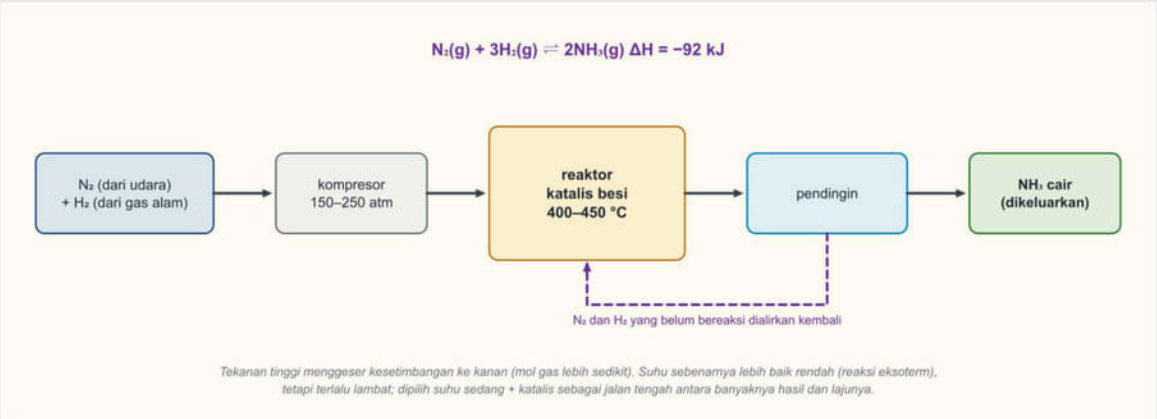
1. (a) O_2 ditambah → bergeser menjauhi O_2 → **ke kanan**.
2. (b) Mol gas kiri 2 + 1 = 3, kanan 2 → tekanan naik → ke ruas mol lebih sedikit → **ke kanan**.
3. (c) Reaksi ke kanan eksoterm, jadi ke kiri endoterm → suhu naik → **ke kiri**, dan nilai K turun.
4. (d) Katalis → **tidak bergeser**, hanya lebih cepat setimbang.

Cek. Hanya perubahan suhu yang mengubah nilai K; perubahan lain hanya mengubah posisi kesetimbangan.

5. Kesetimbangan di industri

Industri ingin hasil sebanyak mungkin (posisi kesetimbangan) **dan** secepat mungkin (laju). Kedua tujuan ini kadang bertentangan, sehingga dipilih kondisi jalan tengah (**kondisi optimum**).

Proses **Haber-Bosch** membuat amonia untuk pupuk: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, $\Delta H = -92$ kJ (Gambar 3.19). Tekanan tinggi (150–250 atm) dipakai karena mol gas di kanan lebih sedikit. Suhu rendah sebenarnya menguntungkan hasil karena reaksinya eksoterm, tetapi pada suhu rendah reaksinya sangat lambat; karena itu dipakai suhu sedang (sekitar 400–450 °C) bersama katalis besi. Amonia yang terbentuk didinginkan sampai mencair dan dikeluarkan, sehingga kesetimbangan terus bergeser ke kanan, sedangkan N_2 dan H_2 yang belum bereaksi dialirkan kembali. Prinsip serupa dipakai pada **proses kontak** pembuatan asam sulfat, dengan katalis V_2O_5.



Gambar 3.19 Bagan sederhana pembuatan amonia dengan proses Haber-Bosch. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Kesetimbangan juga terjadi di alam. Air hujan yang mengandung CO_2 melarutkan batu kapur menurut $CaCO_3(s) + CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2HCO_3^-(aq)$. Ketika air itu menetes dari langit-langit gua, sebagian CO_2 lepas ke udara gua; sesuai asas Le Chatelier, kesetimbangan bergeser ke kiri dan $CaCO_3$ mengendap sedikit demi sedikit. Selama ribuan tahun, endapan itu

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

tumbuh menjadi stalaktit dan stalagmit seperti yang dapat dilihat di gua-gua kapur di Indonesia.

Saat merancang percobaan kesetimbangan, bedakan tiga jenis variabel: **variabel bebas** (yang sengaja diubah, misalnya suhu), **variabel terikat** (yang diukur akibatnya, misalnya konsentrasi hasil), dan **variabel terkontrol** (yang dijaga tetap, misalnya volume wadah dan jumlah awal pereaksi).

Contoh terselesaikan 5: membaca grafik gangguan

Soal. Perhatikan Gambar 3.16. Mengapa $[H_2]$ tidak kembali ke nilai awalnya setelah H_2 ditambahkan, padahal kesetimbangan bergeser untuk "melawan" penambahan itu?

Langkah.

1. Penambahan H_2 membuat Qc lebih kecil daripada Kc, sehingga reaksi bergeser ke kanan: H_2 dan I_2 dipakai, HI bertambah.
2. Pergeseran berhenti saat Qc = Kc lagi. Pada keadaan baru, [HI] lebih besar, sehingga $[H_2] \times [I_2]$ juga harus lebih besar daripada semula.
3. Karena $[I_2]$ berkurang, $[H_2]$ harus tetap lebih tinggi daripada sebelum penambahan.

Cek. Le Chatelier menyatakan sistem **mengurangi** pengaruh gangguan, bukan menghapusnya sama sekali.

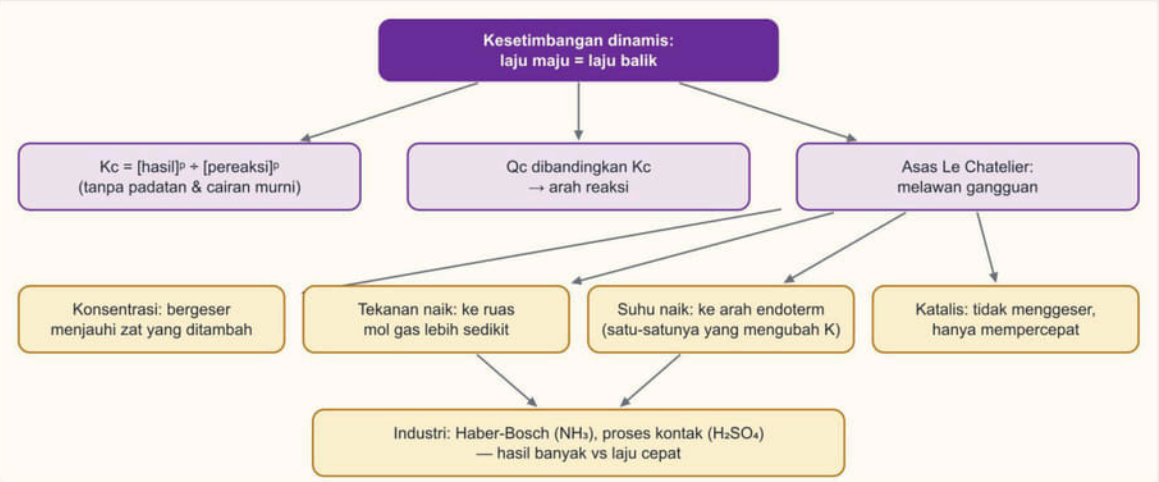
Ringkasan

- Kesetimbangan dinamis: laju maju = laju balik; konsentrasi tetap tetapi tidak harus sama; hanya dalam sistem tertutup.
- Kc = konsentrasi hasil ÷ konsentrasi pereaksi, masing-masing dipangkatkan koefisiennya; padatan dan cairan murni tidak ditulis.
- Qc dibandingkan Kc menentukan arah reaksi.
- Le Chatelier: tambah zat → menjauhi; tekanan naik → ke mol gas sedikit; suhu naik → ke endoterm (K berubah); katalis tidak menggeser.
- Industri memilih kondisi optimum antara banyaknya hasil dan laju reaksi.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.20 merangkum konsep kesetimbangan kimia dan faktor-faktor yang menggesernya.

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



Gambar 3.20 Peta konsep kesetimbangan kimia. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. **Koefisien dari grafik:** gunakan **perubahan** jumlah setiap zat (awal – akhir), bukan jumlah saat setimbang.
2. **Arah reaksi dari data suhu:** bila produk lebih banyak pada suhu rendah, reaksi ke kanan bersifat eksoterm.
3. **Tekanan:** hitung koefisien gas saja di setiap ruas.
4. Pada pilihan "pergeseran karena alasan", periksa arah pergeseran, alasannya, **dan** pengaruhnya pada K.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Jumlah saat setimbang dipakai sebagai koefisien	A 2, B 3, A_2B 2 dianggap koefisien	koefisien = perubahan: 4 : 2 : 2 = 2 : 1 : 1
Tekanan dikira mengubah K	"volume diperkecil, Kc ikut membesar"	Kc tetap; hanya posisi kesetimbangan yang bergeser
Eksoterm + suhu turun, tetapi K dibilang turun	"eksoterm, suhu diturunkan, Kc berkurang"	eksoterm + suhu turun → Kc naik
Katalis dikira menggeser kesetimbangan	"tambah katalis agar NH_3 lebih banyak"	katalis hanya mempercepat
Zat padat atau cair ditulis di Kc	$CaCO_3(s)$ dimasukkan ke rumus Kc	zat padat dan cair murni tidak ditulis
Konsentrasi awal dipakai di Kc	mol awal dibagi volume dimasukkan ke Kc	pakai baris "setimbang" dari tabel M–R–S

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

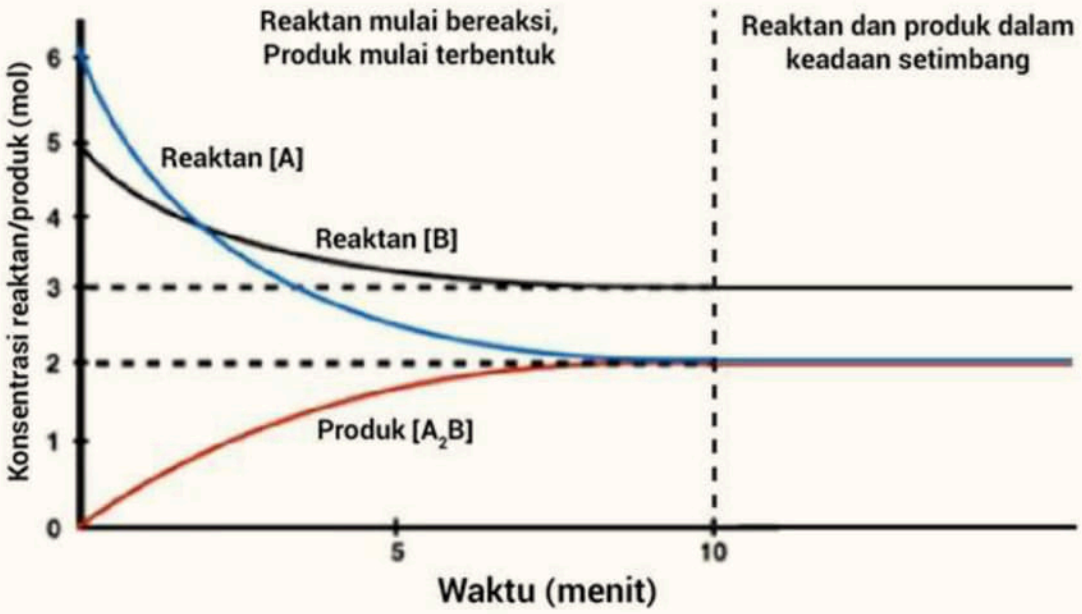
Volume wadah dilupakan	mol langsung dipakai sebagai konsentrasi pada wadah 2 L	[ ] = mol ÷ volume

• BEDAH SOAL ASLI

Grafik gas buang: hitung **perubahan** mol setiap zat untuk mendapatkan koefisien $2A + B \rightleftharpoons A_2B$ (3 mol gas → 1 mol gas). Tekanan dinaikkan, maka kesetimbangan bergeser ke kanan. Pilihan A licin: alasannya benar ("mol produk lebih kecil"), tetapi arahnya salah.

►. Seorang peneliti sedang melakukan studi reaksi kesetimbangan gas buang kendaraan di atmosfer. Semua zat dalam reaksi berwujud gas. Perubahan jumlah zat dalam reaksi kesetimbangan tersebut disajikan pada grafik.

Berdasarkan grafik reaksi kesetimbangan tersebut, apakah yang terjadi jika tekanan wadah dinaikkan dua kali lipat?



A. Kesetimbangan reaksi bergeser ke kiri karena jumlah mol produk lebih kecil.
B. Kesetimbangan reaksi bergeser ke kiri karena jumlah mol reaktan lebih besar.
C. Kesetimbangan reaksi bergeser ke kanan karena jumlah mol produk lebih kecil.
D. Kesetimbangan tidak akan bergeser karena semua zat berwujud gas.
E. Kesetimbangan akan bergeser ke kanan karena konsentrasi semua zat meningkat.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 24,0 %

Pembahasan **Kunci: C**

Langkah 1 – Tentukan koefisien dari perubahan jumlah zat.
• A: 6 → 2 mol (berkurang 4).
• B: 5 → 3 mol (berkurang 2).

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

• A_2B: 0 → 2 mol (bertambah 2).
Perbandingan perubahan A : B : A_2B = 4 : 2 : 2 = 2 : 1 : 1 → reaksi **$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons A_2B(g)$** (cocok dengan rumus A_2B).

Langkah 2 – Jumlah koefisien gas. Kiri = 2 + 1 = 3; kanan = 1.

Langkah 3 – Asas Le Chatelier. Tekanan dinaikkan (volume diperkecil) → kesetimbangan bergeser ke arah jumlah mol gas **lebih kecil** → ke **kanan** (produk).

Analisis opsi:
• A ✗ jumlah mol produk memang lebih kecil, tetapi arah pergeserannya justru ke kanan.
• B ✗ pergeseran tidak ke kiri.
• C ✓ ke kanan karena koefisien produk (1) < reaktan (3).
• D ✗ kesetimbangan gas tetap dipengaruhi tekanan bila jumlah koefisien kiri ≠ kanan.
• E ✗ semua konsentrasi memang naik sesaat, tetapi alasan pergeseran adalah perbedaan jumlah mol gas.

Jebakan: jangan memakai jumlah mol **saat setimbang** (A 2, B 3, A_2B 2) sebagai koefisien; koefisien diperoleh dari **perubahan** jumlah mol.

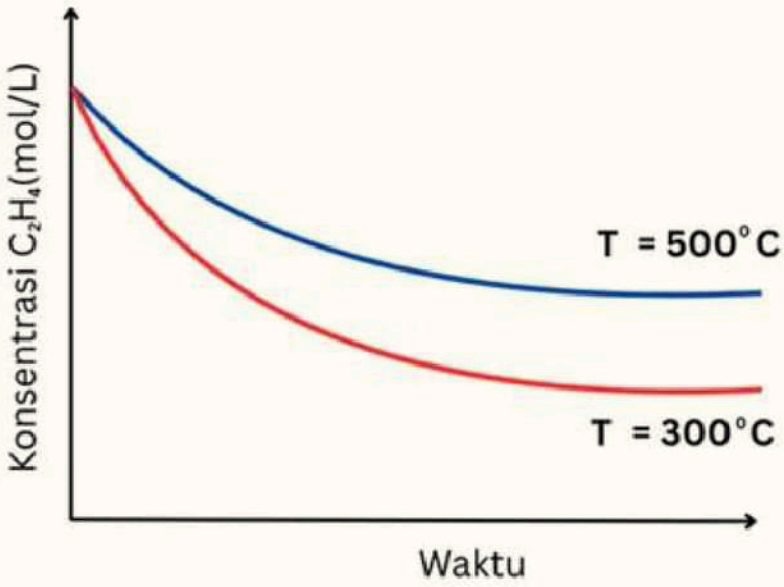
Jawaban: C.

Produksi etanol: dari grafik, konversi lebih tinggi pada 300 °C, jadi reaksinya eksoterm dan suhu perlu diturunkan sehingga Kc naik. Pilihan C juga menyebut "eksoterm" dan "Kc meningkat", tetapi kisarannya sampai 25 °C tidak didukung data dan membuat reaksi terlalu lambat.

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

►. Dalam industri bahan bakar ramah lingkungan, salah satu proses penting adalah pengubahan etena (C_2H_4) menjadi etanol (C_2H_5OH) melalui reaksi kesetimbangan berikut.
$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$
Reaksi tersebut dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi dalam suatu reaktor. Operator ingin menentukan suhu optimal untuk memaksimalkan produksi etanol. Hasil pengamatan konsentrasi C_2H_4 selama reaksi pada dua suhu (T) berbeda disajikan pada grafik.

Operator tersebut menggunakan reaktor yang sama pada suhu 400 °C dan memperoleh nilai $K_c = 0{,}9$. Agar gas etanol yang dihasilkan meningkat, upaya terbaik yang dapat dilakukan selain menambah lebih banyak C_2H_4 ke dalam reaktor adalah ....



A. Menurunkan suhu hingga mendekati suhu kamar (25 °C) karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c berkurang ($K_c < 0{,}9$).
B. Menurunkan suhu dengan kisaran 400 °C > T > 300 °C karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c meningkat ($K_c > 0{,}9$).
C. Menurunkan suhu dengan kisaran 400 °C > T > 25 °C karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c meningkat ($K_c > 0{,}9$).
D. Meningkatkan suhu dengan kisaran 500 °C > T > 400 °C karena reaksinya bersifat endoterm, sehingga nilai K_c meningkat ($K_c > 0{,}9$).
E. Meningkatkan suhu dengan kisaran 500 °C > T > 400 °C karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c berkurang ($K_c < 0{,}9$).

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 23,6 %

Pembahasan **Kunci: B**

Langkah 1 – Baca grafik. Pada 300 °C, konsentrasi C_2H_4 saat setimbang **lebih rendah** daripada pada 500 °C → pada suhu rendah lebih banyak C_2H_4 yang berubah menjadi etanol.

Langkah 2 – Sifat reaksi. Kesetimbangan bergeser ke kanan saat suhu diturunkan → reaksi ke kanan **eksoterm** (asas Le Chatelier: penurunan suhu menggeser kesetimbangan ke arah eksoterm).

Langkah 3 – Pengaruh pada K_c. Untuk reaksi eksoterm, penurunan suhu **memperbesar** K_c. Jadi

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

pada suhu di bawah 400 °C, $K_c > 0{,}9$.

Langkah 4 – Pilih kisaran suhu terbaik. Data grafik mendukung penurunan sampai 300 °C. Penurunan terlalu jauh (mendekati suhu kamar) membuat laju reaksi sangat lambat dan air serta etanol tidak lagi berwujud gas pada tekanan reaktor, sehingga proses fase gas tidak berjalan. Kisaran 400 °C > T > 300 °C adalah upaya terbaik yang didukung data.

Analisis opsi:

• A ✗ alasan "K_c berkurang" salah; penurunan suhu pada reaksi eksoterm justru memperbesar K_c, dan 25 °C tidak praktis.
• B ✓ eksoterm, suhu diturunkan ke kisaran yang didukung grafik, $K_c > 0{,}9$.
• C ✗ arah dan alasan benar, tetapi kisaran sampai 25 °C tidak didukung data dan membuat laju reaksi terlalu lambat.
• D ✗ reaksi bukan endoterm (grafik menunjukkan konversi lebih kecil pada 500 °C).
• E ✗ menaikkan suhu menurunkan hasil etanol.

Jawaban: B.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Tabel nilai K pada beberapa suhu langsung menunjukkan sifat eksoterm atau endoterm reaksi. Pengaruh tekanan dinilai terpisah, dari jumlah mol gas di kedua ruas.

►. Reaksi pergeseran air–gas terbalik dipakai untuk mengubah CO_2 menjadi CO sebagai bahan baku bahan bakar sintetis:

$H_2(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$

Tabel berikut menunjukkan nilai tetapan kesetimbangan Kc reaksi tersebut pada beberapa suhu.

Suhu (°C)	Kc
600	0,2
800	0,6
1.000	1,4

Data disederhanakan untuk latihan soal.

Pernyataan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....

A. Reaksi ke kanan endoterm, dan menaikkan tekanan tidak menggeser kesetimbangan.
B. Reaksi ke kanan eksoterm, karena Kc naik ketika suhu dinaikkan.
C. Reaksi ke kanan endoterm, dan menaikkan tekanan menggeser kesetimbangan ke kanan.
D. Kc berubah karena konsentrasi pereaksi bertambah pada suhu tinggi.
E. Menambahkan katalis pada 600 °C menaikkan Kc menjadi 1,4.

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: Kc hanya berubah karena suhu. Bila Kc naik ketika suhu naik, kesetimbangan bergeser ke kanan saat dipanaskan → reaksi ke kanan endoterm. Tekanan memengaruhi kesetimbangan hanya bila jumlah mol gas kiri dan kanan berbeda.

Langkah. Kc naik dari 0,2 ke 1,4 → endoterm. Jumlah mol gas kiri = 2, kanan = 2 → tekanan tidak menggeser kesetimbangan.

Analisis opsi:

- A ✓ Endoterm; tekanan tidak berpengaruh.
- B ✗ Kc yang naik dengan suhu menandakan endoterm.
- C ✗ Jumlah mol gas kedua ruas sama. *Jebakan: menganggap tekanan selalu menggeser kesetimbangan.*
- D ✗ Konsentrasi tidak mengubah Kc.
- E ✗ Katalis tidak mengubah Kc.

Jawaban: A.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

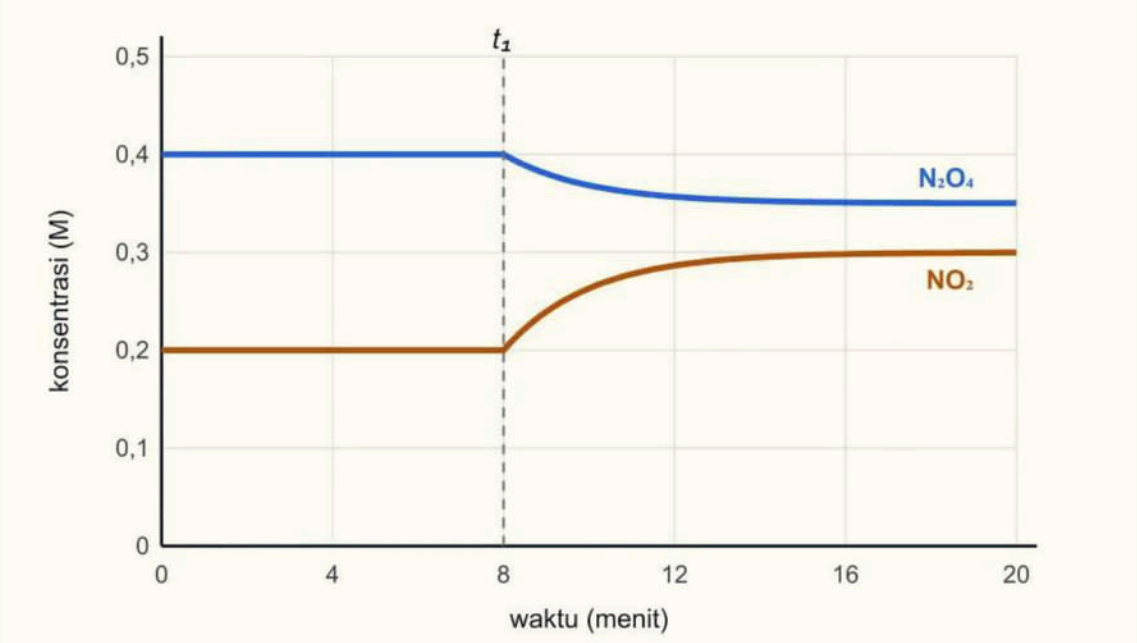
✎ LATIHAN

1. Gas NO_2 (cokelat) dan N_2O_4 (tidak berwarna) membentuk kesetimbangan dalam wadah tertutup bervolume tetap:

$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)\ \Delta H = -57\ kJ$

Grafik berikut menunjukkan konsentrasi kedua gas. Sistem semula sudah setimbang; pada saat t_1 dilakukan satu perubahan, lalu sistem mencapai kesetimbangan baru dan warna campuran menjadi lebih cokelat.

Perubahan yang dilakukan pada saat t_1 adalah ....



A. menambahkan gas NO_2
B. memperkecil volume wadah
C. menambahkan katalis
D. menaikkan suhu
E. menurunkan suhu

2. Fosgen ($COCl_2$) adalah bahan baku pembuatan plastik polikarbonat. Pada suhu tinggi, fosgen terurai membentuk kesetimbangan:

$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$

Dalam suatu reaktor pada suhu tertentu, tekanan parsial gas-gas saat setimbang adalah: $COCl_2$ = 0,5 atm, CO = 0,2 atm, dan Cl_2 = 0,2 atm.

Nilai tetapan kesetimbangan Kp pada suhu tersebut adalah ....

A. 0,04
B. 0,08
C. 0,4
D. 2,5
E. 12,5

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

3. Pada pembuatan kapur tohor, batu kapur dipanaskan dalam tanur tertutup sehingga terjadi kesetimbangan:
$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ (endoterm)
Seorang operator mencatat beberapa pernyataan tentang kesetimbangan ini untuk mengatur jalannya proses di pabrik.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Menambahkan $CaCO_3$ padat ke dalam tanur tidak menggeser kesetimbangan.	○	○
Rumus tetapan kesetimbangannya adalah $K_c = [CaO][CO_2] \div [CaCO_3]$.	○	○
Mengeluarkan gas CO_2 secara terus-menerus dari tanur membuat $CaCO_3$ terus terurai.	○	○

Kunci singkat: 1. D 2. B 3. 1B 2S 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Dari grafik perubahan mol tiga zat, bagaimana kamu menuliskan persamaan reaksinya?
- Faktor apa saja yang menggeser kesetimbangan, dan mana satu-satunya yang mengubah nilai K?
- Mengapa pabrik amonia tidak beroperasi pada suhu kamar, padahal reaksinya eksoterm?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-3.3

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

Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia

KIM-3.4

◎ APA YANG DIUJI

Dua soal asli 2025 menguji redoks dan sel elektrokimia:

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 24	reduktor dalam reaksi baterai nikel-kadmium	26,1 %
No. 25	perubahan massa elektrode dan konsentrasi ion pada sel volta	21,8 %

Soal No. 24 hanya menuntut satu definisi yang dipakai dengan benar, tetapi tiga perempat peserta salah. Penyebabnya adalah kebingungan klasik: **reduktor adalah zat yang teroksidasi**.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menentukan bilangan oksidasi, oksidator, dan reduktor;
- menyetarakan reaksi redoks dan memakai perbandingan molnya dalam hitungan (termasuk titrasi redoks);
- menjelaskan sel volta: anode, katode, arah elektron, E°sel, serta perubahan massa dan konsentrasi;
- menghitung hasil elektrolisis dengan hukum Faraday dan menjelaskan korosi serta cara mencegahnya.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Baterai ponsel, aki kendaraan, besi yang berkarat, perhiasan yang disepuh emas, dan tembaga murni untuk kabel listrik semuanya bekerja dengan satu jenis reaksi: **reaksi redoks**, yaitu reaksi perpindahan elektron. Sub bab ini menjelaskan cara mengenali redoks dan bagaimana reaksi ini menghasilkan listrik atau sebaliknya digerakkan oleh listrik.

1. Perkembangan konsep oksidasi dan reduksi

Konsep redoks berkembang dalam tiga tahap:

1. **Pengikatan dan pelepasan oksigen.** Mula-mula, oksidasi berarti pengikatan oksigen (besi berkarat, bahan bakar terbakar), dan reduksi berarti pelepasan oksigen (bijih besi diubah menjadi logam besi).
2. **Pelepasan dan penerimaan elektron.** Banyak reaksi serupa terjadi tanpa oksigen, misalnya natrium terbakar dalam klorin. Karena itu oksidasi diartikan sebagai **pelepasan elektron**, dan reduksi sebagai **penerimaan elektron**. Pada $Na + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow NaCl$, Na melepas elektron (teroksidasi) dan Cl menerima elektron (tereduksi).
3. **Perubahan bilangan oksidasi.** Pada senyawa kovalen, elektron tidak benar-benar

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

berpindah, sehingga dipakai **bilangan oksidasi** (biloks): muatan yang dimiliki atom seandainya semua pasangan elektron ikatan diberikan kepada atom yang lebih elektronegatif. Oksidasi = biloks naik; reduksi = biloks turun.

Oksidasi dan reduksi selalu terjadi bersamaan: elektron yang dilepas satu zat pasti diterima zat lain.

2. Menentukan bilangan oksidasi

Aturan yang paling sering dipakai:

- unsur bebas (Na, O_2, Fe, Cl_2) = 0;
- ion tunggal = muatannya ($Na^+ = +1$, $Cl^- = -1$);
- logam golongan 1 = +1, golongan 2 = +2;
- O = −2 (kecuali pada peroksida seperti H_2O_2, −1), H = +1 (kecuali pada hidrida logam seperti NaH, −1);
- jumlah biloks semua atom dalam senyawa netral = 0, dan dalam ion = muatan ion.

Zat yang mengalami oksidasi disebut **reduktor**, karena ia menyebabkan zat lain tereduksi. Zat yang mengalami reduksi disebut **oksidator**. Pegangannya: **reduktor teroksidasi, oksidator tereduksi**.

Istilah	Biloks	Elektron	Perannya
Oksidasi	naik	dilepas	zat ini adalah reduktor
Reduksi	turun	diterima	zat ini adalah oksidator

Bila satu unsur sekaligus mengalami oksidasi dan reduksi dalam reaksi yang sama, reaksinya disebut **autoredoks** (disproporsionasi), misalnya $Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$, ketika biloks Cl berubah dari 0 menjadi −1 dan +1.

Contoh terselesaikan 1: menghitung bilangan oksidasi

Soal. Tentukan biloks Mn dalam $KMnO_4$ dan biloks Cr dalam ion $Cr_2O_7^{2-}$.

Langkah.

1. $KMnO_4$ netral: $(+1) + Mn + 4(-2) = 0 \rightarrow Mn = \mathbf{+7}$.
2. $Cr_2O_7^{2-}$ bermuatan −2: $2Cr + 7(-2) = -2 \rightarrow 2Cr = +12 \rightarrow Cr = \mathbf{+6}$.

Cek. Kedua ion ini dikenal sebagai oksidator kuat karena atom pusatnya memiliki biloks yang sangat tinggi dan mudah turun.

Contoh terselesaikan 2: oksidator dan reduktor

Soal. Dalam las termit, $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$. Tentukan oksidator dan reduktornya.

Langkah.

1. Al: 0 → +3 (biloks naik, teroksidasi) → Al adalah **reduktor**.
2. Fe: +3 dalam Fe_2O_3 → 0 (biloks turun, tereduksi) → Fe_2O_3 adalah **oksidator**.

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

Cek. Biloks O tetap −2, jadi O bukan yang teroksidasi atau tereduksi.

3. Menyetarakan reaksi redoks

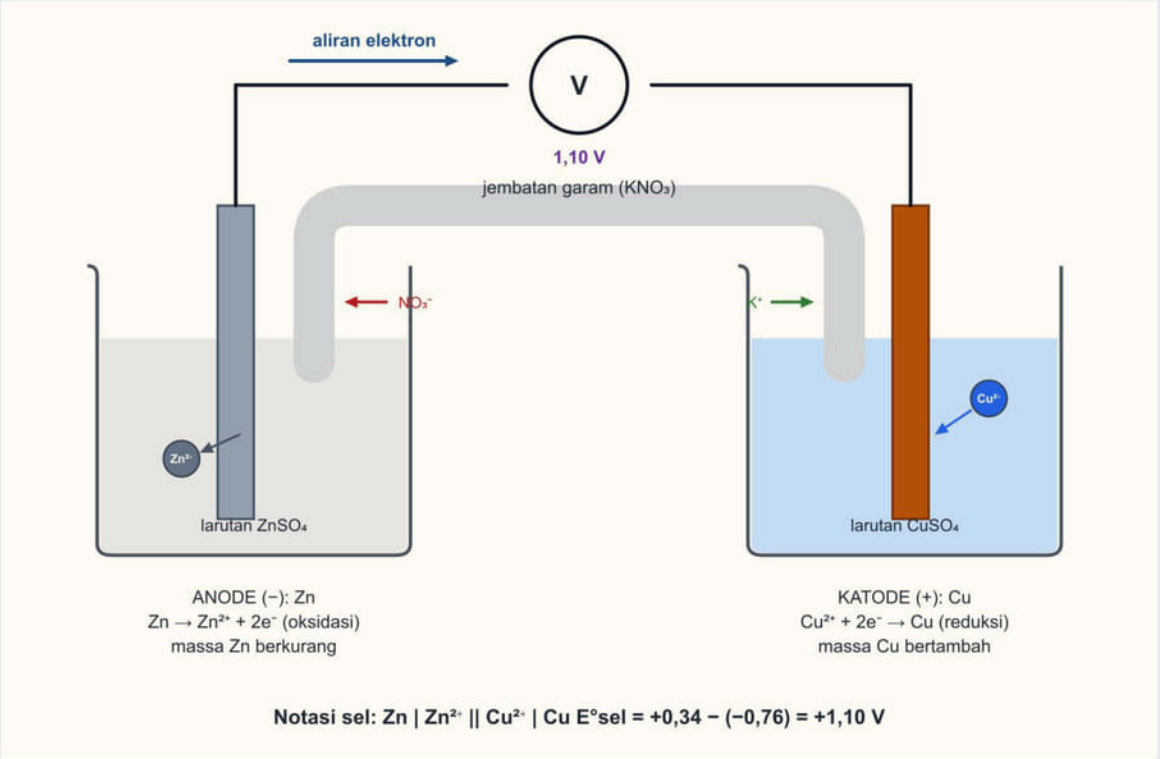
Pada reaksi redoks, jumlah elektron yang dilepas harus sama dengan yang diterima. Cara setengah reaksi:

1. Pisahkan reaksi menjadi setengah reaksi oksidasi dan reduksi.
2. Setarakan atom selain O dan H.
3. Setarakan O dengan menambah H_2O, lalu H dengan menambah H^+ (suasana asam).
4. Setarakan muatan dengan menambah elektron.
5. Kalikan agar elektron kedua setengah reaksi sama, lalu jumlahkan.

Contohnya, $MnO_4^- + Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+}$ dalam suasana asam: Mn turun dari +7 ke +2 (menerima $5e^-$), Fe naik dari +2 ke +3 (melepas $1e^-$). Jadi 1 MnO_4^- setara dengan 5 Fe^{2+}, dan persamaan setaranya $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$.

4. Sel volta: reaksi redoks menghasilkan listrik

Bila sepotong seng dicelupkan ke larutan $CuSO_4$, seng larut dan tembaga mengendap; elektron berpindah langsung dari Zn ke Cu^{2+} dan energinya hilang sebagai panas. Bila kedua setengah reaksi dipisahkan dalam dua wadah dan dihubungkan dengan kawat, elektron harus mengalir melalui kawat, dan aliran itu adalah **arus listrik**. Inilah **sel volta** atau sel galvani (Gambar 3.21).



Gambar 3.21 Sel volta Zn–Cu. Elektron mengalir melalui kawat dari anode seng ke katode tembaga; ion-ion jembatan garam menjaga kedua larutan tetap netral. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Bagian-bagian sel volta:

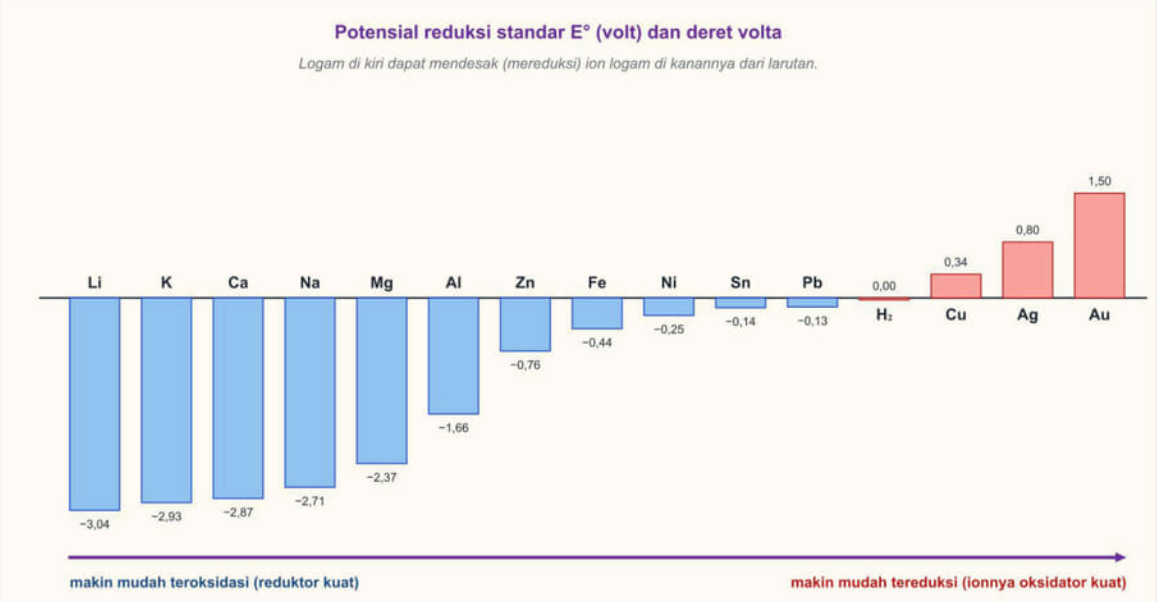
1. **Anode** adalah elektroda tempat **oksidasi**; pada sel volta bermuatan negatif. Logam anode larut, sehingga massanya berkurang dan konsentrasi ionnya di larutan bertambah.
2. **Katode** adalah elektroda tempat **reduksi**; pada sel volta bermuatan positif. Ion logam di larutannya mengendap, sehingga massa katode bertambah.
3. **Elektron** mengalir melalui kawat dari anode ke katode.
4. **Jembatan garam** berisi larutan garam (misalnya KNO_3). Anionnya bergerak ke wadah anode dan kationnya ke wadah katode, sehingga kedua larutan tetap netral dan arus dapat terus mengalir.

Notasi sel ditulis: **anode | ion anode || ion katode | katode**, misalnya Zn | Zn^{2+} || Cu^{2+} | Cu.

5. Potensial elektroda dan deret volta

Kecenderungan suatu zat untuk tereduksi dinyatakan dengan **potensial reduksi standar** (E°), diukur terhadap elektroda hidrogen yang E°-nya ditetapkan 0 volt. Makin besar E°, makin mudah zat itu tereduksi. Urutan logam menurut E° disebut **deret volta** (Gambar 3.22):

Li – K – Ca – Na – Mg – Al – Zn – Fe – Ni – Sn – Pb – (H) – Cu – Ag – Au



Gambar 3.22 Nilai E° beberapa logam. Logam di kiri lebih mudah teroksidasi dan dapat mendesak ion logam di kanannya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan nilai baku E°.

Pada sel volta, elektroda dengan E° lebih besar menjadi katode dan yang lebih kecil menjadi anode. Potensial selnya:

$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{katode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

Reaksi berlangsung spontan (dapat menghasilkan listrik) bila E°sel positif. Itulah sebabnya logam yang lebih aktif dapat mendesak ion logam yang kurang aktif dari larutannya, tetapi tidak sebaliknya.

Prinsip sel volta dipakai pada **baterai**. Baterai kering (sel Leclanché) memakai seng sebagai anode; baterai alkalin memakai pasta KOH; **aki** kendaraan memakai timbal dan PbO_2 dalam

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

asam sulfat dan dapat diisi ulang; baterai litium-ion pada ponsel memanfaatkan litium, logam yang E°-nya paling kecil.

Contoh terselesaikan 3: potensial sel

Soal. Sebuah sel volta disusun dari Zn | Zn^{2+} dan Ag | Ag^{+}. ($E°\ Zn^{2+}/Zn = -0{,}76$ V; $E°\ Ag^{+}/Ag = +0{,}80$ V.) Tentukan anode, katode, E°sel, dan elektroda yang massanya bertambah.

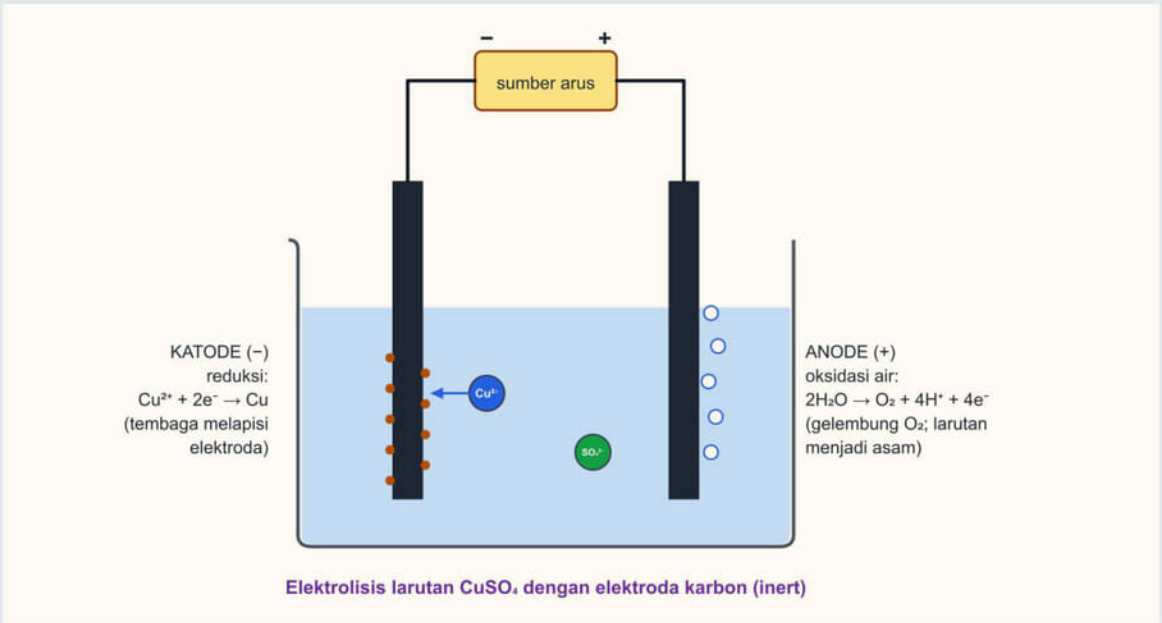
Langkah.

1. E° Ag lebih besar → Ag^{+} tereduksi → **katode = Ag**; **anode = Zn**.
2. E°sel = 0,80 − (−0,76) = **+1,56 V** (spontan).
3. Reaksi: $Zn + 2Ag^{+} \rightarrow Zn^{2+} + 2Ag$. Perak mengendap di katode, jadi **massa elektroda Ag bertambah**, sedangkan massa Zn berkurang.

Cek. Koefisien 2 pada Ag tidak mengubah E°; potensial tidak dikalikan koefisien.

6. Sel elektrolisis: listrik menggerakkan reaksi redoks

Pada **sel elektrolisis**, arus listrik dari luar dipakai untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan (Gambar 3.23). Elektroda yang dihubungkan ke kutub negatif sumber arus menjadi **katode** (tempat reduksi), dan yang dihubungkan ke kutub positif menjadi **anode** (tempat oksidasi). Muatan kutubnya berkebalikan dengan sel volta, tetapi aturannya tetap: **katode = reduksi, anode = oksidasi**.



Gambar 3.23 Elektrolisis larutan $CuSO_4$ dengan elektroda karbon: tembaga mengendap di katode dan gas oksigen terbentuk di anode. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Dalam larutan, air ikut bersaing dengan ion-ion untuk bereaksi:

Di katode (reduksi)	Di anode (oksidasi)
ion logam golongan 1, 2, Al^{3+}, Mn^{2+} sukar tereduksi; yang tereduksi adalah air → $H_2 + OH^-$	elektroda inert (C, Pt): Cl^-, Br^-, I^- → X_2; anion sisa asam oksi (SO_4^{2-}, NO_3^-) tidak teroksidasi, yang teroksidasi air → $O_2 + H^+$
ion logam lain (Cu^{2+}, Ag^+, Zn^{2+}) → logam	elektroda tidak inert (Cu, Ag, Fe): elektroda itu sendiri yang teroksidasi dan larut

Pada **lelehan** garam tidak ada air, sehingga kation logam aktif pun tereduksi menjadi logamnya. Itulah cara natrium dan aluminium dibuat di industri.

Jumlah zat yang dihasilkan elektrolisis sebanding dengan jumlah listrik yang dialirkan (**hukum Faraday**). Muatan 1 mol elektron adalah 96.500 coulomb (1 faraday):

$$\text{mol elektron} = \frac{I \times t}{96.500} \qquad \text{massa logam} = \frac{\text{mol elektron}}{\text{muatan ion}} \times A_r$$

dengan I = arus (ampere) dan t = waktu (detik). Elektrolisis dipakai untuk **penyepuhan** (melapisi logam dengan perak, emas, atau krom; benda yang disepuh dijadikan katode), **pemurnian tembaga** (tembaga kotor sebagai anode, tembaga murni sebagai katode), dan pembuatan logam aktif serta gas klorin.

Contoh terselesaikan 4: hasil elektrolisis

Soal. Tentukan zat yang terbentuk di katode dan anode pada elektrolisis (a) larutan NaCl dengan elektroda karbon, dan (b) lelehan NaCl.

Langkah.

1. (a) Katode: Na^+ sukar tereduksi, maka air yang tereduksi: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (gas H_2, larutan menjadi basa). Anode inert: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ (gas klorin).
2. (b) Lelehan tidak berisi air. Katode: $Na^+ + e^- \rightarrow Na$ (logam natrium). Anode: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$.

Cek. Yang membedakan hasil di katode adalah ada atau tidaknya air.

Contoh terselesaikan 5: penyepuhan perak (hukum Faraday)

Soal. Sebuah sendok disepuh perak dengan arus 0,5 A selama 1.930 detik dalam larutan $AgNO_3$. Berapa gram perak yang menempel? (Ar Ag = 108)

Langkah.

1. mol elektron = 0,5 × 1.930 ÷ 96.500 = 0,010 mol.
2. $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ → mol Ag = 0,010 mol.
3. Massa Ag = 0,010 × 108 = **1,08 g**.

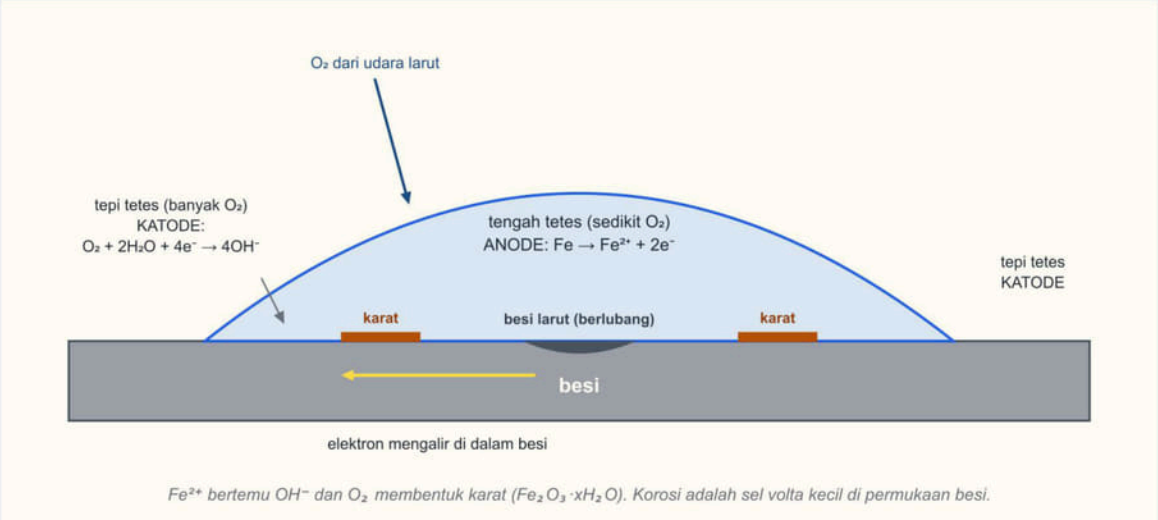
Cek. Untuk ion bermuatan +2 seperti Cu^{2+}, mol logam hanya separuh mol elektron.

7. Korosi dan pencegahannya

Korosi besi (perkaratan) adalah sel volta kecil di permukaan logam (Gambar 3.24). Pada bagian yang sedikit oksigen, besi teroksidasi: $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ (anode). Elektron mengalir di dalam besi

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

ke bagian yang banyak oksigen, tempat oksigen tereduksi: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ (katode). Ion Fe^{2+} dan OH^- kemudian bereaksi dengan oksigen membentuk karat, $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, yang rapuh dan mudah lepas. Korosi dipercepat oleh air, oksigen, garam (air laut menjadi elektrolit yang baik), dan asam.

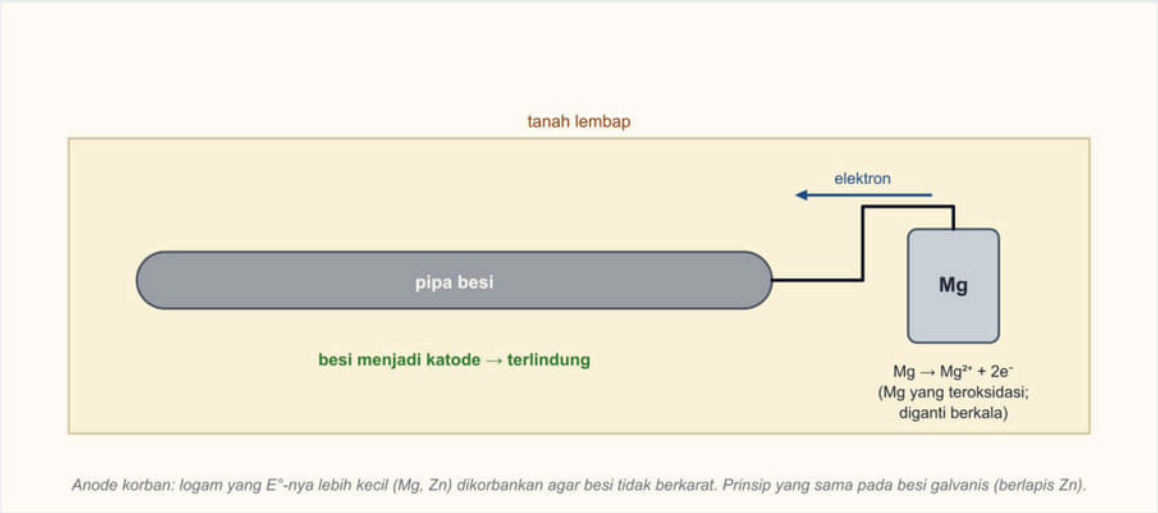


Gambar 3.24 Setetes air pada besi membentuk sel volta kecil: bagian tengah menjadi anode dan tepinya menjadi katode. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Cara mencegah korosi:

1. **Menutup permukaan** dengan cat, oli, plastik, atau lapisan logam lain agar besi tidak bersentuhan dengan air dan oksigen.
2. **Pelapisan dengan logam yang E°-nya lebih besar**, misalnya timah pada kaleng makanan. Besi terlindungi selama lapisannya utuh; bila tergores, besi justru berkarat lebih cepat karena besi yang menjadi anode.
3. **Galvanisasi dan anode korban**, yaitu memakai logam yang E°-nya **lebih kecil** daripada besi, seperti seng atau magnesium (Gambar 3.25). Logam itu yang teroksidasi, sehingga besi menjadi katode dan terlindung walaupun lapisannya tergores. Pipa bawah tanah, kapal, dan tiang pancang dermaga dilindungi dengan cara ini.



Gambar 3.25 Batang magnesium dihubungkan ke pipa besi. Magnesium teroksidasi lebih dulu sehingga besi tidak berkarat. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

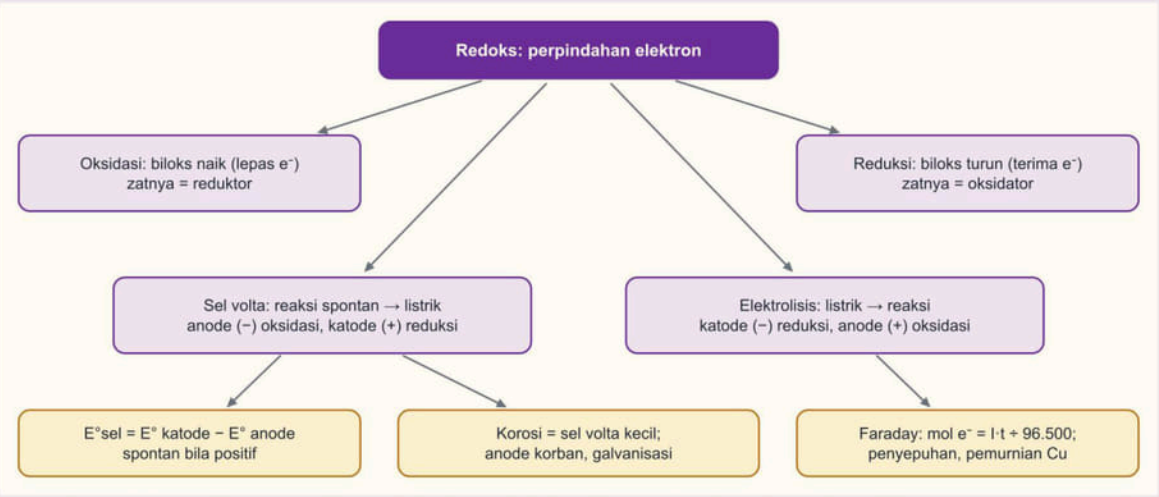
Ringkasan

- Oksidasi = biloks naik / melepas elektron; reduksi = biloks turun / menerima elektron. Reduktor teroksidasi, oksidator tereduksi.
- Sel volta: reaksi spontan menghasilkan listrik; anode (−) oksidasi, katode (+) reduksi; E°sel = E° katode − E° anode.
- Elektrolisis: listrik menjalankan reaksi; katode (−) reduksi, anode (+) oksidasi; air ikut bersaing dalam larutan.
- Hukum Faraday: mol elektron = I × t ÷ 96.500.
- Korosi adalah sel volta kecil; dicegah dengan pelapisan, galvanisasi, atau anode korban.

❖ PETA KONSEP

Gambar 3.26 menghubungkan konsep redoks dengan sel volta, elektrolisis, dan penerapannya.

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



Gambar 3.26 Peta konsep reaksi redoks dan sel elektrokimia. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Tulis biloks di atas setiap unsur yang berubah, lalu tentukan oksidasi dan reduksi.
2. Untuk sel volta, tentukan anode dari E° terkecil atau dari arah elektron di gambar, lalu turunkan semua akibatnya: massa elektrode, konsentrasi ion, dan kutub.
3. Untuk elektrolisis, tentukan dulu jenis elektrode dan ion yang ada, lalu tulis reaksi di katode dan anode sebelum menghitung.
4. Hitung mol elektron dulu. Dari mol elektron, semua hasil (logam, gas, H^+ atau OH^-) bisa diturunkan.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Reduktor dikira zat yang tereduksi	"NiO_2 reduktor karena Ni tereduksi"	reduktor = yang teroksidasi (Cd)
Hasil reaksi dikira oksidator atau reduktor	memilih $Cd(OH)_2$ sebagai reduktor	oksidator dan reduktor ada di ruas **pereaksi**
Kutub volta dan elektrolisis tertukar	"anode selalu negatif"	volta: anode (−); elektrolisis: anode (+)
Ion di anode dikira berkurang	"$[Y^{2+}]$ berkurang karena Y anode"	logam anode larut, jadi ionnya bertambah
Notasi sel dibalik	Ag | Ag^+ || Mg^{2+} | Mg	anode di kiri: Mg | Mg^{2+} || Ag^+ | Ag
Na^+ dikira tereduksi pada elektrolisis larutan	"elektrolisis larutan NaCl menghasilkan Na"	yang tereduksi air, sehingga terbentuk H_2 + OH^-

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

Muatan ion dilupakan pada Faraday	mol Cu = mol elektron	Cu^{2+} memerlukan 2e
Pelapis Sn dikira melindungi setelah tergores	"timah teroksidasi dulu"	E° Sn > Fe, jadi besi yang teroksidasi

• BEDAH SOAL ASLI

Tulis biloks: Cd naik dari 0 ke +2 (teroksidasi), jadi Cd adalah reduktor. Ni turun dari +4 ke +2 (tereduksi), jadi NiO_2 adalah oksidator. Pengecoh B adalah jebakan klasik "reduktor = yang tereduksi".

►. Sel volta (sel galvanik) merupakan dasar konsep baterai, termasuk sel kering seperti baterai Leclanché. Jenis-jenis baterai meliputi baterai alkalin, baterai biasa, dan baterai nikel-kadmium yang menggunakan nikel dan kadmium sebagai bahan aktif.
• Kelebihannya: cepat diisi ulang dan tahan suhu ekstrem.
• Kelemahannya: kapasitas menurun setelah siklus isi ulang berulang.
Baterai ini umum digunakan pada perangkat portabel seperti kamera, ponsel, dan laptop.
Reaksi pada baterai nikel-kadmium:
$Cd(s) + NiO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + Ni(OH)_2(s)$

Zat apakah yang berperan sebagai reduktor dalam reaksi pada baterai nikel-kadmium?

A. Cd
B. NiO_2
C. H_2O
D. $Cd(OH)_2$
E. $Ni(OH)_2$

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 26,1 %

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: reduktor = zat yang mengalami **oksidasi** (bilangan oksidasi naik).

Langkah 1 – Bilangan oksidasi.
• Cd: 0 (unsur bebas) → dalam $Cd(OH)_2$: +2 → **naik** (oksidasi).
• Ni dalam NiO_2: +4 → dalam $Ni(OH)_2$: +2 → **turun** (reduksi).
• H (+1) dan O (−2) pada H_2O tidak berubah.

Langkah 2 – Tentukan peran. Cd teroksidasi → **reduktor**; NiO_2 tereduksi → oksidator; $Cd(OH)_2$ hasil oksidasi; $Ni(OH)_2$ hasil reduksi.

Analisis opsi:
• A ✓ Cd.
• B ✗ NiO_2 adalah oksidator.
• C ✗ H_2O bukan oksidator maupun reduktor (biloks tetap).
• D ✗ $Cd(OH)_2$ adalah hasil oksidasi.
• E ✗ $Ni(OH)_2$ adalah hasil reduksi.

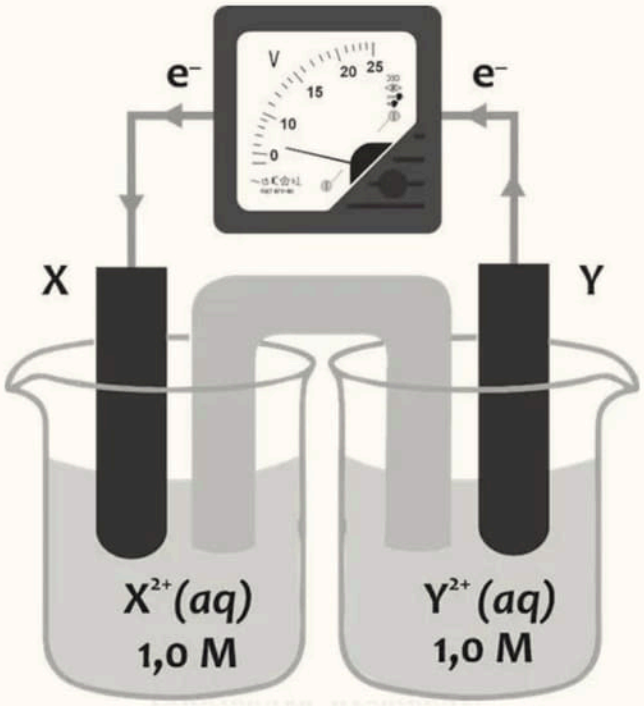
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Jawaban: A.

Pada soal sel volta, gambar memberi arah elektron dari Y ke X. Jadi Y adalah anode. Dari situ, semua pernyataan bisa diperiksa: massa Y berkurang, $[Y^{2+}]$ bertambah, X katode, dan $[X^{2+}]$ berkurang.

►. Sebuah sel volta disusun menggunakan dua logam, X dan Y, yang dicelupkan ke dalam larutan berisi ion dari masing-masing logam. Rangkaian lengkapnya beserta arah aliran elektron dapat dilihat pada gambar.

Dari informasi dan skema yang diberikan, manakah pernyataan berikut yang tepat mengenai reaksi reduksi dan oksidasi pada sel volta tersebut?



A. Elektrode X mengalami oksidasi, $X(s) \rightarrow X^{2+}(aq) + 2e^-$.
B. Massa logam Y berkurang seiring waktu karena Y mengalami oksidasi.
C. Konsentrasi ion Y^{2+} berkurang seiring waktu sebab ion ini mengalami reduksi.
D. Elektrode Y berperan sebagai katode, tempat terjadinya reaksi reduksi.
E. Konsentrasi ion X^{2+} bertambah seiring waktu karena oksidasi logam X.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 21,8 %

Pembahasan **Kunci: B**

Langkah 1 – Baca arah elektron. Panah e^- pada kawat menunjukkan elektron mengalir **dari Y**, melewati voltmeter, **menuju X**.

Langkah 2 – Tentukan anode dan katode. Elektron dilepas di anode (oksidasi) dan diterima di katode (reduksi).

• **Y = anode**: $Y(s) \rightarrow Y^{2+}(aq) + 2e^-$ → logam Y larut, massanya berkurang, $[Y^{2+}]$ bertambah.

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

• **X = katode**: $X^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow X(s)$ → logam X mengendap, massanya bertambah, $[X^{2+}]$ berkurang.

Analisis opsi:

• A ✗ X adalah katode (reduksi), bukan oksidasi.
• B ✓ Y teroksidasi sehingga massanya berkurang.
• C ✗ Y^{2+} justru bertambah karena terbentuk dari oksidasi Y.
• D ✗ Y adalah anode.
• E ✗ X^{2+} berkurang karena direduksi menjadi logam X.

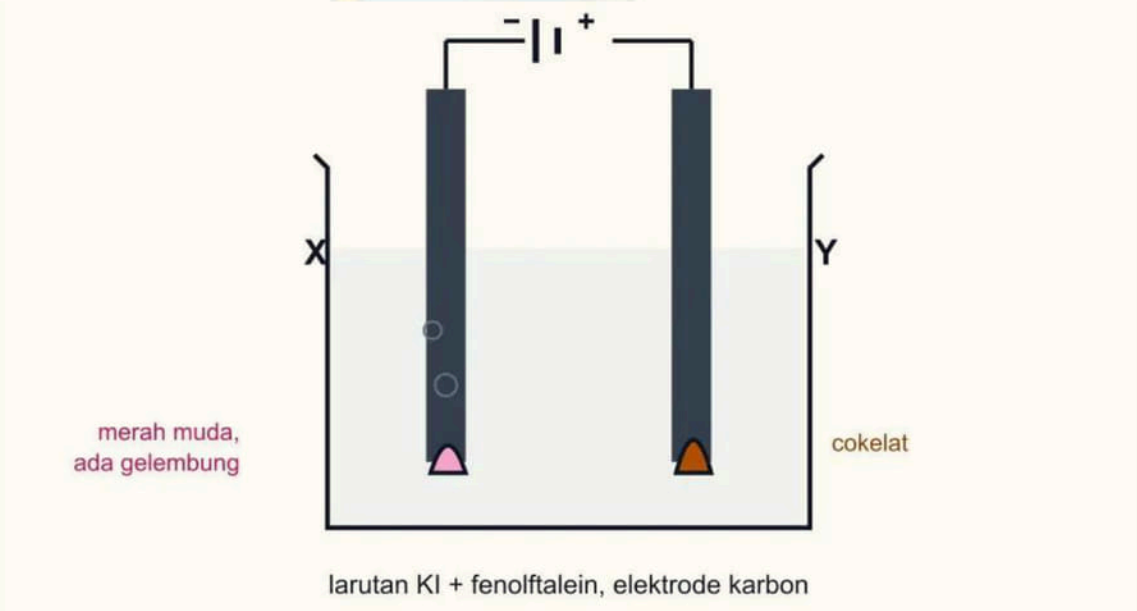
Cek ulang: dalam sel volta, elektron selalu mengalir dari anode ke katode melalui kawat ✓.

Jawaban: B.

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Pengamatan warna pada elektrolisis larutan KI berfenolftalein memberi petunjuk zat yang terbentuk di setiap elektrode. Di katode, air bersaing dengan ion K^+, dan airlah yang tereduksi.

►. Larutan kalium iodida (KI) yang telah ditetesi indikator fenolftalein dielektrolisis dengan elektrode karbon. Elektrode X dihubungkan ke kutub negatif dan elektrode Y ke kutub positif sumber arus. Setelah beberapa menit, di sekitar X larutan menjadi merah muda dan muncul gelembung gas, sedangkan di sekitar Y larutan berwarna cokelat.
Pernyataan yang tepat tentang percobaan tersebut adalah ....



A. Di X terjadi oksidasi ion I^- menjadi I_2.
B. Di Y terjadi reduksi air menghasilkan gas H_2.
C. Di X air tereduksi menjadi H_2 dan OH^-; di Y I^- teroksidasi menjadi I_2.
D. Ion K^+ tereduksi menjadi logam kalium di X sehingga larutan menjadi basa.
E. Warna cokelat di Y disebabkan oleh ion OH^- yang terbentuk.

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

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: pada elektrolisis, katode (kutub −) tempat reduksi dan anode (kutub +) tempat oksidasi. Dalam larutan, K^+ sukar tereduksi sehingga air yang tereduksi; I^- mudah teroksidasi.

Langkah. Katode X: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (gelembung H_2; OH^- membuat fenolftalein merah muda). Anode Y: $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$ (iodin berwarna cokelat).

Analisis opsi:

- A ✗ X adalah katode; oksidasi I^- terjadi di Y.
- B ✗ Y adalah anode; reduksi terjadi di X.
- C ✓ Sesuai semua pengamatan.
- D ✗ K^+ tidak tereduksi dalam larutan; yang tereduksi air. *Jebakan: lupa bahwa air bersaing di katode.*
- E ✗ Warna cokelat berasal dari I_2.

Jawaban: C.

✎ LATIHAN

1. Seorang siswa ingin merangkai sel volta yang menghasilkan beda potensial sebesar mungkin dari logam-logam yang tersedia di laboratorium beserta larutan garamnya (1 M). Data potensial reduksi standar logam-logam itu sebagai berikut.

Setengah reaksi	E° (V)
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	−2,37
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	−0,76
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	−0,13
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0,80

Notasi sel dan E°sel yang tepat untuk sel tersebut adalah ....

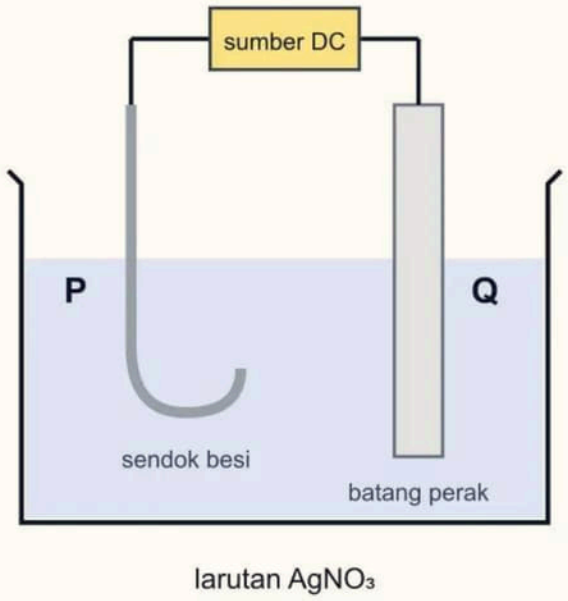
A. $Ag \mid Ag^+ \parallel Mg^{2+} \mid Mg$, E°sel = 3,17 V
B. $Mg \mid Mg^{2+} \parallel Ag^+ \mid Ag$, E°sel = 1,57 V
C. $Zn \mid Zn^{2+} \parallel Ag^+ \mid Ag$, E°sel = 1,56 V
D. $Mg \mid Mg^{2+} \parallel Cu^{2+} \mid Cu$, E°sel = 2,71 V
E. $Mg \mid Mg^{2+} \parallel Ag^+ \mid Ag$, E°sel = 3,17 V

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

2. Kadar ion oksalat dalam sampel sayuran ditentukan dengan titrasi menggunakan larutan kalium permanganat dalam suasana asam. Reaksi yang terjadi (belum setara):
$MnO_4^-(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) + H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
Dalam suatu titrasi, sampel mengandung 0,010 mol ion oksalat.
Jumlah mol ion MnO_4^- yang diperlukan untuk bereaksi tepat dengan seluruh oksalat tersebut adalah ....

A. 0,002 mol
B. 0,004 mol
C. 0,010 mol
D. 0,025 mol
E. 0,050 mol

3. Seorang perajin ingin melapisi sendok besi dengan perak agar tampak mengilap dan tidak mudah berkarat. Ia menyiapkan rangkaian seperti pada gambar: sendok besi (P) dan batang perak (Q) dicelupkan ke dalam larutan $AgNO_3$, lalu dihubungkan ke sumber arus searah.
Rangkaian yang tepat agar sendok terlapisi perak adalah ....



A. P dihubungkan ke kutub negatif sehingga Ag^+ tereduksi di permukaan sendok.
B. P dihubungkan ke kutub positif sehingga besi teroksidasi menjadi perak.
C. Q dihubungkan ke kutub negatif agar perak larut ke dalam larutan.
D. Kedua elektrode dihubungkan ke kutub yang sama agar arus tidak mengalir.
E. P dihubungkan ke kutub positif sehingga Ag^+ menempel karena tarikan muatan.

Kunci singkat: 1. E 2. B 3. A

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

✔ PERIKSA DIRI

- Dalam satu kalimat: apa beda oksidator dan reduktor?
- Pada sel volta, mengapa massa anode berkurang dan konsentrasi ion di sekitar katode berkurang?
- Mengapa seng melindungi besi walaupun lapisannya tergores, sedangkan timah tidak?



Latihan interaktif di LMS

Sub bab 3.4: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-3.4

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Kuis Akhir Bab 3

KIM-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-kim&node=KIM-KB3

1. Dalam praktikum termokimia, seorang siswa melarutkan 4,0 g NaOH padat (Mr = 40) ke dalam 100 g air di dalam gelas styrofoam yang dipakai sebagai kalorimeter sederhana. Larutan diaduk perlahan dengan termometer. Suhu air naik dari 25,0 °C menjadi 35,6 °C. Kalor jenis larutan dianggap 4,2 J g^{-1} $°C^{-1}$, massa larutan dianggap 100 g, dan kalor yang diserap gelas diabaikan.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Perubahan entalpi pelarutan NaOH adalah ....

A. +44,5 kJ/mol
B. −1,11 kJ/mol
C. −4,45 kJ/mol
D. −44,5 kJ/mol
E. −445 kJ/mol

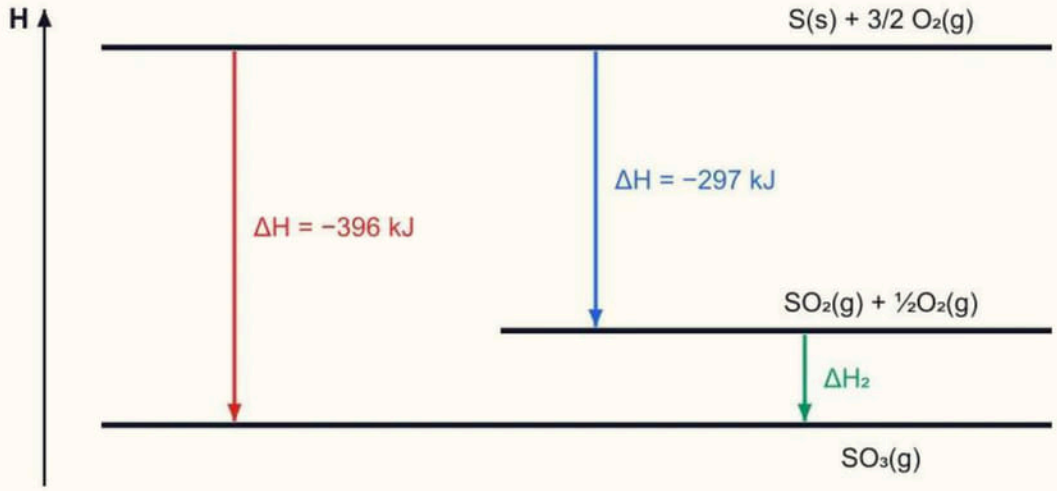
2. Kompres dingin instan sering dipakai untuk pertolongan pertama pada cedera olahraga. Kantongnya berisi urea padat dan sebuah kantong kecil berisi air. Saat kantong ditekan, kantong air pecah, urea larut, dan kompres terasa dingin di kulit selama beberapa menit. Proses pelarutan urea dianggap sebagai sistem, sedangkan kantong plastik, udara, dan kulit dianggap sebagai lingkungan.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kalor berpindah dari lingkungan ke sistem.	○	○
Perubahan entalpi pelarutan urea bernilai negatif karena suhu kompres turun.	○	○
Entalpi larutan urea yang terbentuk lebih tinggi daripada entalpi urea dan air sebelum dicampur.	○	○

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

3. Belerang trioksida (SO_3) adalah bahan antara pada pembuatan asam sulfat. Diagram tingkat energi berikut menunjukkan pembakaran belerang menjadi SO_3, yang dapat berlangsung langsung atau melalui pembentukan SO_2 lebih dulu. Semua perubahan entalpi diukur pada keadaan standar dan dinyatakan untuk 1 mol belerang. Di industri, tahap SO_2 menjadi SO_3 dilakukan dalam reaktor berkatalis V_2O_5 (proses kontak).
Perubahan entalpi untuk reaksi penguraian $SO_3(g) \rightarrow SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ adalah ....

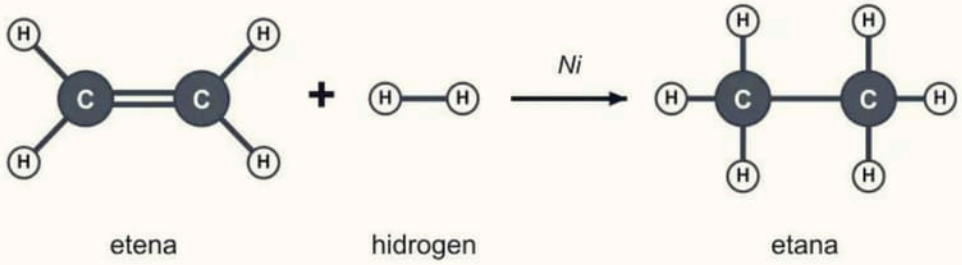


A. −99 kJ
B. +99 kJ
C. +198 kJ
D. +297 kJ
E. +693 kJ

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

4. Margarin dibuat dengan menambahkan gas hidrogen pada ikatan rangkap minyak nabati dengan bantuan katalis nikel. Reaksi paling sederhana yang mewakili proses ini adalah hidrogenasi etena menjadi etana, seperti ditunjukkan pada gambar.
Pada reaksi ini, ikatan rangkap C=C berubah menjadi ikatan tunggal C–C dan terbentuk dua ikatan C–H baru.
Data energi ikatan rata-rata (kJ/mol): C=C 614; C–C 348; C–H 413; H–H 436.
Perubahan entalpi reaksi hidrogenasi 1 mol etena adalah ....



A. −560 kJ
B. −266 kJ
C. −124 kJ
D. +124 kJ
E. +702 kJ

5. Kompor portabel untuk berkemah dapat memakai salah satu bahan bakar pada tabel berikut.

Bahan bakar	Rumus	Mr	ΔH pembakaran (kJ/mol)
Metanol	CH_3OH	32	−726
Etanol	C_2H_5OH	46	−1.367
Butana	C_4H_{10}	58	−2.877
Oktana	C_8H_{18}	114	−5.470

Sekelompok pendaki memanaskan 2,0 kg air dari 25 °C sampai mendidih (100 °C) dengan kompor gas butana. Hanya 60 % kalor pembakaran yang diserap air (c air = 4,2 J g^{-1} $°C^{-1}$).
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Massa butana yang terbakar paling sedikit adalah ....

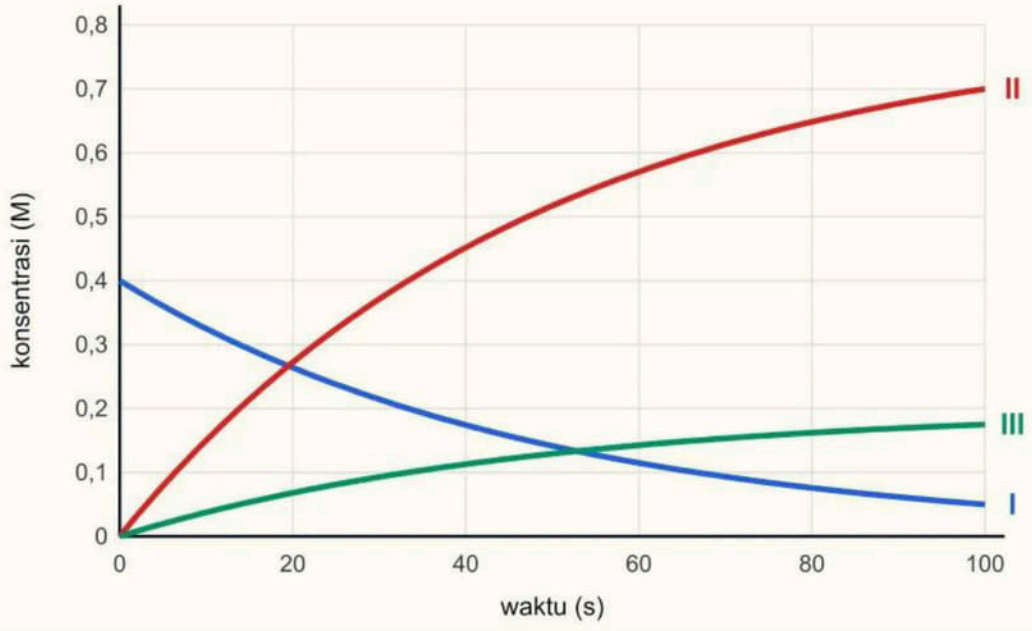
A. 0,36 g
B. 7,6 g
C. 12,7 g
D. 21,2 g
E. 28,2 g

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

6. Kapur tohor (CaO) untuk bahan bangunan dan penjernihan air dibuat dengan memanaskan batu kapur dalam tanur pada suhu sekitar 900 °C:
$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$
Diketahui ΔHf° $CaCO_3(s) = -1.207$ kJ/mol, ΔHf° $CaO(s) = -635$ kJ/mol, dan ΔHf° $CO_2(g) = -394$ kJ/mol. Sebuah pabrik kapur mengolah 500 kg $CaCO_3$ (Mr = 100) setiap jam.
Kalor yang harus diserap untuk menguraikan seluruh $CaCO_3$ tersebut setiap jam adalah ....

A. +178 kJ
B. $+8{,}9 \times 10^2$ kJ
C. $+8{,}9 \times 10^5$ kJ
D. $-8{,}9 \times 10^5$ kJ
E. $+1{,}1 \times 10^7$ kJ

7. Dinitrogen pentaoksida terurai bila dipanaskan menurut reaksi:
$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$
Sebuah wadah tertutup mula-mula hanya berisi N_2O_5. Konsentrasi ketiga zat selama reaksi diukur pada suhu tetap, dan hasilnya ditunjukkan pada grafik dengan kurva I, II, dan III. Reaksi ini sering dipakai sebagai contoh di laboratorium karena ketiga zatnya berupa gas yang mudah dipantau.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



A. Kurva I adalah NO_2 karena konsentrasinya paling tinggi pada awal reaksi.
B. Kurva II adalah O_2 karena kenaikan konsentrasinya paling curam.
C. Laju berkurangnya N_2O_5 makin besar seiring bertambahnya waktu.
D. Laju pembentukan NO_2 sama dengan laju berkurangnya N_2O_5.
E. Kurva III adalah O_2, dan laju pembentukannya ¼ laju pembentukan NO_2.

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

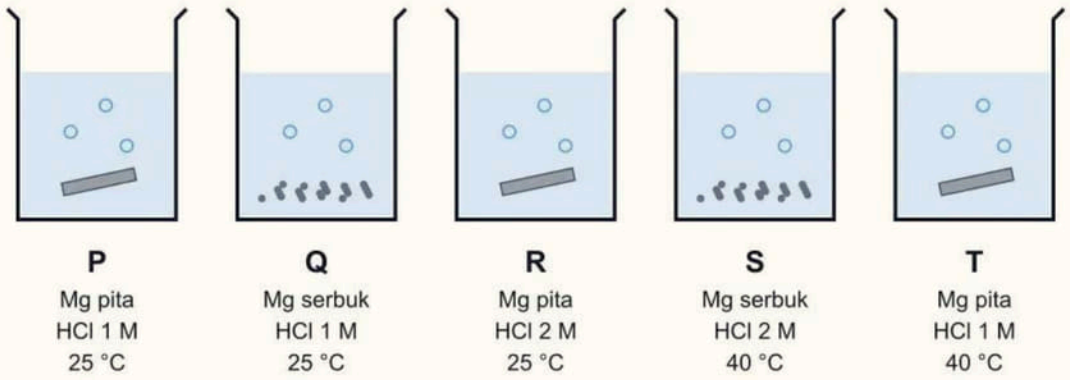
8. Reaksi $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ dipelajari pada suhu tetap dengan mengukur laju awal reaksi untuk beberapa konsentrasi awal pereaksi. Data hasil percobaan sebagai berikut.

Percobaan	[NO] awal (M)	$[H_2]$ awal (M)	Laju awal (M/s)
1	0,10	0,10	$2,0 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$8,0 \times 10^{-4}$
3	0,10	0,30	$6,0 \times 10^{-4}$

Laju awal reaksi bila [NO] = 0,30 M dan $[H_2]$ = 0,20 M pada suhu yang sama adalah ....

A. $1,2 \times 10^{-3}$ M/s
B. $1,8 \times 10^{-3}$ M/s
C. $2,4 \times 10^{-3}$ M/s
D. $3,6 \times 10^{-3}$ M/s
E. $7,2 \times 10^{-3}$ M/s

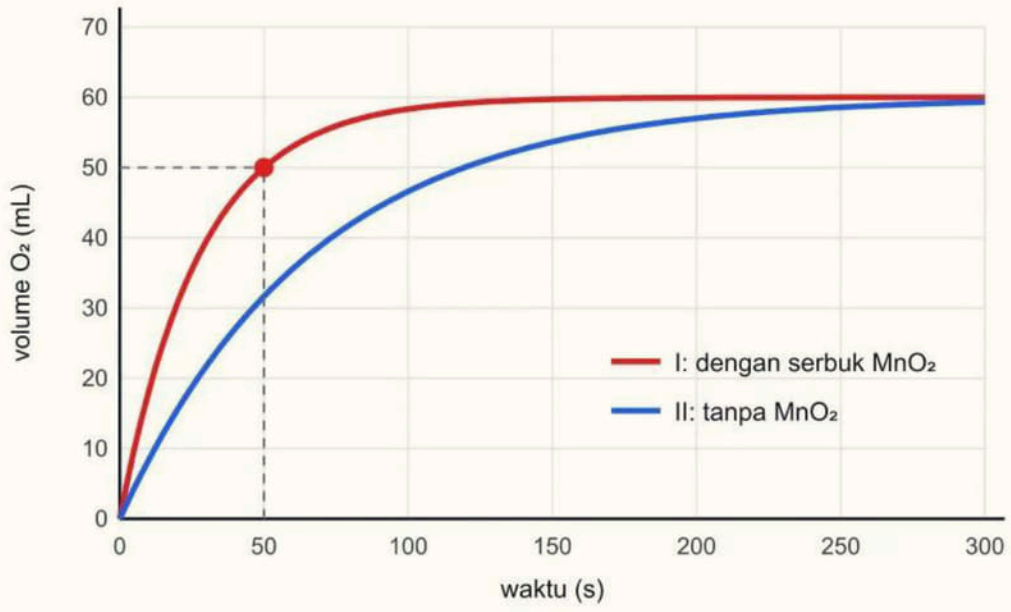
9. Sekelompok siswa menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi logam magnesium dengan asam klorida. Pada setiap percobaan digunakan 0,1 g magnesium dan 50 mL larutan HCl. Bentuk magnesium, konsentrasi HCl, dan suhu larutan pada kelima percobaan ditunjukkan pada gambar. Laju reaksi diukur dari waktu yang diperlukan sampai magnesium habis bereaksi.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pasangan percobaan yang tepat untuk menyelidiki pengaruh suhu terhadap laju reaksi adalah ....



A. P dan T
B. P dan Q
C. Q dan S
D. R dan T
E. P dan S

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

10. Hidrogen peroksida (H_2O_2) terurai perlahan menjadi air dan gas oksigen: $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$. Dua percobaan dilakukan pada suhu yang sama dengan volume dan konsentrasi larutan H_2O_2 yang sama. Pada percobaan I ditambahkan sedikit serbuk mangan dioksida (MnO_2), sedangkan percobaan II tanpa MnO_2. Gas oksigen yang terbentuk ditampung dan volumenya dicatat, seperti pada grafik.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Volume akhir O_2 pada kedua percobaan sama karena jumlah H_2O_2 yang terurai sama.	○	○
Laju rata-rata pembentukan O_2 pada percobaan I selama 50 detik pertama adalah 1,0 mL/s.	○	○
MnO_2 mempercepat reaksi karena menaikkan energi kinetik rata-rata partikel H_2O_2.	○	○

11. Hidrogen iodida (HI) dapat dibuat dengan mereaksikan gas hidrogen dan uap iodin dalam wadah tertutup pada suhu tinggi:
$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$
Seorang analis memantau konsentrasi HI dalam wadah setiap 10 detik. Dalam 60 detik pertama, konsentrasi HI naik dari 0 M menjadi 0,24 M.
Laju rata-rata berkurangnya konsentrasi H_2 selama selang waktu itu adalah ....

A. $1{,}0 \times 10^{-3}$ M/s
B. $2{,}0 \times 10^{-3}$ M/s
C. $4{,}0 \times 10^{-3}$ M/s
D. $8{,}0 \times 10^{-3}$ M/s
E. $1{,}2 \times 10^{-1}$ M/s

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

12. Di sebuah pabrik pengolahan tepung terigu, debu tepung yang beterbangan di udara ruang produksi pernah memicu ledakan hanya karena percikan api kecil dari mesin. Padahal, tepung yang sama di dalam karung sulit sekali dibakar, bahkan bila disulut langsung dengan korek api. Karena itu, pabrik memasang penyedot debu dan melarang api terbuka di ruang produksi.

Penjelasan yang tepat menurut teori tumbukan adalah ....

A. Debu tepung memiliki energi aktivasi yang lebih rendah daripada tepung di dalam karung.
B. Partikel debu bergerak lebih cepat sehingga suhu udara di ruang produksi menjadi naik.
C. Percikan api bertindak sebagai katalis yang menurunkan energi aktivasi pembakaran.
D. Bidang sentuh tepung dengan oksigen jauh lebih luas sehingga tumbukan lebih sering.
E. Kadar oksigen di udara ruang produksi lebih tinggi daripada kadar oksigen di udara luar.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

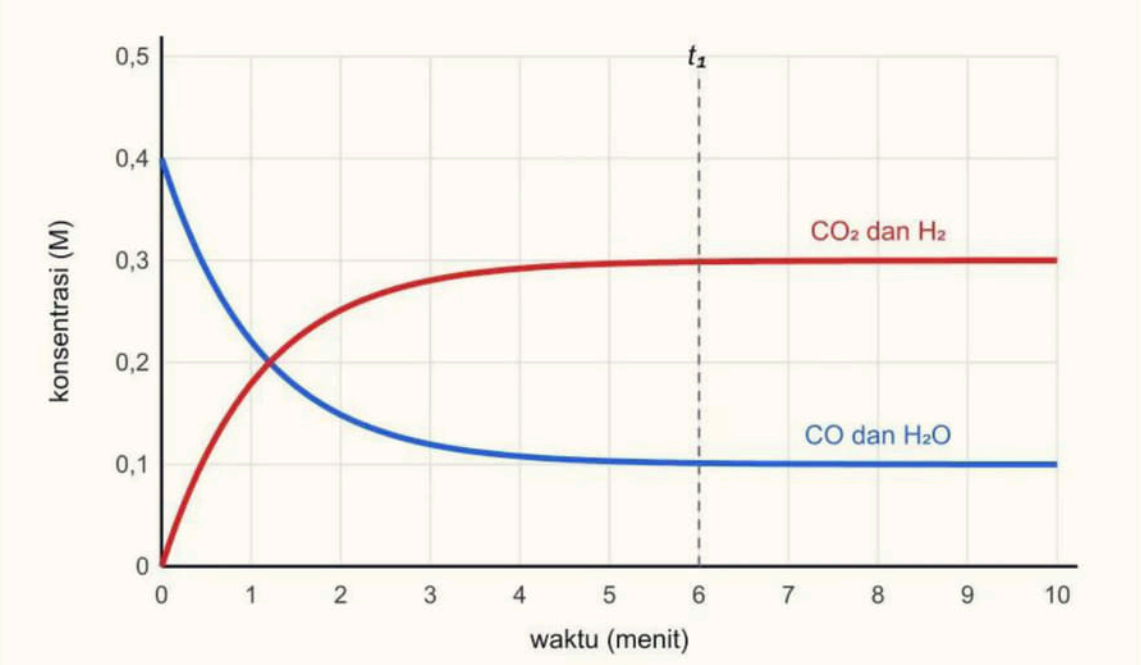
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

13. Sebagian gas hidrogen untuk industri dibuat melalui reaksi gas karbon monoksida dengan uap air:

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

Sebanyak 0,40 mol CO dan 0,40 mol H_2O dimasukkan ke wadah tertutup bervolume 1 L dan dipanaskan pada suhu tetap. Perubahan konsentrasi zat-zat dalam wadah ditunjukkan pada grafik; setelah t_1 semua konsentrasi tidak berubah lagi.

Pernyataan yang tepat adalah ....



A. Kc = 9; setelah t_1 laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik.
B. Kc = 9; setelah t_1 reaksi maju dan reaksi balik sudah berhenti.
C. Kc = 3; setelah t_1 laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik.
D. Kc = 0,11; setelah t_1 reaksi maju dan reaksi balik sudah berhenti sama sekali.
E. Kc = 0,75; setelah t_1 konsentrasi semua zat sudah sama besar.

14. Metanol dibuat di industri dari gas sintesis menurut reaksi kesetimbangan $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ dengan katalis berbahan tembaga. Tabel berikut menunjukkan kadar metanol (% volume) dalam campuran setimbang pada beberapa suhu dan tekanan.

Suhu	Tekanan 50 atm	Tekanan 100 atm
200 °C	38 %	60 %
250 °C	18 %	37 %
300 °C	7 %	17 %

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

Data disusun untuk latihan soal.

Kesimpulan yang tepat berdasarkan data dan konsep kesetimbangan adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Reaksi pembentukan metanol bersifat eksoterm.

☐ B. Pada suhu tetap, tekanan lebih tinggi menaikkan kadar metanol karena mol gas hasil lebih sedikit.

☐ C. Nilai tetapan kesetimbangan K makin besar bila suhu dinaikkan dari 200 °C menjadi 300 °C.

☐ D. Katalis tembaga dipakai di industri agar kadar metanol dalam campuran setimbang menjadi lebih tinggi.

☐ E. Suhu yang jauh di bawah 200 °C tidak dipakai di industri karena laju reaksinya terlalu lambat.

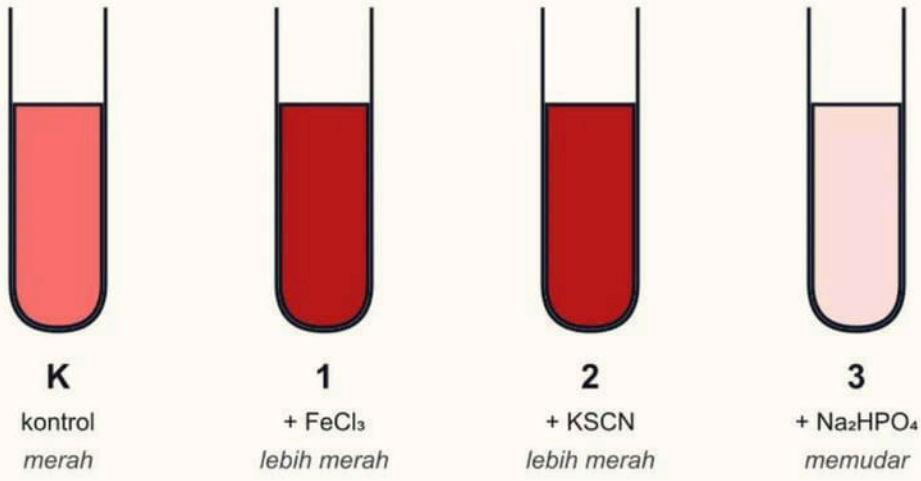
15. Larutan berwarna merah dibuat dari campuran larutan encer $FeCl_3$ dan KSCN, sehingga terjadi kesetimbangan:

$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons FeSCN^{2+}(aq)$

(kuning pucat) (tidak berwarna) (merah)

Larutan itu dibagi ke empat tabung. Tabung K dijadikan pembanding. Ke dalam tabung 1, 2, dan 3 ditambahkan sedikit zat padat seperti pada gambar. Na_2HPO_4 mengikat ion Fe^{3+} menjadi ion kompleks yang tidak berwarna.

Pernyataan yang tepat setelah setiap tabung kembali setimbang adalah ....



A. Pada tabung 2, warna makin merah karena nilai Kc bertambah setelah KSCN ditambahkan.

B. Pada tabung 3, kesetimbangan bergeser ke kanan untuk menggantikan Fe^{3+} yang diikat.

C. Pada tabung 1, $[Fe^{3+}]$ kembali sama dengan $[Fe^{3+}]$ di tabung K setelah setimbang.

D. Pada tabung 3, $[SCN^-]$ menjadi lebih kecil daripada $[SCN^-]$ di tabung K.

E. Pada tabung 1, $[SCN^-]$ lebih kecil daripada di tabung K karena ikut bereaksi.

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

16. Fosforus pentaklorida (PCl_5) dipakai sebagai pereaksi klorinasi dalam industri obat dan pestisida. Bila dipanaskan, senyawa ini terurai membentuk kesetimbangan:
$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
Sebanyak 0,50 mol PCl_5 dipanaskan dalam wadah tertutup bervolume 2,0 L. Setelah kesetimbangan tercapai pada suhu tertentu, ternyata 40 % PCl_5 telah terurai.
Nilai tetapan kesetimbangan Kc pada suhu tersebut adalah ....

A. 0,040
B. 0,067
C. 0,13
D. 0,80
E. 15

17. Gas NO_2 berwarna cokelat, sedangkan gas N_2O_4 tidak berwarna. Keduanya membentuk kesetimbangan $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ dengan Kc = 0,36 pada 100 °C. Empat campuran kedua gas disiapkan dalam wadah tertutup pada 100 °C dengan data konsentrasi awal seperti pada tabel.

Campuran	$[N_2O_4]$ (M)	$[NO_2]$ (M)
I	0,20	0,20
II	0,50	0,60
III	0,25	0,30
IV	0,10	0,30

Pernyataan yang tepat tentang arah reaksi setiap campuran adalah ....

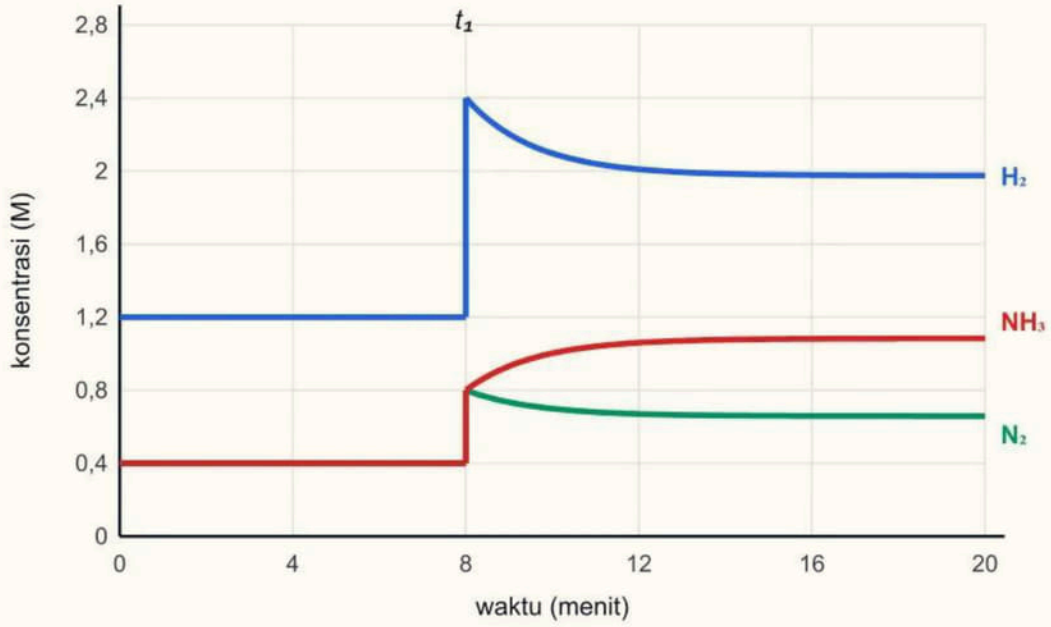
A. Campuran I bergeser ke kiri; campuran III sudah setimbang.
B. Campuran I dan III bergeser ke kanan; campuran II ke kiri.
C. Campuran II dan IV bergeser ke kiri; campuran III setimbang.
D. Campuran I dan II bergeser ke kanan; campuran IV setimbang.
E. Campuran III bergeser ke kanan; campuran IV bergeser ke kiri.

18. Gas sintesis, yaitu campuran gas CO dan H_2, dibuat dengan mengalirkan uap air panas ke atas kokas (karbon) yang berpijar di dalam reaktor tertutup:
$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)\ \Delta H = +131\ kJ$
Seorang insinyur proses ingin memperbanyak gas H_2 dalam campuran setimbang di reaktor tersebut tanpa mengganti bahan baku.
Tindakan yang tepat adalah ....

A. menaikkan suhu reaktor
B. menambah kokas ke dalam reaktor
C. memperkecil volume reaktor
D. menambahkan katalis ke reaktor
E. mengalirkan gas CO tambahan

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

19. Pada pembuatan amonia menurut proses Haber–Bosch terjadi kesetimbangan:
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ \Delta H = -92$ kJ
Grafik berikut menunjukkan konsentrasi ketiga gas dalam sebuah reaktor yang semula sudah setimbang. Pada saat t_1 dilakukan satu perubahan kondisi, dan setelah itu sistem mencapai kesetimbangan baru. Suhu sistem sebelum dan sesudah t_1 diketahui sama. Perubahan yang dilakukan pada saat t_1 adalah ....



A. menambahkan gas N_2 ke dalam reaktor
B. menaikkan suhu sistem
C. menambahkan katalis besi
D. memperkecil volume reaktor
E. mengeluarkan sebagian gas NH_3

20. Senyawa klorin banyak ditemukan dalam produk sehari-hari. Tabel berikut memuat lima produk dan zat aktif yang mengandung klor di dalamnya.

Produk	Zat aktif
Pemutih pakaian	NaClO
Pembersih porselen	HCl
Kaporit kolam renang	$Ca(ClO)_2$
Pemutih bubur kertas	ClO_2
Kepala korek api	$KClO_3$

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

Zat aktif yang atom klornya memiliki bilangan oksidasi +5 terdapat dalam ....

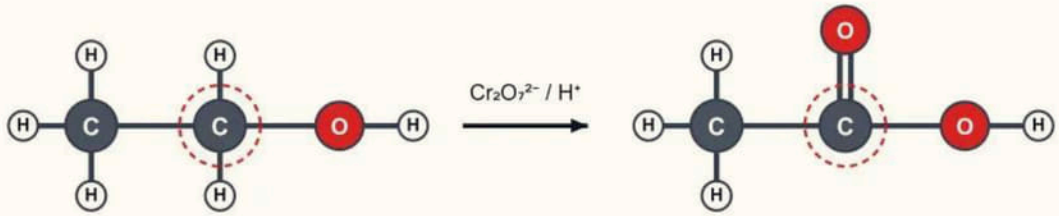
A. pemutih pakaian
B. pembersih porselen
C. kaporit kolam renang
D. pemutih bubur kertas
E. kepala korek api

21. Alat uji napas sederhana untuk pengemudi berisi kristal kalium dikromat dalam suasana asam yang berwarna jingga. Bila napas mengandung uap etanol, warna berubah menjadi hijau karena terbentuk ion Cr^{3+}:

$3CH_3CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ \rightarrow 3CH_3COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$

Gambar menunjukkan perubahan struktur etanol menjadi asam asetat; atom C yang dilingkari adalah atom C yang berubah.

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

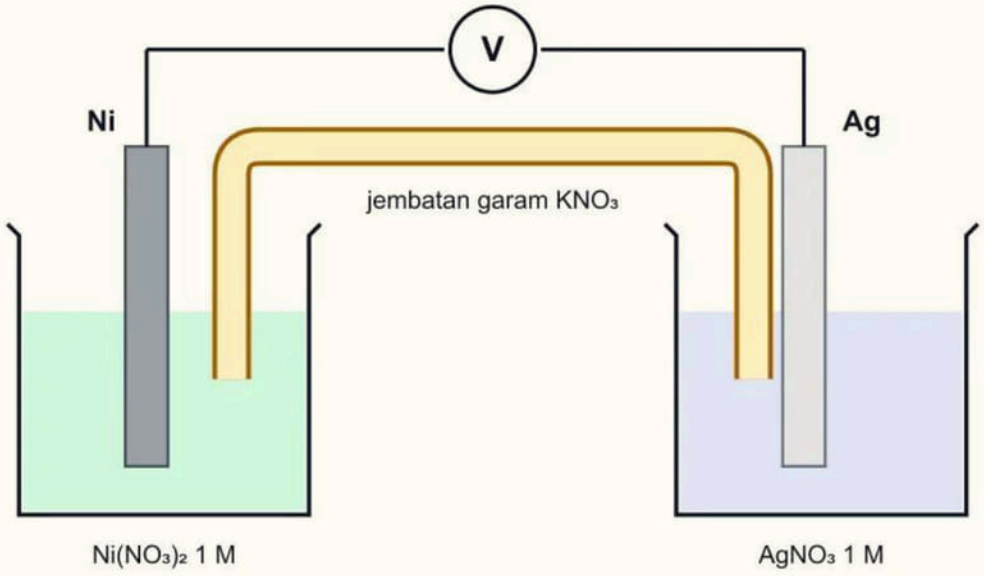


Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Etanol bertindak sebagai oksidator karena atom C yang dilingkari menerima elektron.	○	○
Bilangan oksidasi Cr turun dari +6 menjadi +3, sehingga ion dikromat bertindak sebagai oksidator.	○	○
Bilangan oksidasi atom C yang dilingkari naik dari −1 menjadi +3.	○	○

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

22. Seorang siswa merangkai sel volta seperti pada gambar. Elektroda nikel dicelupkan ke dalam larutan $Ni(NO_3)_2$ 1 M, dan elektroda perak dicelupkan ke dalam larutan $AgNO_3$ 1 M. Kedua larutan dihubungkan dengan jembatan garam KNO_3, dan kedua elektroda dihubungkan ke voltmeter.
Data potensial reduksi standar: $E^\circ\ Ni^{2+}/Ni = -0{,}25$ V dan $E^\circ\ Ag^+/Ag = +0{,}80$ V.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pernyataan yang tepat tentang sel tersebut adalah ....



A. Elektron mengalir dari Ag ke Ni melalui kawat, dan $E^\circ sel = 1{,}05$ V.
B. Massa elektroda Ag bertambah, dan $E^\circ sel = 1{,}05$ V.
C. Massa elektroda Ni bertambah, dan $E^\circ sel = 0{,}55$ V.
D. Ion NO_3^- dari jembatan garam bergerak ke wadah Ag, dan $E^\circ sel = 1{,}05$ V.
E. Elektroda Ni bertindak sebagai katode, dan $E^\circ sel = 1{,}85$ V.

23. Petani sering menyemprotkan larutan terusi ($CuSO_4$) sebagai fungisida. Penyuluh pertanian berpesan agar larutan terusi tidak disimpan dalam ember besi. Tabel berikut memuat potensial reduksi standar beberapa logam.

Setengah reaksi	E° (V)
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	−2,37
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	−0,76
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	−0,44
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	−0,13
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34

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

Pernyataan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....

A. Ember besi aman karena besi lebih sukar teroksidasi daripada tembaga.
B. Ember seng lebih aman daripada ember besi karena E° seng lebih kecil.
C. Ember timbal aman karena E°sel reaksi Pb dengan Cu^{2+} bernilai negatif.
D. Ember besi berlubang karena Cu mereduksi ion Fe^{2+} dengan E°sel sebesar +0,10 V.
E. Ember besi berlubang karena Fe mereduksi ion Cu^{2+} dengan E°sel = +0,78 V.

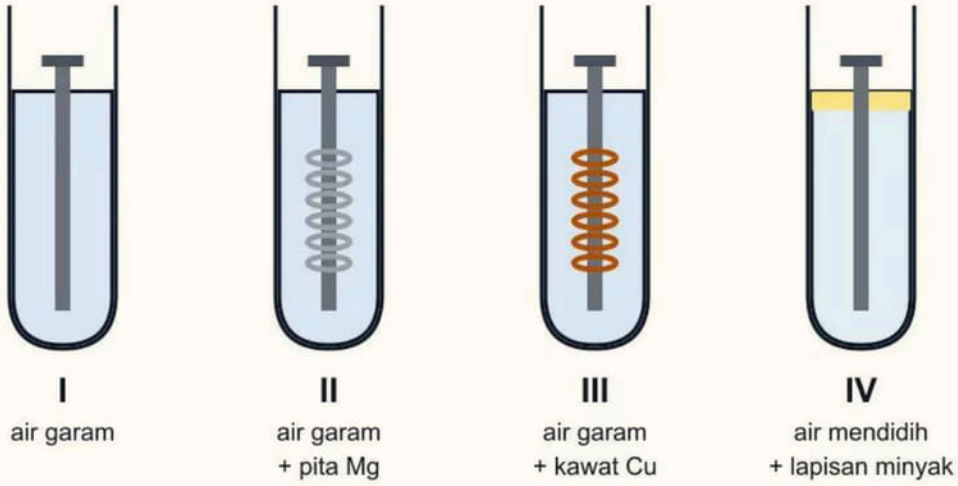
24. Tembaga untuk kabel listrik harus sangat murni. Pada pemurnian tembaga secara elektrolisis, tembaga kotor dijadikan anode dan lempeng tembaga murni dijadikan katode, keduanya dicelupkan ke dalam larutan $CuSO_4$. Dalam percobaan skala laboratorium, arus listrik 2,0 A dialirkan selama 30 menit.
(Ar Cu = 63,5; 1 F = 96.500 C/mol)
Massa tembaga yang mengendap di katode adalah ....

A. 0,020 g
B. 0,59 g
C. 1,18 g
D. 2,37 g
E. 4,74 g

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

25. Sekelompok siswa menyelidiki perkaratan paku besi. Empat paku yang sama diletakkan dalam tabung seperti pada gambar. Paku II dililit pita magnesium, paku III dililit kawat tembaga, dan paku IV direndam dalam air yang sudah dididihkan lalu ditutup lapisan minyak. Tabung dibiarkan terbuka di udara selama lima hari.
Diketahui: $E^\circ\ Mg^{2+}/Mg = -2{,}37$ V; $E^\circ\ Fe^{2+}/Fe = -0{,}44$ V; $E^\circ\ Cu^{2+}/Cu = +0{,}34$ V.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pernyataan yang tepat tentang keadaan paku setelah lima hari adalah ....



A. Paku II paling cepat berkarat karena magnesium mempercepat oksidasi besi.
B. Paku III paling cepat berkarat karena besi menjadi anode terhadap tembaga.
C. Paku II terlindung karena magnesium menjadi katode dan besi menjadi anode.
D. Paku IV paling cepat berkarat karena air mendidih mengandung banyak oksigen.
E. Paku I dan III berkarat sama cepat karena keduanya berada dalam air garam.

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi	1, 2, 3, 4, 5, 6	___ / 6	Ulangi hlm. 200
Sub bab 3.2 · Laju reaksi	7, 8, 9, 10, 11, 12	___ / 6	Ulangi hlm. 213
Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	___ / 7	Ulangi hlm. 226
Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia	20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 6	Ulangi hlm. 242

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 4 · Kimia Organik

KIM-B4

Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat:

- menamai hidrokarbon dan menganalisis isomernya
- menghubungkan fraksi minyak bumi dengan titik didih dan kegunaannya
- memprediksi jenis reaksi hidrokarbon dan mengenali gugus fungsi

Peta bab

Sub bab	Judul
4.1	Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer
4.2	Minyak bumi dan fraksinya
4.3	Sifat dan reaksi hidrokarbon

Bab 4 di LMS

Buka seluruh latihan bab ini di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-B4

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

Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer

KIM-4.1

◎ APA YANG DIUJI

Dua soal asli 2025 berbentuk Benar/Salah berasal dari sini. Keduanya termasuk soal yang paling banyak dijawab benar (57–58 %), tetapi setiap pernyataannya menuntut analisis struktur yang teliti.

Soal (Simulasi 1)	Yang diuji	Benar
No. 10	rumus, struktur, dan titik didih butana dari data pembakaran	58,1 %
No. 8	membandingkan dua isomer C_4H_8 dari data entalpi pembakaran	57,3 %

Contoh soal resmi Pusmendik no. 2 juga dari sini: menghitung atom C primer dan tersier pada alkana bercabang yang dipakai sebagai aditif bahan bakar.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menentukan rumus molekul hidrokarbon dari data pembakaran;
- mengklasifikasikan atom C primer, sekunder, tersier, dan kuarterner;
- memberi nama IUPAC alkana, alkena, dan alkuna, serta membaca nama menjadi struktur;
- menentukan isomer struktur dan isomer geometri (cis-trans), dan memperkirakan pengaruhnya pada titik didih.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

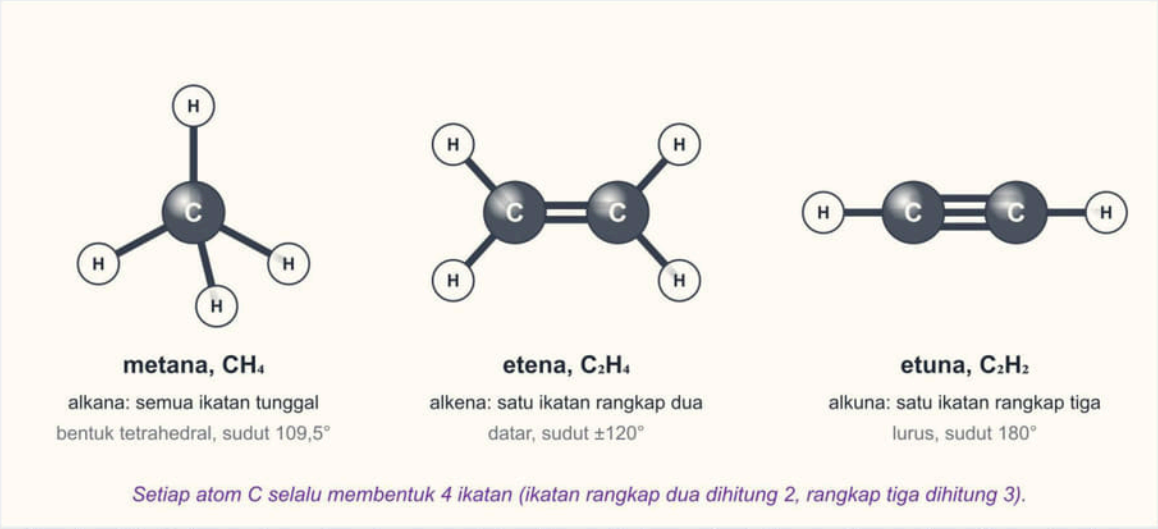
Bensin, elpiji, lilin, plastik, obat, dan bahkan tubuh kita tersusun dari senyawa karbon. Jumlah senyawa karbon yang sudah dikenal mencapai jutaan, jauh lebih banyak daripada senyawa semua unsur lain. Sub bab ini dimulai dari golongan senyawa karbon yang paling sederhana, yaitu **hidrokarbon**: senyawa yang hanya tersusun dari atom C dan H.

1. Kekhasan atom karbon

Mengapa karbon dapat membentuk begitu banyak senyawa? Ada tiga alasan.

1. **Empat elektron valensi.** Atom C (konfigurasi 2, 4) memerlukan 4 elektron lagi untuk stabil, sehingga **selalu membentuk 4 ikatan kovalen**.
2. **Dapat berikatan dengan sesamanya.** Ikatan C–C cukup kuat, sehingga atom karbon dapat bersambung membentuk rantai lurus, rantai bercabang, atau cincin, dengan panjang dari 1 sampai ribuan atom.
3. **Dapat membentuk ikatan tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga.** Ikatan rangkap dua dihitung sebagai 2 ikatan dan ikatan rangkap tiga sebagai 3 ikatan, sehingga jumlah ikatan setiap atom C tetap 4 (Gambar 4.1).

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



Gambar 4.1 Metana, etena, dan etuna: contoh paling sederhana dari alkana, alkena, dan alkuna. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hidrokarbon yang semua ikatan C–C-nya tunggal disebut **jenuh**, karena setiap atom C sudah mengikat atom H sebanyak mungkin. Hidrokarbon dengan ikatan rangkap disebut **tidak jenuh**; ikatan rangkapnya dapat "dibuka" untuk mengikat atom lain (sub bab 4.3).

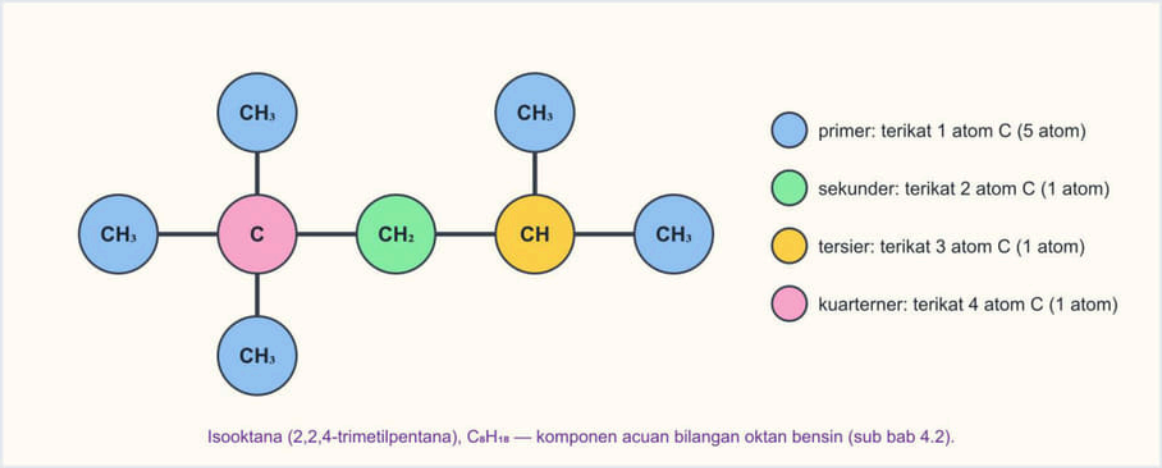
Struktur senyawa karbon dapat ditulis dengan beberapa cara. **Rumus molekul** (C_4H_{10}) hanya menyebut jumlah atom. **Rumus struktur lengkap** menggambar semua ikatan. **Rumus struktur singkat** menulis setiap atom C bersama H-nya, misalnya $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$ atau $CH_3(CH_2)_2CH_3$. **Rumus kerangka** (garis zig-zag) hanya menggambar rantai C: setiap sudut dan ujung garis adalah atom C, dan atom H dianggap melengkapi ikatannya menjadi 4.

2. Jenis atom karbon dalam rantai

Atom C dalam rantai digolongkan menurut jumlah atom C lain yang terikat **langsung** padanya (Gambar 4.2):

Jenis atom C	Terikat langsung pada	Bentuk umum
Primer	1 atom C lain	$CH_3–$ di ujung rantai atau cabang
Sekunder	2 atom C lain	$–CH_2–$
Tersier	3 atom C lain	–CH– bercabang
Kuarterner	4 atom C lain	C pusat tanpa atom H

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



Gambar 4.2 Isooktana memiliki lima atom C primer, satu sekunder, satu tersier, dan satu kuarterner. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Yang dihitung adalah atom C tetangganya, bukan atom H. Atom C pusat pada isooktana tidak mengikat atom H sama sekali, tetapi ia kuarterner karena terikat pada empat atom C.

3. Alkana, alkena, dan alkuna

Golongan	Ikatan khas	Rumus umum	Contoh dan kegunaan
Alkana	semua tunggal (jenuh)	C_nH_{2n+2}	metana (biogas), propana dan butana (elpiji), oktana (bensin)
Alkena	satu C=C	C_nH_{2n}	etena (bahan plastik polietena, pematang buah)
Alkuna	satu C≡C	C_nH_{2n-2}	etuna atau asetilena (las karbit)
Sikloalkana	cincin, semua tunggal	C_nH_{2n}	sikloheksana (pelarut)

Anggota satu golongan membentuk **deret homolog**: rumus umumnya sama, anggota yang berurutan berbeda $-CH_2-$, dan sifat fisiknya berubah teratur. Pada alkana, metana sampai butana berwujud gas pada suhu kamar, pentana sampai sekitar C_{17} berwujud cair, dan yang lebih panjang berwujud padat (lilin parafin).

Rumus umum membantu mengenali golongan dari rumus molekul. C_5H_{12} pasti alkana ($12 = 2 \times 5 + 2$). C_5H_{10} bisa alkena **atau** sikloalkana; keduanya dibedakan dengan uji air brom (sub bab 4.3).

Rumus dari data pembakaran. Pembakaran sempurna hidrokarbon menghasilkan CO_2 dan H_2O:

$C_xH_y + (x + y/4)\ O_2 \rightarrow x\ CO_2 + (y/2)\ H_2O$

Jadi x = mol CO_2 ÷ mol hidrokarbon, dan y = 2 × mol H_2O ÷ mol hidrokarbon.

Contoh terselesaikan 1: rumus dari data pembakaran

Soal. Pembakaran sempurna 0,10 mol suatu hidrokarbon menghasilkan 0,40 mol CO_2 dan 0,40

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

mol H_2O. Tentukan rumus molekul dan golongannya.

Langkah.

1. $x = 0{,}40 \div 0{,}10 = 4$; $y = 2 \times 0{,}40 \div 0{,}10 = 8 \rightarrow \mathbf{C_4H_8}$.
2. $8 = 2 \times 4 \rightarrow$ rumus umum $C_nH_{2n} \rightarrow$ alkena atau sikloalkana.

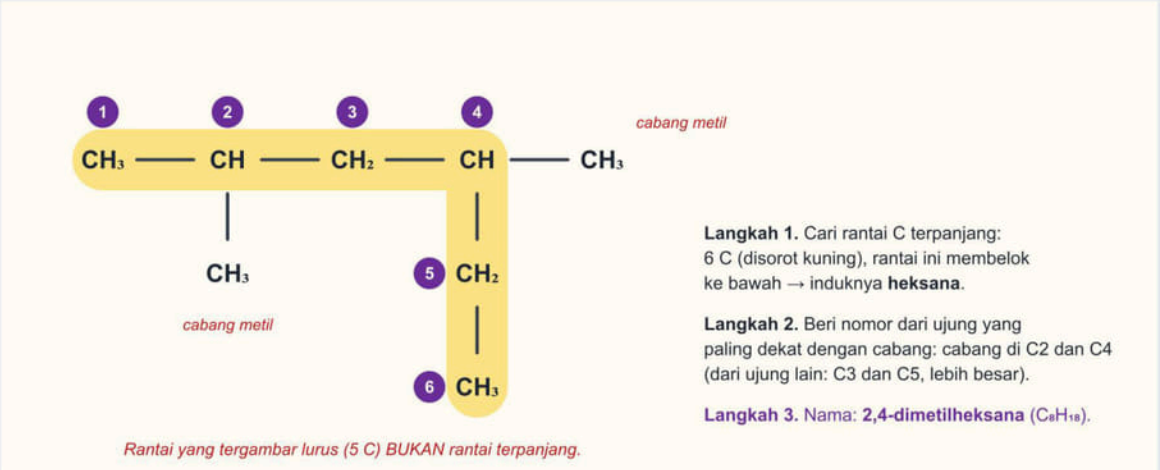
Cek. Mol H_2O sama dengan mol CO_2 selalu berarti C_nH_{2n}. Bila mol H_2O lebih besar daripada mol CO_2, senyawanya alkana.

4. Tata nama IUPAC

Nama IUPAC disusun dari tiga bagian: **nomor dan nama cabang + nama rantai induk**. Nama rantai induk menurut jumlah C: met- (1), et- (2), prop- (3), but- (4), pent- (5), heks- (6), hept- (7), okt- (8), non- (9), dek- (10), ditambah akhiran -ana, -ena, atau -una. Cabang alkil diberi akhiran -il: metil ($-CH_3$), etil ($-C_2H_5$), propil ($-C_3H_7$).

Langkahnya (Gambar 4.3):

1. **Pilih rantai induk**, yaitu rantai C terpanjang. Rantai ini tidak harus tergambar lurus; ia boleh "membelok" melewati cabang. Untuk alkena dan alkuna, rantai induk harus memuat ikatan rangkapnya. Bila ada dua rantai sama panjang, pilih yang cabangnya lebih banyak.
2. **Beri nomor** dari ujung yang paling dekat dengan ikatan rangkap (alkena/alkuna) atau dengan cabang pertama (alkana).
3. **Tulis nama**: nomor cabang, tanda hubung, nama cabang. Cabang yang sama dikumpulkan dengan awalan di-, tri-, tetra-; cabang yang berbeda diurutkan menurut **abjad** (etil sebelum metil; awalan di- dan tri- tidak ikut diurutkan).



Gambar 4.3 Rantai terpanjang pada struktur ini berisi 6 atom C dan membelok ke bawah, sehingga namanya 2,4-dimetilheksana. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 2: memberi nama alkana dan alkena

Soal. Beri nama (a) $CH_3–CH(CH_3)–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$ dan (b) $CH_2=CH–CH(CH_3)–CH_3$.

Langkah.

1. (a) Rantai terpanjang 5 C (pentana). Dari kiri, cabang metil di C2 dan C3; dari kanan di C3 dan C4. Pilih dari kiri: **2,3-dimetilpentana**.
2. (b) Rantai induk memuat C=C: 4 C (butena). Nomor dari ujung terdekat ikatan rangkap: C=C di C1, cabang metil di C3: **3-metil-1-butena**.

Cek. Hitung ulang jumlah C dari nama: 2,3-dimetilpentana = 5 + 2 = 7 C (C_7H_{16}), sama dengan jumlah C pada struktur.

Contoh terselesaikan 3: dari nama ke struktur

Soal. Gambarkan struktur 3-etil-2-metilheksana dan tentukan rumus molekulnya.

Langkah.

1. Tulis rantai induk heksana: C1–C2–C3–C4–C5–C6.
2. Pasang metil pada C2 dan etil pada C3: $CH_3–CH(CH_3)–CH(C_2H_5)–CH_2–CH_2–CH_3$.
3. Jumlah C = 6 + 1 + 2 = 9 → alkana C_9H_{20}.

Cek. Jalur lain yang melewati gugus etil (2 C etil + C3 sampai C6) juga berisi 6 C, tetapi rantai itu hanya bercabang satu. Bila panjangnya sama, dipilih rantai yang cabangnya lebih banyak, jadi heksana dengan cabang metil dan etil sudah benar.

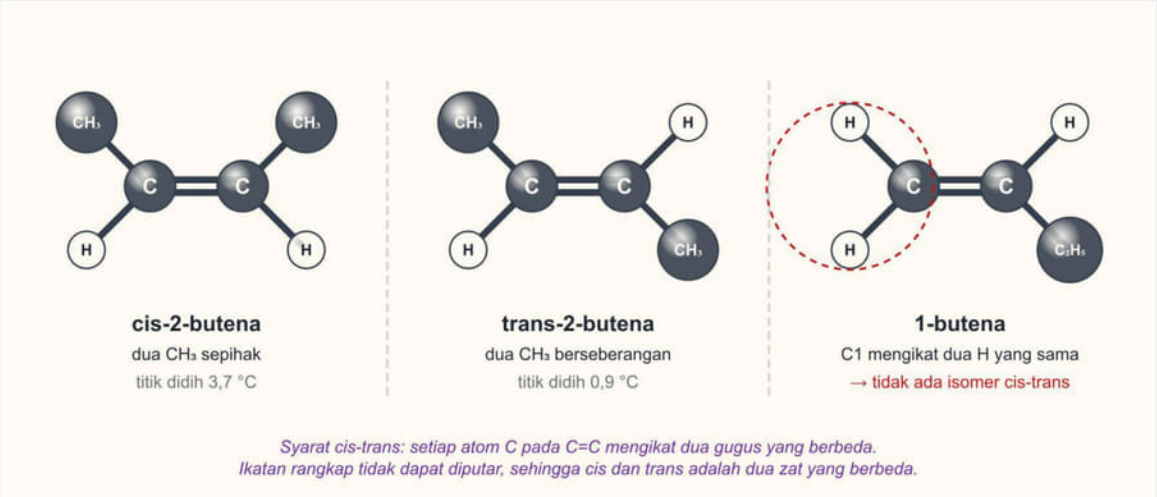
5. Isomer

Isomer adalah senyawa-senyawa dengan rumus molekul sama tetapi struktur berbeda. Karena strukturnya berbeda, sifatnya juga berbeda.

Jenis	Arti	Contoh
Isomer rantai	kerangka berbeda (lurus atau bercabang)	butana dan 2-metilpropana (C_4H_{10})
Isomer posisi	letak ikatan rangkap atau cabang berbeda	1-butena dan 2-butena
Isomer fungsi	golongan berbeda	1-butena dan siklobutana (C_4H_8)
Isomer geometri (cis-trans)	susunan ruang berbeda di sekitar C=C	cis-2-butena dan trans-2-butena

Isomer geometri muncul karena ikatan rangkap C=C tidak dapat diputar. Bila kedua gugus yang sama berada di sisi yang sama, isomernya **cis**; bila berseberangan, isomernya **trans** (Gambar 4.4). Syaratnya: **setiap atom C pada ikatan rangkap mengikat dua gugus yang berbeda**. Pada 1-butena, C1 mengikat dua atom H, sehingga 1-butena tidak memiliki isomer cis-trans.

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



Gambar 4.4 cis-2-butena dan trans-2-butena adalah dua zat berbeda dengan titik didih berbeda; 1-butena tidak memiliki isomer geometri. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan nilai baku titik didih.

Cara mendaftar isomer secara sistematis. Mulailah dari rantai terlurus. Lalu pendekkan rantai satu atom C dan pasang C itu sebagai cabang di semua posisi yang mungkin, kemudian pendekkan lagi. Untuk alkena, geser juga letak ikatan rangkapnya. Terakhir, coret struktur kembar: struktur yang menjadi sama bila dibalik atau diputar (1-pentena dan "4-pentena" adalah zat yang sama).

Contoh terselesaikan 4: semua isomer C_4H_8

Soal. Tuliskan semua isomer C_4H_8.

Langkah.

1. Alkena rantai lurus: 1-butena dan 2-butena; 2-butena memiliki cis dan trans → 3 isomer.
2. Alkena bercabang: 2-metilpropena ($CH_2{=}C(CH_3)_2$) → 1 isomer; tidak ada cis-trans karena C1 mengikat dua H.
3. Sikloalkana: siklobutana dan metilsiklopropana → 2 isomer.

Jadi ada **6 isomer**: 4 alkena dan 2 sikloalkana.

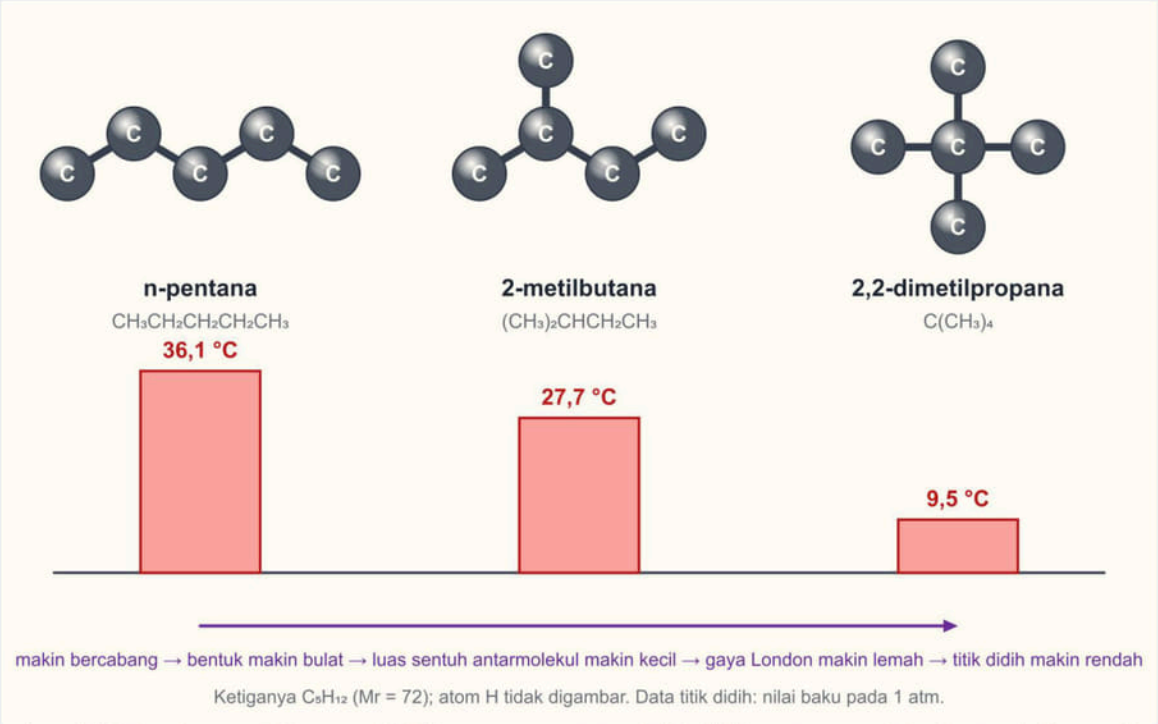
Cek. "3-butena" tidak ditulis karena sama dengan 1-butena yang diberi nomor dari ujung lain.

6. Struktur dan sifat fisik

Hidrokarbon bersifat nonpolar, sehingga gaya antarmolekulnya hanya **gaya London** (sub bab 1.2). Gaya London makin kuat bila molekul makin besar (Mr naik) dan makin luas bidang sentuhnya. Akibatnya:

- dalam satu deret homolog, titik didih naik seiring bertambahnya jumlah atom C;
- pada isomer dengan Mr sama, **rantai lurus memiliki titik didih tertinggi**. Makin bercabang, molekul makin bulat, bidang sentuh antarmolekul makin kecil, dan titik didih makin rendah (Gambar 4.5).

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



Gambar 4.5 Ketiga isomer C_5H_{12} memiliki Mr yang sama, tetapi titik didihnya turun seiring bertambahnya cabang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan nilai baku titik didih.

Kestabilan isomer dapat dibandingkan dari entalpi pembakarannya. Isomer-isomer menghasilkan CO_2 dan H_2O yang sama, sehingga isomer yang melepas kalor **lebih sedikit** saat dibakar memiliki energi awal lebih rendah, artinya **lebih stabil** (sub bab 3.1). Umumnya isomer bercabang sedikit lebih stabil daripada rantai lurusnya.

Contoh terselesaikan 5: urutan titik didih isomer heksana

Soal. Urutkan titik didih n-heksana, 2-metilpentana, dan 2,2-dimetilbutana (ketiganya C_6H_{14}) dari yang tertinggi.

Langkah.

1. Mr ketiganya sama, jadi yang menentukan adalah bentuk molekul.
2. n-heksana tidak bercabang, 2-metilpentana bercabang satu, 2,2-dimetilbutana bercabang dua pada satu atom C (paling bulat).
3. Urutan: **n-heksana (69 °C) → 2-metilpentana (60 °C) → 2,2-dimetilbutana (50 °C)**.

Cek. Nilai baku titik didih ketiga zat itu memang menurun dengan urutan tersebut.

Ringkasan

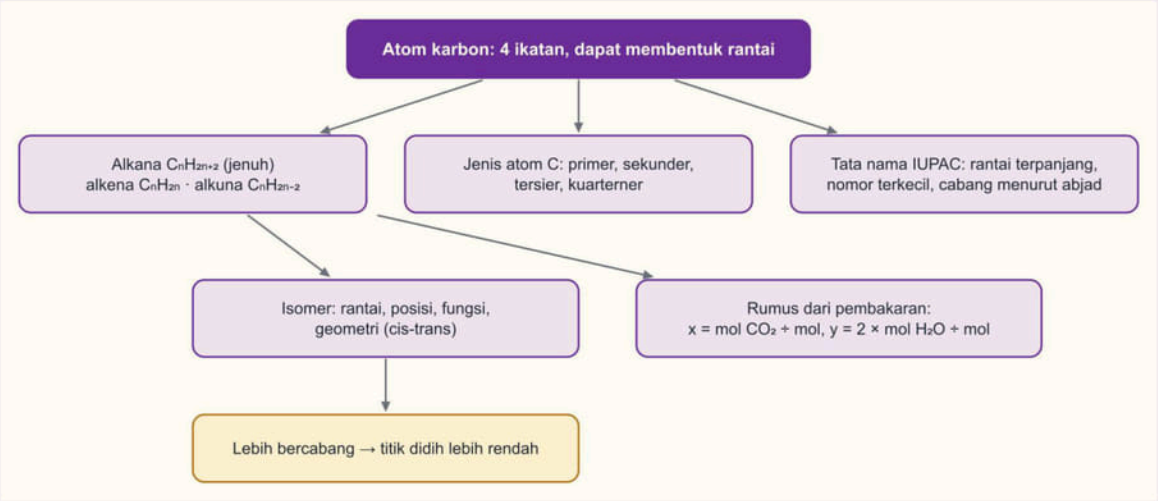
- Atom C selalu membentuk 4 ikatan dan dapat membentuk rantai, cabang, cincin, serta ikatan rangkap.
- Alkana C_nH_{2n+2}, alkena C_nH_{2n}, alkuna C_nH_{2n-2}; rumus molekul dapat ditentukan dari mol CO_2 dan H_2O hasil pembakaran.
- Atom C primer, sekunder, tersier, dan kuarterner dibedakan dari jumlah atom C tetangganya.

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

- Tata nama: rantai terpanjang (memuat ikatan rangkap), nomor terkecil, cabang menurut abjad.
- Isomer: rantai, posisi, fungsi, dan geometri (syarat: tiap C pada C=C mengikat dua gugus berbeda).
- Makin bercabang, titik didih makin rendah.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.6 merangkum hubungan konsep-konsep hidrokarbon dalam sub bab ini.



Gambar 4.6 Peta konsep kekhasan karbon, tata nama, dan isomer hidrokarbon. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Dari data pembakaran, tentukan rumus molekul lebih dulu, lalu golongannya (C_nH_{2n+2}, C_nH_{2n}, atau C_nH_{2n-2}).
2. Gambar semua struktur yang mungkin, lalu cocokkan dengan petunjuk tambahan (jumlah C primer/sekunder, uji brom, cis-trans).
3. Untuk tata nama, lingkari rantai terpanjang dengan pensil sebelum memberi nomor.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Rantai mendatar dikira rantai terpanjang	menamai rantai yang tergambar lurus	rantai terpanjang bisa "membelok" melewati cabang
Urutan cabang menurut nomor	2-metil-3-etilheksana	menurut abjad: 3-etil-2-metilheksana

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

Bercabang dikira titik didihnya lebih tinggi	"isobutana lebih rumit, jadi titik didihnya lebih tinggi"	rantai lurus lebih tinggi
Semua alkena dikira punya cis-trans	"1-butena punya isomer cis"	C1 mengikat dua H, jadi tidak ada cis-trans
cis dan trans tertukar	gugus sama di seberang disebut cis	cis = sepihak; trans = berseberangan
Isomer kembar dihitung dua kali	1-pentena dan 4-pentena dihitung dua	keduanya struktur yang sama
C kuarterner terlewat	C yang mengikat 4 gugus metil dihitung tersier	hitung atom C tetangganya, bukan atom H

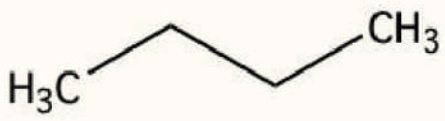
• BEDAH SOAL ASLI

Data pembakaran langsung memberi rumus: 2 mol hidrokarbon → 8 mol CO_2 dan 10 mol H_2O, jadi C_4H_{10}. Petunjuk "2 C primer dan 2 C sekunder" memastikan rantai lurus (n-butana). Pernyataan ketiga menguji pengaruh bentuk rantai terhadap titik didih.

►. Suatu hidrokarbon pada suhu kamar berbentuk gas dan tidak berwarna, digunakan sebagai komponen utama LPG dan kompor portabel. Hasil pembakaran sempurna terhadap 2 mol hidrokarbon tersebut menghasilkan 8 mol CO_2 dan 10 mol H_2O. Senyawa hidrokarbon tersebut memiliki:

• 2 atom C primer
• 2 atom C sekunder

Bagaimana hasil analisis terhadap senyawa hidrokarbon tersebut? Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Rumus kimia hidrokarbon tersebut adalah C_4H_{10}.	○	○
Struktur hidrokarbon tersebut adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar.	○	○
Hidrokarbon tersebut diperkirakan memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan pasangan isomernya.	○	○

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 58,1 %

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

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

Langkah 1 – Rumus molekul dari data pembakaran. CxHy + O2 → xCO_2 + (y/2)H_2O.
2 mol hidrokarbon → 8 mol CO_2 dan 10 mol H_2O, jadi per 1 mol: x = 8/2 = 4 dan y/2 = 10/2 = 5 → y = 10.
Rumus molekul **C_4H_{10}** (butana) → pernyataan 1 **Benar**.

Langkah 2 – Struktur. C_4H_{10} memiliki dua isomer:
• n-butana $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$: 2 C primer (ujung) dan 2 C sekunder (tengah).
• isobutana (2-metilpropana): 3 C primer dan 1 C tersier.
Data "2 C primer dan 2 C sekunder" → **n-butana**. Gambar menunjukkan rantai lurus $H_3C–CH_2–CH_2–CH_3$ (rumus garis zig-zag dengan 4 atom C) → pernyataan 2 **Benar**.

Langkah 3 – Titik didih. Rantai lurus memiliki luas permukaan kontak lebih besar daripada rantai bercabang → gaya London lebih kuat → titik didih lebih **tinggi**. n-butana (−0,5 °C) lebih tinggi daripada isobutana (−11,7 °C) → pernyataan 3 **Salah**.

Jebakan: banyak siswa mengira molekul bercabang "lebih rumit" sehingga titik didihnya lebih tinggi. Yang menentukan adalah luas permukaan kontak antarmolekul.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Kedua isomer C_4H_8 menghasilkan produk pembakaran yang sama. Karena itu selisih ΔHc-nya mencerminkan selisih energi kedua isomer. Pernyataan ketiga beralih ke hibridisasi C pada CO_2 (sp), yang dibahas di sub bab 1.2.

►. Suatu perusahaan energi sedang meneliti dua senyawa hidrokarbon, yaitu 1-butena dan 2-metil-1-propena (strukturnya pada gambar), untuk digunakan sebagai bahan bakar tambahan dalam campuran bensin ramah lingkungan. Tim peneliti ingin mengetahui senyawa mana yang memberikan energi pembakaran lebih besar per mol untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan cara membandingkan struktur kedua senyawa dan menganalisis reaksi pembakaran masing-masing isomer. Saat keduanya dibakar sempurna diperoleh data perubahan entalpi pembakaran (ΔH_c) sebagai berikut.

Senyawa C_4H_8	ΔH_c (kJ/mol)
2-metil-1-propena	−2.715
1-butena	−2.721

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

Bagaimana hasil analisis terhadap kedua isomer tersebut? Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



2-metil-1-propena 1-butena

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
1-butena memberikan efisiensi pembakaran yang lebih baik dibandingkan 2-metil-1-propena.	○	○
Secara termodinamika 2-metil-1-propena lebih stabil dan memiliki tingkat energi lebih rendah dibandingkan 1-butena.	○	○
Hibridisasi atom karbon pada senyawa karbon hasil pembakaran adalah sp^3.	○	○

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 57,3 %

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

Konsep: kedua senyawa adalah isomer (C_4H_8) sehingga hasil pembakarannya sama persis: $C_4H_8 + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$. Perbedaan ΔH_c hanya berasal dari perbedaan **energi (entalpi) awal** kedua isomer.

Pernyataan 1: 1-butena melepas 2.721 kJ/mol, lebih banyak daripada 2-metil-1-propena (2.715 kJ/mol). Untuk jumlah mol yang sama, 1-butena memberi energi lebih besar → **Benar**.

Pernyataan 2: karena produk sama, isomer yang melepas kalor **lebih sedikit** berarti berada pada tingkat energi **lebih rendah** (lebih stabil). 2-metil-1-propena melepas 6 kJ/mol lebih sedikit → lebih stabil → **Benar**. (Secara umum, alkena bercabang/lebih tersubstitusi lebih stabil.)

Pernyataan 3: senyawa karbon hasil pembakaran adalah CO_2 (O=C=O). Atom C memiliki 2 domain elektron (dua ikatan rangkap) → bentuk linear → hibridisasi **sp**, bukan sp^3 → **Salah**.

Cek ulang dengan diagram energi: E(1-butena) − E(2-metil-1-propena) = 2.721 − 2.715 = 6 kJ/mol → 1-butena lebih tinggi energinya ✓.

Jebakan: pernyataan 3 menguji hibridisasi CO_2; sp^3 adalah hibridisasi C pada alkana (4 ikatan tunggal).

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

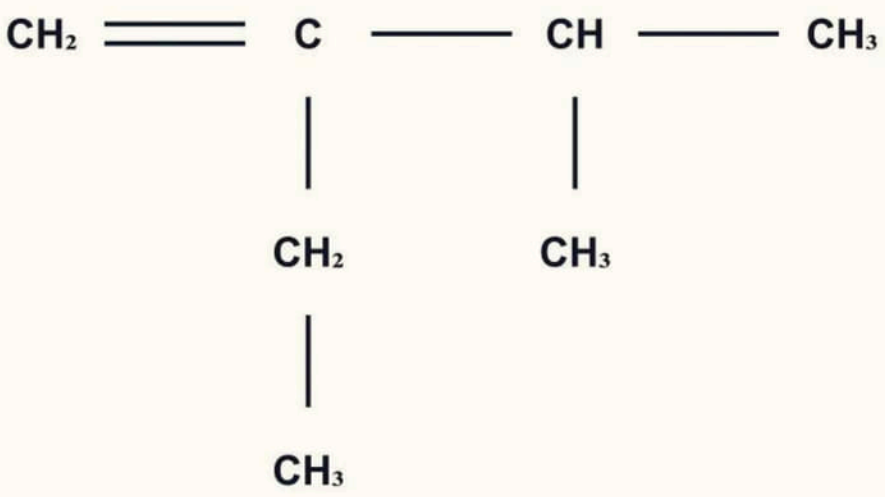
BEDAH SOAL PREDIKSI

Tata nama alkena bercabang menguji dua aturan sekaligus: rantai induk harus memuat ikatan rangkap, dan cabang diurutkan menurut abjad. Setiap pengecoh melanggar salah satu aturan itu.

►. Gambar berikut menunjukkan rumus struktur salah satu alkena yang terbentuk sebagai hasil samping perengkahan fraksi minyak bumi. Dalam laporan praktikum, siswa diminta menuliskan nama senyawa ini menurut aturan IUPAC, yaitu rantai induk harus memuat

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

ikatan rangkap dan penomoran dimulai dari ujung terdekat ikatan rangkap. Nama senyawa tersebut adalah ....



A. 2-etil-3-metilbutana
B. 3-metil-2-etil-1-butena
C. 2-etil-3-metil-1-butena
D. 2,3-dimetil-1-pentena
E. 2-etil-3-metil-2-butena

Pembahasan **Kunci: C**

Konsep: untuk alkena, rantai induk adalah rantai terpanjang yang memuat ikatan rangkap; bila sama panjang, pilih yang cabangnya lebih banyak. Nomor dimulai dari ujung terdekat ikatan rangkap, dan cabang ditulis menurut abjad.

Langkah 1 – Rantai induk. Rantai yang memuat C=C: $CH_2{=}C{-}CH{-}CH_3$ (4 C) dengan dua cabang (etil dan metil) → butena.
Langkah 2 – Nomor. C=C di C1; cabang etil di C2, metil di C3.
Langkah 3 – Nama. Etil sebelum metil menurut abjad → **2-etil-3-metil-1-butena**.

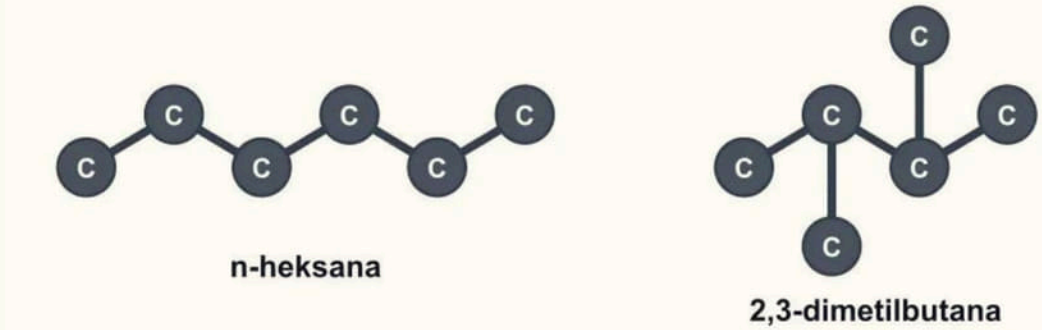
Analisis opsi:
• A ✗ Akhiran -ana dipakai untuk alkana; senyawa ini memiliki ikatan rangkap.
• B ✗ Cabang tidak diurutkan menurut abjad.
• C ✓ 2-etil-3-metil-1-butena.
• D ✗ Rantai 5 C yang melewati etil tidak memuat ikatan rangkap. *Jebakan: memilih rantai terpanjang tanpa memperhatikan ikatan rangkap.*
• E ✗ Letak ikatan rangkap salah (C1, bukan C2).

Jawaban: C.

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

✎ LATIHAN

1. Gambar berikut menunjukkan kerangka karbon dua senyawa yang terdapat dalam fraksi bensin, yaitu n-heksana dan 2,3-dimetilbutana. Seorang analis membandingkan struktur dan sifat fisik kedua senyawa itu sebelum menentukan perannya dalam campuran bensin. Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Atom H tidak digambar.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Kedua senyawa merupakan isomer rantai dengan rumus molekul C_6H_{14}.	○	○
2,3-Dimetilbutana memiliki dua atom C tersier.	○	○
Titik didih 2,3-dimetilbutana lebih tinggi daripada n-heksana karena molekulnya lebih bercabang.	○	○

2. Sebanyak 10 mL gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan oksigen. Ternyata gas itu tepat memerlukan 50 mL oksigen dan menghasilkan 30 mL gas karbon dioksida. Semua volume gas diukur pada suhu dan tekanan yang sama, dan air hasil pembakaran mengembun sehingga volumenya tidak diukur.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Rumus molekul hidrokarbon tersebut adalah ....

A. C_2H_6
B. C_3H_4
C. C_3H_6
D. C_3H_8
E. C_4H_{10}

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

3. Tabel berikut memuat rumus molekul lima hidrokarbon yang ditemukan dalam sampel gas dan cairan dari sebuah kilang. Seorang siswa diminta mengelompokkan hidrokarbon tersebut menurut rumus umumnya.

Kode	Rumus molekul
P	C_5H_{12}
Q	C_6H_{12}
R	C_4H_6
S	C_3H_8
T	C_7H_{16}

Hidrokarbon yang **tidak mungkin** termasuk alkana adalah ....

A. P dan S
B. Q dan R
C. R dan T
D. Q saja
E. P, S, dan T

Kunci singkat: 1. 1B 2B 3S 2. D 3. B

✔ PERIKSA DIRI

- Rumus C_5H_{10} bisa berupa dua golongan senyawa. Apa saja, dan percobaan apa yang membedakannya?
- Apa syarat suatu alkena memiliki isomer cis-trans?
- Mengapa n-pentana lebih tinggi titik didihnya daripada 2,2-dimetilpropana, padahal Mr keduanya sama?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.1: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-4.1

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

Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya

KIM-4.2

◎ APA YANG DIUJI

Ini sub bab **prioritas**. Soal asli 2025 No. 7 adalah soal dengan persentase benar **terendah di seluruh paket: 9,3 %**. Soal itu memberi grafik bobot molekul terhadap titik didih empat senyawa P, Q, R, dan S, lalu meminta pasangan senyawa dengan kegunaannya. Bentuknya MCMA (pilih semua yang benar). Jadi peserta harus benar pada **setiap** pilihan sekaligus.

Kesulitannya bukan pada hafalan nama fraksi, tetapi pada **menghubungkan** tiga hal: bobot molekul (atau jumlah C) → titik didih → fraksi dan kegunaannya.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- menjelaskan distilasi bertingkat dan letak keluarnya setiap fraksi dari data titik didih;
- menghubungkan jumlah atom C, bobot molekul, dan titik didih dengan fraksi dan kegunaannya;
- menghitung bilangan oktan campuran dan menjelaskan arti bilangan oktan;
- menilai dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan.

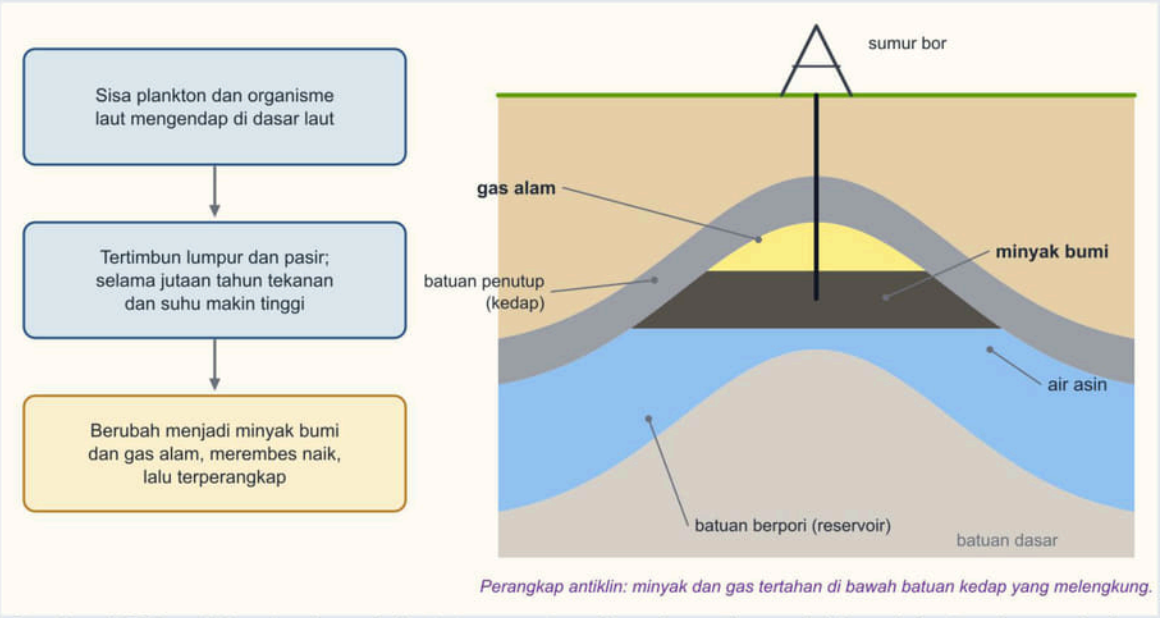
◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Hampir setiap hari kita memakai hasil minyak bumi: elpiji untuk memasak, bensin dan solar untuk kendaraan, avtur untuk pesawat, oli untuk mesin, aspal untuk jalan, dan plastik untuk kemasan. Semua hasil itu berasal dari satu bahan mentah yang dipisahkan berdasarkan satu sifat saja: **titik didih**.

1. Pembentukan minyak bumi

Minyak bumi terbentuk dari sisa **plankton dan organisme laut** yang hidup jutaan tahun lalu (Gambar 4.7). Setelah mati, sisa organisme itu mengendap di dasar laut, lalu tertimbun lumpur dan pasir yang makin lama makin tebal. Di bawah timbunan, oksigen hampir tidak ada sehingga sisa organisme tidak membusuk sempurna. Selama jutaan tahun, tekanan dan suhu yang tinggi mengubahnya menjadi campuran hidrokarbon cair (minyak bumi) dan gas (gas alam).

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



Gambar 4.7 Minyak bumi terbentuk dari sisa organisme laut dan terkumpul di bawah lapisan batuan kedap. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Minyak dan gas lebih ringan daripada air, sehingga keduanya merembes naik melalui pori-pori batuan sampai tertahan oleh lapisan batuan yang kedap. Di dalam "perangkap" itu, gas berada paling atas, minyak di tengah, dan air asin di bawah. Sumur dibor menembus batuan penutup untuk mengambilnya. Karena pembentukannya memerlukan jutaan tahun, minyak bumi termasuk sumber daya yang **tidak dapat diperbarui**.

Indonesia memiliki lapangan minyak di beberapa daerah, misalnya Blok Rokan di Riau dan Blok Cepu di perbatasan Jawa Tengah dan Jawa Timur, serta kilang pengolahan di antaranya di Dumai, Balikpapan, dan Cilacap.

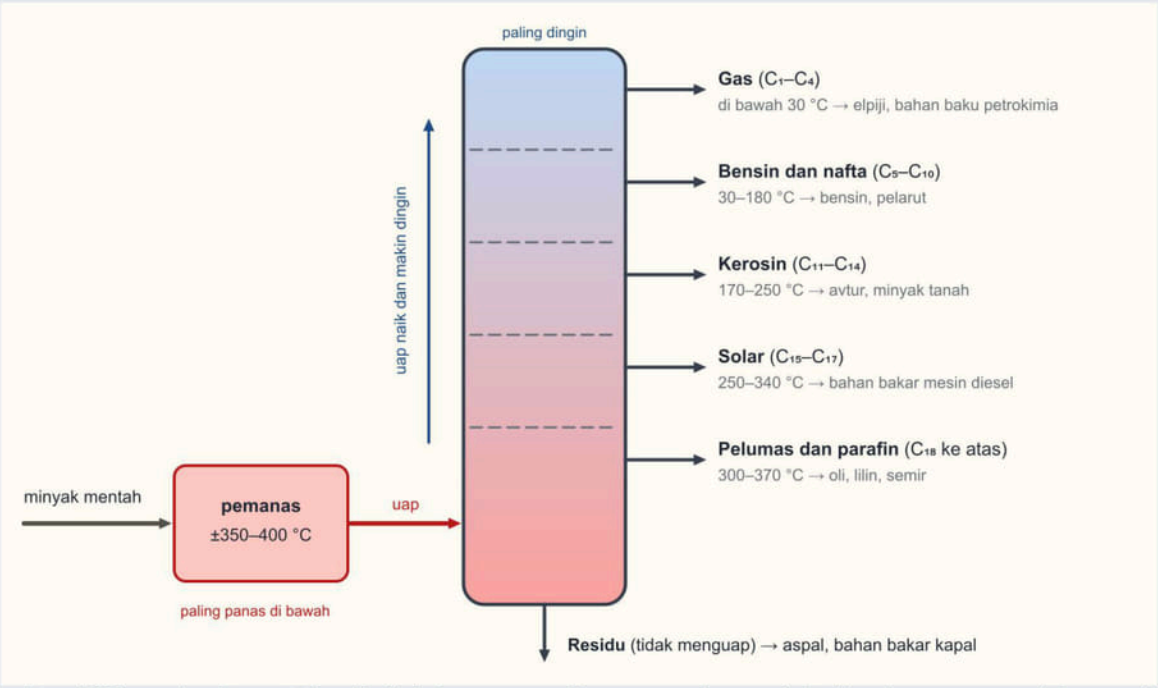
Komposisi. Minyak mentah adalah cairan kental berwarna cokelat kehitaman. Isinya terutama alkana (rantai lurus dan bercabang), sikloalkana, dan hidrokarbon aromatik (bercincin benzena), dengan jumlah atom C dari 1 sampai lebih dari 40. Minyak mentah juga mengandung sedikit senyawa belerang, nitrogen, dan oksigen yang menjadi pengotor.

2. Distilasi bertingkat

Minyak mentah tidak dapat langsung dipakai. Komponennya dipisahkan dengan **distilasi bertingkat** (fraksionasi) di kilang (Gambar 4.8):

1. Minyak mentah dipanaskan sampai sekitar 350–400 °C sehingga sebagian besar komponennya menguap.
2. Uap masuk ke bagian bawah **menara fraksionasi**. Suhu menara makin rendah ke atas.
3. Saat naik, uap makin dingin. Setiap komponen **mengembun** ketika mencapai ketinggian yang suhunya sedikit di bawah titik didihnya, lalu ditampung di nampan pada ketinggian itu.
4. Komponen bertitik didih rendah naik paling tinggi; komponen bertitik didih tinggi mengembun di bagian bawah. Bagian yang tidak menguap keluar dari dasar sebagai **residu**.

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



Gambar 4.8 Uap minyak mentah naik di dalam menara dan mengembun pada ketinggian yang sesuai dengan titik didihnya. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Hasil setiap ketinggian bukan zat murni, melainkan **fraksi**: campuran hidrokarbon yang titik didihnya berdekatan.

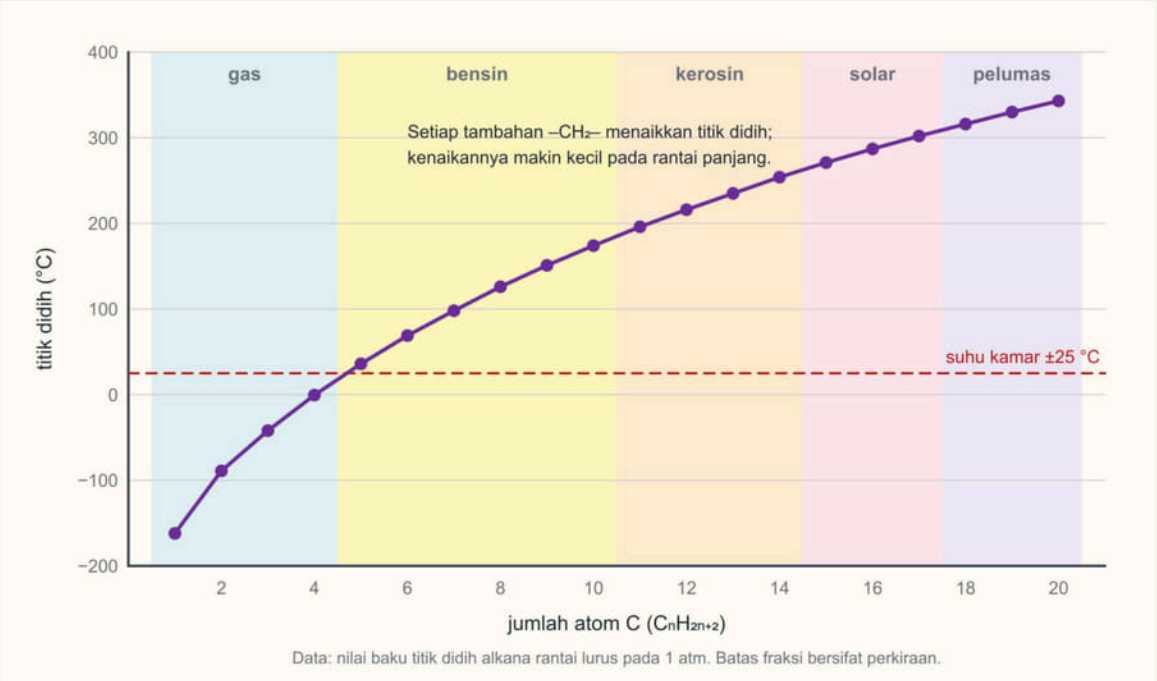
3. Fraksi, jumlah atom C, dan kegunaannya

Semua fraksi mengikuti satu rantai sebab-akibat yang dijelaskan oleh gaya London (sub bab 1.2 dan 4.1):

rantai C makin panjang → Mr makin besar → gaya London makin kuat → titik didih makin tinggi → keluar di bagian menara yang makin bawah, makin kental, dan makin sukar menguap.

Gambar 4.9 menunjukkan hubungan itu pada alkana rantai lurus. Setiap tambahan satu gugus $-CH_2-$ menaikkan titik didih. Garis suhu kamar (±25 °C) memotong grafik di antara C_4 dan C_5: alkana C_1–C_4 berwujud gas pada suhu kamar, sedangkan C_5 ke atas berwujud cair.

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



Gambar 4.9 Titik didih alkana rantai lurus naik seiring bertambahnya jumlah atom C. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia berdasarkan nilai baku titik didih.

Fraksi	Jumlah C (perkiraan)	Titik didih (perkiraan)	Kegunaan
Gas	C_1–C_4	di bawah 30 °C	elpiji (propana dan butana), bahan bakar gas, bahan baku petrokimia
Nafta/petroleum eter	C_5–C_7	30–90 °C	pelarut, bahan baku petrokimia
Bensin	C_5–C_{10}	40–180 °C	bahan bakar kendaraan bermotor
Kerosin/avtur	C_{11}–C_{14}	170–250 °C	bahan bakar pesawat jet, minyak tanah
Solar (diesel)	C_{15}–C_{17}	250–340 °C	bahan bakar mesin diesel
Pelumas	C_{18}–C_{20}	300–370 °C	oli, pelumas mesin
Parafin/lilin	lebih dari C_{20}	di atas 350 °C	lilin, semir, pelapis kertas
Residu	sangat panjang	tidak menguap	aspal, bahan bakar kapal

Batas angka setiap fraksi sedikit berbeda antarbuku dan antarkilang, tetapi **urutannya selalu sama**. Pada soal, kamu cukup menempatkan senyawa dalam urutan itu. Bila yang diketahui Mr suatu alkana, hitung jumlah C-nya dari rumus C_nH_{2n+2}: Mr = 14n + 2, sehingga n = (Mr − 2) ÷ 14.

Contoh terselesaikan 1: memilih fraksi dari data

Soal. Tiga alkana rantai lurus memiliki Mr 58, 142, dan 254. Tentukan fraksi dan satu kegunaan masing-masing.

Langkah.

1. Mr 58: n = 56 ÷ 14 = 4 → C_4H_{10} (butana) → fraksi gas → elpiji.

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

2. Mr 142: n = 140 ÷ 14 = 10 → $C_{10}H_{22}$ → fraksi bensin → bahan bakar kendaraan.
3. Mr 254: n = 252 ÷ 14 = 18 → $C_{18}H_{38}$ → fraksi pelumas → oli.

Cek. Urutan titik didihnya juga harus naik: butana (−0,5 °C), dekana (174 °C), oktadekana (316 °C). Sesuai dengan Gambar 4.9.

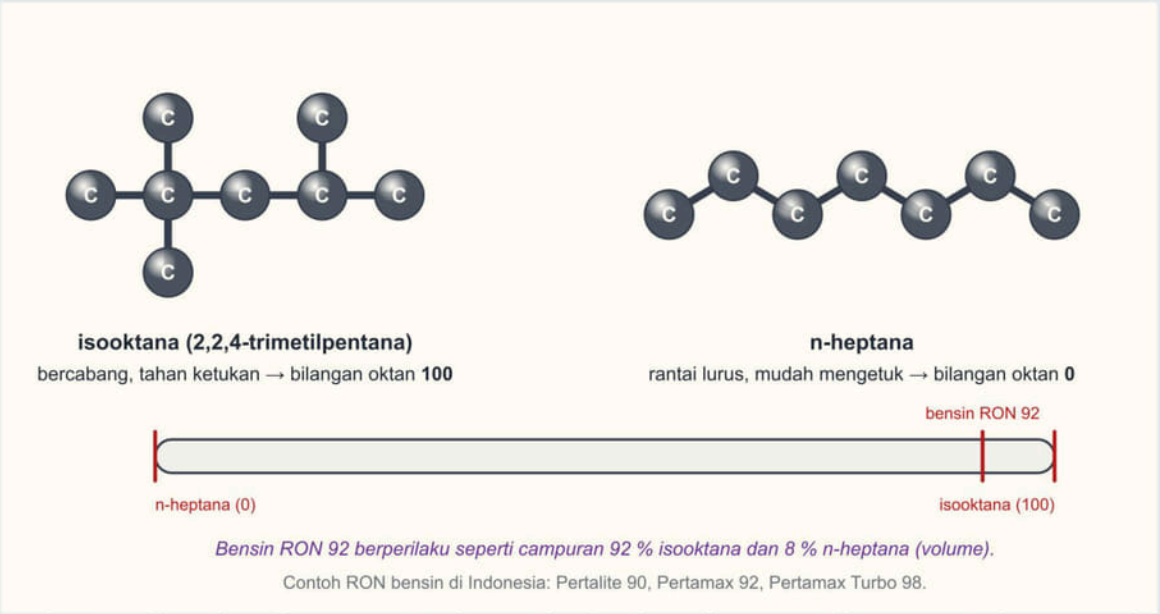
Cracking dan reforming. Permintaan bensin jauh lebih besar daripada jumlah bensin yang diperoleh langsung dari distilasi. Karena itu kilang melakukan:

- **perengkahan (cracking)**: memecah rantai panjang (misalnya fraksi solar dan residu) menjadi rantai pendek setara bensin dan gas, dengan pemanasan dan katalis;
- **reformasi (reforming)**: mengubah alkana rantai lurus menjadi alkana bercabang atau senyawa aromatik, untuk menaikkan mutu bensin.

4. Mutu bensin: bilangan oktan

Di dalam mesin bensin, campuran uap bensin dan udara dimampatkan oleh piston, lalu dinyalakan oleh busi pada saat yang tepat. Bila bensin terbakar **sendiri sebelum waktunya** akibat pemampatan, terjadilah **ketukan** (*knocking*): mesin berbunyi seperti dipukul, tenaganya turun, dan bagian mesin cepat rusak.

Bilangan oktan (RON, *research octane number*) menyatakan ketahanan bensin terhadap ketukan. Acuannya dua senyawa (Gambar 4.10): **isooktana** (2,2,4-trimetilpentana), yang sangat tahan ketukan, diberi nilai **100**; **n-heptana**, yang sangat mudah mengetuk, diberi nilai **0**. Bensin dengan bilangan oktan 92 berperilaku seperti campuran 92 % volume isooktana dan 8 % volume n-heptana. Itu tidak berarti bensinnya benar-benar mengandung 92 % isooktana.



Gambar 4.10 Alkana bercabang seperti isooktana tahan ketukan; alkana rantai lurus seperti n-heptana mudah mengetuk. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Alkana bercabang dan senyawa aromatik umumnya beroktan tinggi, sedangkan alkana rantai lurus panjang beroktan rendah. Mesin berkompresi tinggi memampatkan campuran lebih kuat, sehingga memerlukan bensin beroktan lebih tinggi.

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

Dulu bilangan oktan dinaikkan dengan aditif **TEL** (tetraetil timbal). Timbal yang keluar dari knalpot meracuni saraf, terutama pada anak-anak, sehingga TEL sudah dilarang; Indonesia memakai bensin tanpa timbal sejak pertengahan tahun 2000-an. Sekarang bilangan oktan dinaikkan dengan proses reformasi dan aditif lain yang lebih aman.

Untuk soal campuran bensin, bilangan oktan campuran **dianggap** rata-rata tertimbang menurut volume (anggapan ini hanya untuk perhitungan latihan):

$$\text{RON}_{\text{campuran}} = \frac{V_1 \cdot \text{RON}_1 + V_2 \cdot \text{RON}_2}{V_1 + V_2}$$

Contoh terselesaikan 2: bilangan oktan campuran

Soal. Sebanyak 30 L bensin RON 90 dicampur dengan 10 L bensin RON 98. Berapa bilangan oktan campurannya? Berapa liter bensin RON 98 yang harus ditambahkan pada 30 L bensin RON 90 agar campurannya ber-RON 92?

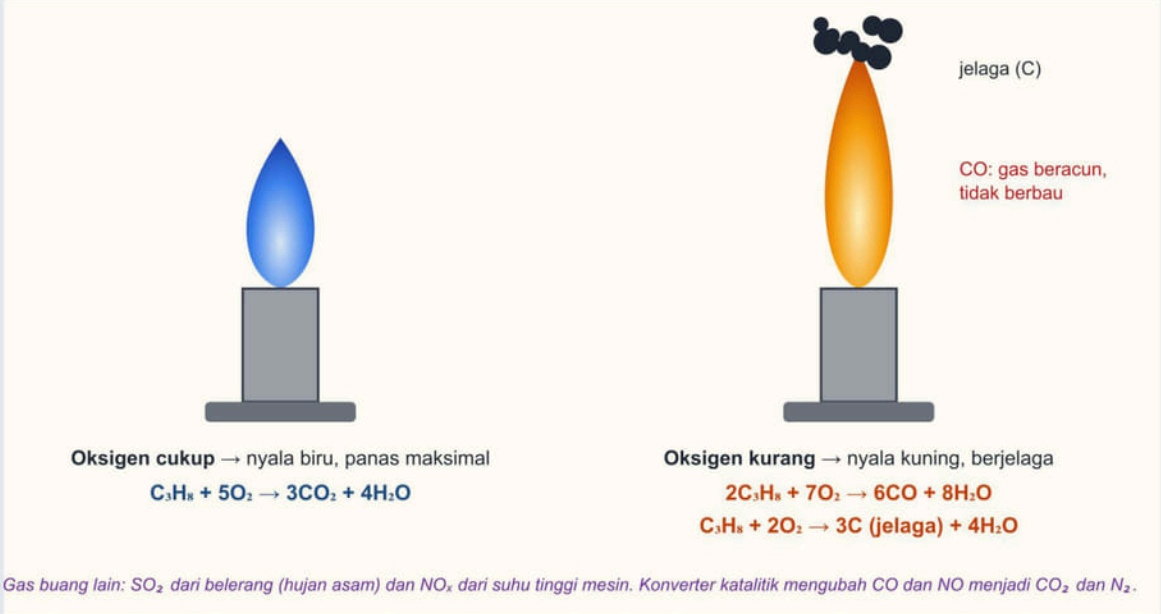
Langkah.

1. RON campuran = (30 × 90 + 10 × 98) ÷ 40 = (2.700 + 980) ÷ 40 = **92**.
2. Jadi untuk RON 92 diperlukan **10 L** bensin RON 98. Cara cepat: selisih 98 − 92 = 6 dan 92 − 90 = 2, sehingga perbandingan volume RON 90 : RON 98 = 6 : 2 = 3 : 1.

Cek. Hasil 92 lebih dekat ke 90 daripada ke 98, sesuai dengan bensin RON 90 yang volumenya lebih banyak.

5. Pembakaran dan dampaknya

Pembakaran sempurna terjadi bila oksigen cukup; hasilnya hanya CO_2 dan H_2O, nyalanya biru, dan energinya maksimal. **Pembakaran tidak sempurna** terjadi bila oksigen kurang; hasilnya gas karbon monoksida (CO) atau jelaga (C), nyalanya kuning, dan energinya lebih kecil (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Pembakaran propana dengan oksigen cukup dan dengan oksigen kurang. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Gas buang kendaraan dan pembangkit listrik menimbulkan beberapa masalah:

- **CO_2** adalah gas rumah kaca utama penyebab pemanasan global.
- **CO** beracun karena mengikat hemoglobin jauh lebih kuat daripada oksigen. Gas ini tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga menyalakan mesin mobil di garasi tertutup sangat berbahaya.
- **SO_2** berasal dari belerang dalam bahan bakar dan menyebabkan hujan asam.
- **NO_x** terbentuk dari N_2 dan O_2 udara pada suhu tinggi mesin, dan bersama hidrokarbon membentuk kabut asap.
- **Partikulat** (jelaga halus) mengganggu pernapasan.

Cara mengurangi dampaknya antara lain memasang **konverter katalitik** di knalpot (mengubah CO dan NO menjadi CO_2 dan N_2), menurunkan kadar belerang bahan bakar, dan memakai bahan bakar alternatif seperti **biodiesel** dari minyak sawit (dicampurkan ke solar, misalnya program B35 dan B40) dan **bioetanol** dari tebu atau singkong. Karbon dalam CO_2 hasil pembakaran biofuel berasal dari CO_2 yang sebelumnya diserap tanaman.

Contoh terselesaikan 3: CO_2 dari satu liter bensin

Soal. Anggap bensin seluruhnya isooktana (C_8H_{18}, Mr 114) dengan massa jenis 0,70 g/mL. Berapa kilogram CO_2 yang dihasilkan pembakaran sempurna 1 L bensin? (Mr CO_2 = 44)

Langkah.

1. Persamaan setara: $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$.
2. Massa 1 L = 1.000 mL × 0,70 g/mL = 700 g → mol C_8H_{18} = 700 ÷ 114 = 6,14 mol.
3. Mol CO_2 = 8 × 6,14 = 49,1 mol → massa = 49,1 × 44 = 2.161 g ≈ **2,2 kg**.

Cek. Massa CO_2 lebih besar daripada massa bensinnya karena setiap atom C mengikat dua atom O dari udara.

Contoh terselesaikan 4: mengapa mesin mengetuk

Soal. Sebuah mobil dengan mesin berkompresi tinggi diisi bensin beroktan rendah. Jelaskan apa yang terjadi dan cara mengatasinya.

Langkah.

1. Bensin beroktan rendah banyak mengandung alkana rantai lurus yang mudah terbakar sendiri ketika dimampatkan.
2. Pada kompresi tinggi, campuran bensin dan udara menyala sebelum busi memercik → terjadi ketukan, tenaga turun, mesin cepat aus.
3. Cara mengatasi: memakai bensin beroktan sesuai anjuran pabrik mesin (lebih banyak alkana bercabang atau aromatik).

Cek. Menaikkan bilangan oktan di atas kebutuhan mesin tidak menambah tenaga; yang penting bensin tidak terbakar sebelum waktunya.

Ringkasan

- Minyak bumi terbentuk dari sisa organisme laut selama jutaan tahun dan merupakan

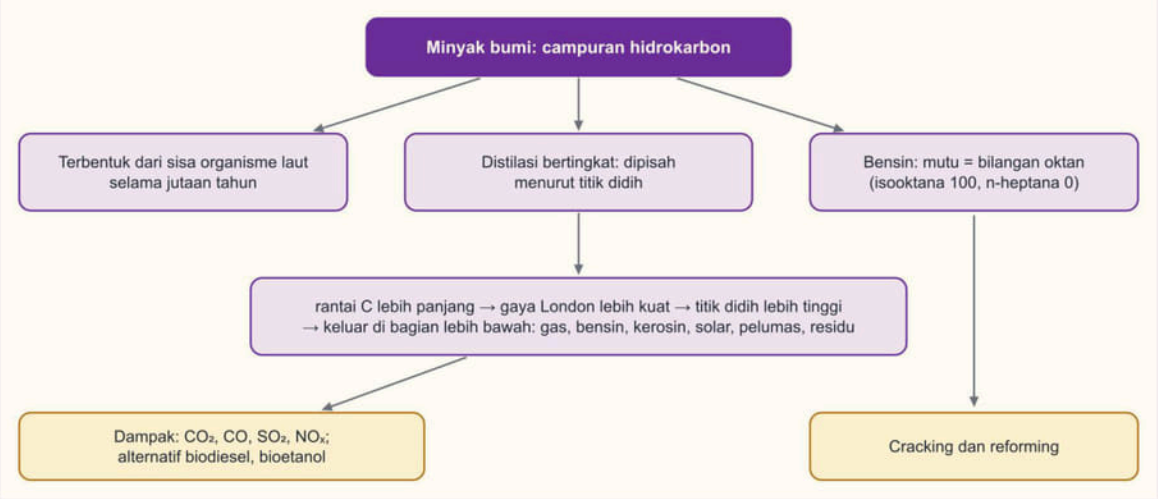
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

campuran hidrokarbon.

- Distilasi bertingkat memisahkan minyak mentah menurut titik didih: makin panjang rantai C, makin tinggi titik didih, makin bawah fraksinya keluar.
- Urutan fraksi: gas, bensin/nafta, kerosin/avtur, solar, pelumas, parafin, residu.
- Bilangan oktan mengukur ketahanan bensin terhadap ketukan (isooktana 100, n-heptana 0); alkana bercabang beroktan lebih tinggi.
- Pembakaran tidak sempurna menghasilkan CO dan jelaga; gas buang lain adalah CO_2, SO_2, dan NO_x.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.12 merangkum hubungan konsep-konsep minyak bumi.



Gambar 4.12 Peta konsep minyak bumi, fraksi, dan mutu bensin. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Dari grafik atau tabel, ubah setiap senyawa menjadi **jumlah C atau titik didih**. Tuliskan di samping nama senyawanya.
2. Tempatkan setiap senyawa dalam urutan fraksi: gas → bensin → kerosin → solar → pelumas → lilin → residu.
3. Pada soal MCMA, nilai **setiap pilihan secara terpisah**. Jangan berhenti setelah menemukan satu yang benar, dan jangan menebak jumlah jawabannya.
4. Untuk soal oktan, buat persamaan dengan permisalan volume, lalu cek dengan menghitung ulang RON campuran.

Jebakan khas

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

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Arah kolom terbalik	"fraksi titik didih tinggi keluar di atas"	titik didih tinggi keluar di bawah
Panjang rantai dikira membuat mudah menguap	"rantai lebih panjang, lebih mudah menguap"	rantai lebih panjang lebih sukar menguap
Avtur dikira dari fraksi gas	"bahan bakar pesawat dari senyawa paling ringan"	avtur dari fraksi kerosin (C_{11}–C_{14})
Pelarut dikira dari fraksi gas	"senyawa bertitik didih −42 °C dipakai sebagai pelarut"	pelarut harus cair pada suhu kamar
MCMA dijawab satu pilihan	hanya memilih Q–bensin	periksa semua pasangan
Bilangan oktan dikira kadar isooktana sebenarnya	"Pertamax mengandung 92 % isooktana"	RON hanya ukuran perilaku antiketukan
Volume campuran tertukar	30 L Turbo + 10 L Pertalite untuk RON 92	RON 92 lebih dekat ke 90, jadi Pertalite harus lebih banyak

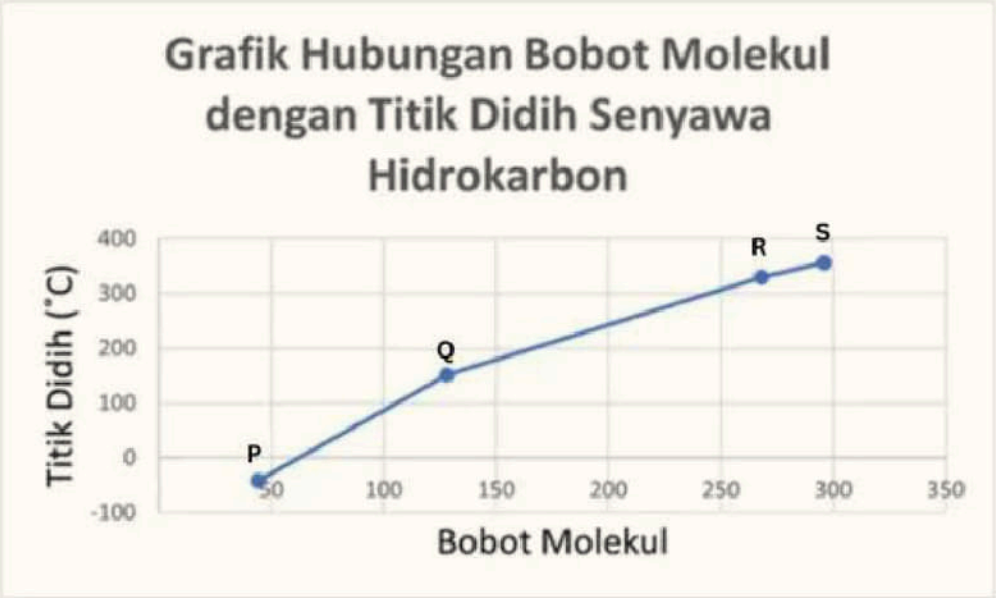
BEDAH SOAL ASLI

Ubah setiap titik grafik menjadi jumlah C. P (Mr ≈ 44, −42 °C) adalah propana, jadi fraksi gas. Q (Mr ≈ 128) setara C_9, jadi bensin. R (Mr ≈ 268) setara C_{19}, jadi pelumas. S (Mr ≈ 296) setara C_{21}, jadi lilin. Setelah itu, setiap pilihan dinilai sendiri-sendiri. Dua pilihan yang salah sama-sama menyebut senyawa P.

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

►. Minyak bumi merupakan campuran berbagai macam zat organik dengan komponen pokok senyawa hidrokarbon. Pemisahan minyak mentah dilakukan di kilang minyak melalui proses distilasi bertingkat berdasarkan perbedaan titik didih. Beberapa fraksi minyak bumi, antara lain senyawa P, Q, R, dan S, memiliki kegunaan yang berbeda. Grafik hubungan bobot molekul senyawa hidrokarbon P, Q, R, dan S dengan titik didihnya ditunjukkan pada gambar.

Berdasarkan grafik, tentukan pasangan senyawa hidrokarbon dengan potensi pemanfaatannya yang benar! *(Jawaban benar lebih dari satu.)*



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Senyawa Q dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.
☐ B. Senyawa R dapat digunakan sebagai minyak pelumas.
☐ C. Senyawa P bermanfaat sebagai bahan bakar pesawat terbang.
☐ D. Senyawa S dapat digunakan sebagai bahan pembuatan lilin.
☐ E. Senyawa P dapat dimanfaatkan sebagai pelarut.

Siswa peserta TKA yang menjawab benar: 9,3 %

Pembahasan **Kunci: A, B, D**

Konsep: pada alkana, makin besar bobot molekul (makin panjang rantai C) → gaya London makin kuat → titik didih makin tinggi. Fraksi minyak bumi dikelompokkan menurut rentang titik didihnya (batas rentang sedikit berbeda antarbuku, tetapi urutannya sama):
• gas (LPG, C1–C4): di bawah ±30 °C
• bensin (C5–C10): ±40–180 °C → bahan bakar kendaraan bermotor
• kerosin/avtur (C11–C14): ±170–250 °C → bahan bakar pesawat jet
• solar (C15–C17): ±250–340 °C
• minyak pelumas (C18–C20): ±300–370 °C
• parafin/lilin (C20 ke atas): di atas ±350 °C

Membaca grafik:

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

- P: Mr ≈ 44, titik didih ≈ −42 °C → setara propana (C_3H_8) → fraksi **gas** (LPG).
- Q: Mr ≈ 128, titik didih ≈ 150 °C → setara C_9H_{20} → fraksi **bensin**.
- R: Mr ≈ 268, titik didih ≈ 330 °C → setara $C_{19}H_{40}$ → fraksi **pelumas**.
- S: Mr ≈ 296, titik didih ≈ 357 °C → setara $C_{21}H_{44}$ → fraksi **parafin/lilin**.

Analisis opsi:

- A ✓ Q (bensin) → bahan bakar kendaraan bermotor.
- B ✓ R → minyak pelumas.
- C ✗ bahan bakar pesawat (avtur) berasal dari fraksi kerosin (±170–250 °C), bukan gas bertitik didih −42 °C.
- D ✓ S → lilin (parafin).
- E ✗ pelarut (petroleum eter/nafta) berwujud cair pada suhu kamar (C5–C7); P berwujud gas.

Jawaban: A, B, dan D.

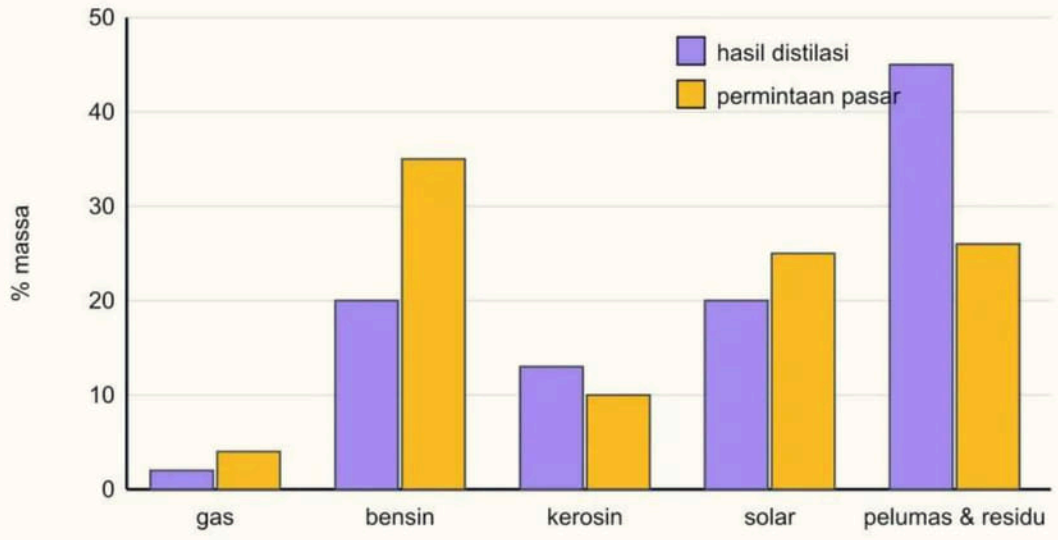
• BEDAH SOAL PREDIKSI

Grafik hasil distilasi dibandingkan dengan permintaan pasar. Hitung selisih setiap fraksi, lalu kaitkan dengan fungsi perengkahan.

►. Grafik berikut membandingkan persentase fraksi yang diperoleh langsung dari distilasi bertingkat suatu jenis minyak mentah dengan persentase setiap fraksi yang diminta pasar. Kilang ingin menyesuaikan hasil produksinya dengan permintaan melalui pengolahan lanjutan.

Data disederhanakan untuk latihan soal.

Fraksi yang paling perlu ditambah jumlahnya melalui perengkahan fraksi berat adalah ....



A. bensin
B. kerosin
C. pelumas dan residu
D. gas
E. solar

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

Pembahasan **Kunci: A**

Konsep: perengkahan memecah rantai panjang (fraksi berat) menjadi rantai pendek seperti bensin dan gas. Kilang menambah fraksi yang permintaannya jauh melebihi hasil distilasi.

Langkah – Baca grafik. Selisih permintaan − hasil: gas +2, bensin +15, kerosin −3, solar +5, pelumas dan residu −19. Kekurangan terbesar adalah bensin, sedangkan kelebihan terbesar adalah fraksi berat yang dapat direngkah.

Analisis opsi:

- A ✓ Bensin.
- B ✗ Kerosin justru berlebih.
- C ✗ Pelumas dan residu berlebih; fraksi inilah yang direngkah, bukan yang ditambah. *Jebakan: tertukar bahan baku dan hasil perengkahan.*
- D ✗ Kekurangan gas hanya 2 %.
- E ✗ Solar bukan fraksi berantai terpanjang dan kekurangannya lebih kecil.

Jawaban: A.

✎ LATIHAN

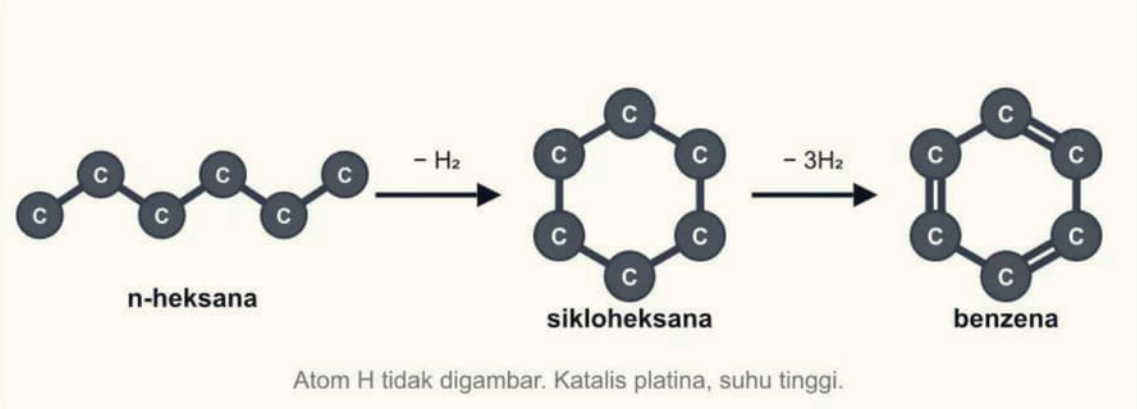
1. Di stasiun pengisian bahan bakar, tertulis bahwa sebuah jenis bensin memiliki angka oktan (RON) 92. Seorang siswa bertanya kepada gurunya tentang arti angka tersebut dan mengapa mobil tertentu dianjurkan memakai bensin dengan angka oktan minimal 92. Arti angka oktan 92 yang tepat adalah ....

A. bensin benar-benar mengandung 92 % isooktana dan 8 % n-heptana
B. bensin menghasilkan energi 92 % lebih besar daripada bensin beroktan rendah
C. bensin mengandung 92 % hidrokarbon dan 8 % zat aditif penambah mutu
D. bensin mendidih pada suhu 92 °C saat dipanaskan di dalam mesin
E. ketahanan terhadap ketukan setara 92 % isooktana dan 8 % n-heptana

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

2. Proses reformasi katalitik di kilang mengubah sebagian alkana rantai lurus dalam nafta menjadi senyawa siklik dan aromatik. Gambar berikut menunjukkan contoh perubahan n-heksana menjadi sikloheksana, lalu menjadi benzena. Hasil reformasi dicampurkan ke dalam bensin.

Pernyataan yang tepat tentang proses tersebut adalah ....



Atom H tidak digambar. Katalis platina, suhu tinggi.

A. Jumlah atom karbon bertambah sehingga titik didih bensin naik.
B. Proses ini memecah rantai panjang menjadi rantai pendek.
C. Proses ini melepaskan gas H_2 dan menaikkan bilangan oktan.
D. Benzena terbentuk melalui reaksi adisi gas hidrogen.
E. Sikloheksana dan benzena adalah isomer n-heksana.

3. Sebuah pabrik bioetanol mengolah 90 kg glukosa ($C_6H_{12}O_6$, Mr = 180) melalui fermentasi:
$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

Seluruh glukosa dianggap terfermentasi sempurna. Etanol yang dihasilkan (Mr = 46, massa jenis 0,79 g/mL) dicampur dengan bensin untuk membuat bahan bakar E10, yaitu campuran yang mengandung 10 % volume etanol.

Volume bahan bakar E10 yang dapat dibuat adalah ....

A. 58 L
B. 291 L
C. 363 L
D. 460 L
E. 582 L

Kunci singkat: 1. E 2. C 3. E

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

✔ PERIKSA DIRI

- Tuliskan rantai sebab-akibat dari panjang rantai C sampai letak keluarnya fraksi di kolom distilasi.
- Suatu alkana memiliki Mr 226. Termasuk fraksi apa, dan untuk apa ia cocok dipakai?
- Apa arti bilangan oktan 92, dan mengapa alkana bercabang beroktan lebih tinggi daripada alkana rantai lurus?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.2: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-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 · Sifat dan reaksi hidrokarbon

KIM-4.3

◎ APA YANG DIUJI

Kisi-kisi menyebut **kereaktifan senyawa karbon**. Soal asli 2025 tidak memuat soal reaksi organik tersendiri, tetapi reaksi pembakaran muncul di soal No. 5 (sub bab 1.4) dan No. 21 (sub bab 3.1). Sub bab ini melengkapi jenis reaksi yang tercantum di Peta Topik (substitusi, adisi, eliminasi, pembakaran). Ditambahkan juga **pengenalan gugus fungsi**, karena kisi-kisi berbicara tentang senyawa karbon secara umum, bukan hanya hidrokarbon.

Setelah mempelajari sub bab ini, kamu dapat:

- memprediksi jenis reaksi dari struktur pereaksinya (jenuh atau tak jenuh);
- menentukan produk adisi, termasuk dengan aturan Markovnikov, dan menghitung jumlah produk substitusi;
- menghitung hasil pembakaran sempurna dan tidak sempurna;
- mengenali gugus fungsi utama dan menghubungkannya dengan sifat senyawa.

◆ KONSEP, RUMUS, DAN CONTOH

Mengapa elpiji aman disimpan bertahun-tahun di dalam tabung, tetapi minyak goreng dapat diubah menjadi margarin, dan gas etena dapat dirangkai menjadi kantong plastik? Jawabannya ada pada **struktur**: ada atau tidaknya ikatan rangkap menentukan reaksi apa yang mudah terjadi.

1. Sifat fisik hidrokarbon

Hidrokarbon tersusun dari C dan H yang keelektronegatifannya hampir sama, sehingga molekulnya **nonpolar**. Akibatnya:

- hidrokarbon **tidak larut dalam air**, tetapi larut dalam pelarut nonpolar (misalnya bensin melarutkan noda gemuk);
- massa jenisnya lebih kecil daripada air, sehingga minyak yang tumpah di laut mengapung dan menyebar di permukaan;
- titik didihnya relatif rendah dan naik seiring bertambahnya jumlah atom C (sub bab 4.1 dan 4.2).

Alkana disebut juga **parafin** (dari bahasa Latin, "kurang afinitas") karena kurang reaktif: pada suhu kamar alkana tidak bereaksi dengan asam, basa, maupun oksidator biasa. Alkena dan alkuna jauh lebih reaktif karena ikatan rangkapnya mudah terbuka.

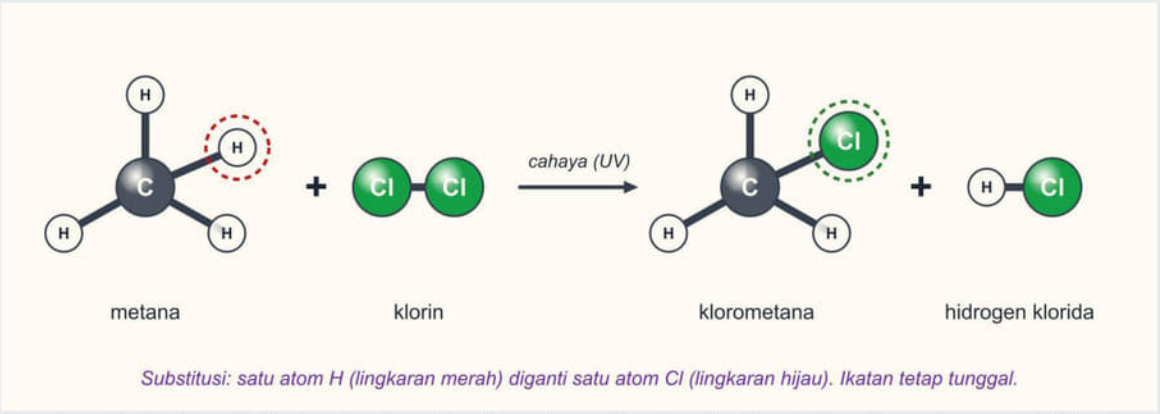
2. Substitusi: reaksi khas alkana

Pada **substitusi**, satu atom H diganti oleh atom atau gugus lain, sedangkan semua ikatan tetap tunggal (Gambar 4.13). Alkana mengalami substitusi dengan halogen (Cl_2, Br_2) bila diberi

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

cahaya (sinar ultraviolet) atau panas:

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ (dengan cahaya)

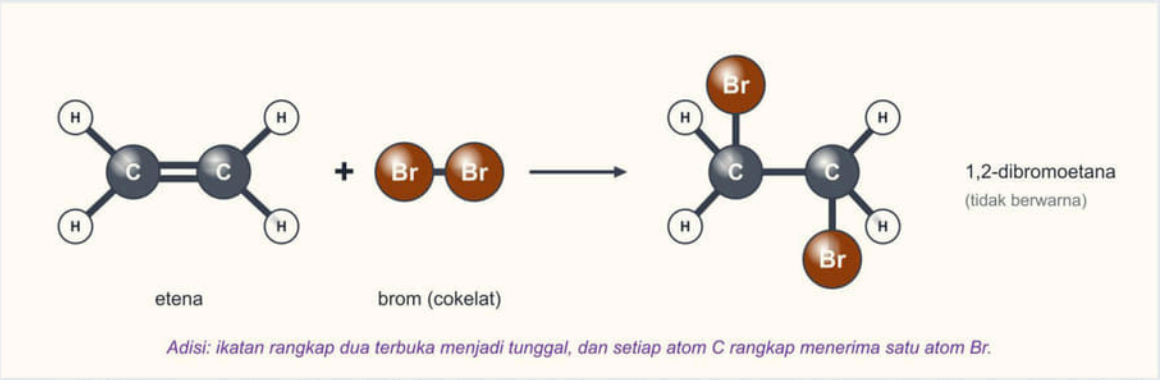


Gambar 4.13 Pada substitusi, satu atom H pada metana diganti satu atom Cl; hasil sampingnya HCl. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Bila klorin berlebih, substitusi dapat berlanjut: CH_2Cl_2, $CHCl_3$ (kloroform), sampai CCl_4. Banyaknya produk **monosubstitusi** (hanya satu H yang diganti) sama dengan banyaknya **jenis atom H yang tidak setara**. Propana $CH_3–CH_2–CH_3$ memiliki dua jenis H (di ujung dan di tengah), sehingga menghasilkan dua produk: 1-kloropropana dan 2-kloropropana. Sikloheksana hanya memiliki satu jenis H, sehingga hanya menghasilkan satu produk.

3. Adisi: reaksi khas alkena dan alkuna

Pada **adisi**, ikatan rangkap **terbuka** dan setiap atom C rangkap menerima satu atom baru (Gambar 4.14). Jumlah atom yang terikat bertambah; tidak ada atom yang dilepas.



Gambar 4.14 Ikatan rangkap etena terbuka dan kedua atom Br masuk, menghasilkan 1,2-dibromoetana. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Pereaksi	Contoh dengan etena	Hasil	Penerapan
H_2 (katalis Ni/Pt)	$CH_2{=}CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_3$	alkana	pembuatan margarin dari minyak nabati (hidrogenasi)
X_2 (Cl_2, Br_2)	$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br{-}CH_2Br$	dihaloalkana	uji ikatan rangkap
HX (HCl, HBr)	$CH_2{=}CH_2 + HCl \rightarrow CH_3{-}CH_2Cl$	haloalkana	bahan baku industri
H_2O (katalis asam)	$CH_2{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3{-}CH_2OH$	alkohol	pembuatan etanol industri

Satu ikatan C=C memerlukan **1 mol** pereaksi adisi (H_2 atau Br_2) per mol senyawa, sedangkan satu C≡C memerlukan **2 mol** untuk adisi sempurna. Karena itu, mol Br_2 atau H_2 yang bereaksi menunjukkan jumlah ikatan rangkap dalam molekul.

Aturan Markovnikov. Bila HX atau H_2O ditambahkan pada alkena yang **tidak simetris**, atom **H masuk ke atom C rangkap yang sudah mengikat atom H lebih banyak**, dan X (atau OH) masuk ke atom C rangkap yang lain. Ungkapan populernya: "yang kaya makin kaya". Bila alkenanya simetris, seperti 2-butena, kedua atom C rangkap setara dan hanya ada satu produk.

Contoh terselesaikan 1: adisi HBr pada propena

Soal. Tentukan produk utama reaksi $CH_2{=}CH{-}CH_3 + HBr$.

Langkah.

1. Atom C rangkap: C1 (mengikat 2 H) dan C2 (mengikat 1 H).
2. Menurut Markovnikov, H masuk ke C1 dan Br masuk ke C2.
3. Produk utama: $CH_3{-}CHBr{-}CH_3$, yaitu **2-bromopropana**.

Cek. 1-bromopropana ($CH_2Br{-}CH_2{-}CH_3$) hanya terbentuk sedikit sebagai produk samping.

Uji air brom. Air brom berwarna jingga-cokelat. Bila dikocok dengan alkena, warnanya **hilang dengan cepat**, bahkan di tempat gelap, karena Br_2 habis teradisi. Alkana dan sikloalkana tidak menghilangkan warna air brom di tempat gelap, sebab substitusi memerlukan cahaya (Gambar 4.15). Uji ini dipakai untuk membedakan senyawa jenuh dan tidak jenuh, misalnya heksana dan heksena (keduanya cairan tidak berwarna) atau sikloheksana dan heksena (keduanya C_6H_{12}).

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



Gambar 4.15 Heksena menghilangkan warna air brom karena terjadi adisi; heksana tidak. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Contoh terselesaikan 2: membedakan heksana dan heksena

Soal. Dua botol tanpa label berisi heksana dan 1-heksena. Bagaimana membedakannya? Bila 8,4 g zat yang benar tepat menghilangkan warna 16 g Br_2, berapa ikatan rangkap dalam molekulnya? (Mr C_6H_{12} = 84; Mr Br_2 = 160)

Langkah.

1. Teteskan air brom ke sedikit isi setiap botol di tempat gelap. Botol yang membuat warna jingga hilang berisi 1-heksena.
2. Mol 1-heksena = 8,4 ÷ 84 = 0,10 mol; mol Br_2 = 16 ÷ 160 = 0,10 mol.
3. Perbandingan 1 : 1 → **satu ikatan rangkap C=C** per molekul.

Cek. Bila perbandingannya 1 : 2, senyawanya memiliki dua ikatan rangkap dua atau satu ikatan rangkap tiga.

4. Eliminasi

Eliminasi adalah kebalikan adisi: dari senyawa jenuh dilepaskan molekul kecil (H_2O atau HX), lalu terbentuk ikatan rangkap. Contohnya:

- dehidrasi etanol dengan asam sulfat pekat pada sekitar 170 °C: $CH_3–CH_2OH \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$;
- pelepasan HCl dari kloroetana dengan basa kuat: $CH_3–CH_2Cl \rightarrow CH_2=CH_2 + HCl$.

Cara cepat mengenali jenis reaksi adalah membandingkan ikatan pada pereaksi dan hasil: **ikatan rangkap hilang → adisi; ikatan rangkap muncul → eliminasi; ikatan tetap tunggal tetapi satu atom H diganti → substitusi**.

Contoh terselesaikan 3: mengenali jenis reaksi

Soal. Tentukan jenis setiap reaksi berikut. (1) $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr$ (2) $C_3H_6 + H_2 \rightarrow C_3H_8$ (3) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$ (4) $C_2H_2 + 2HCl \rightarrow C_2H_4Cl_2$

Langkah.

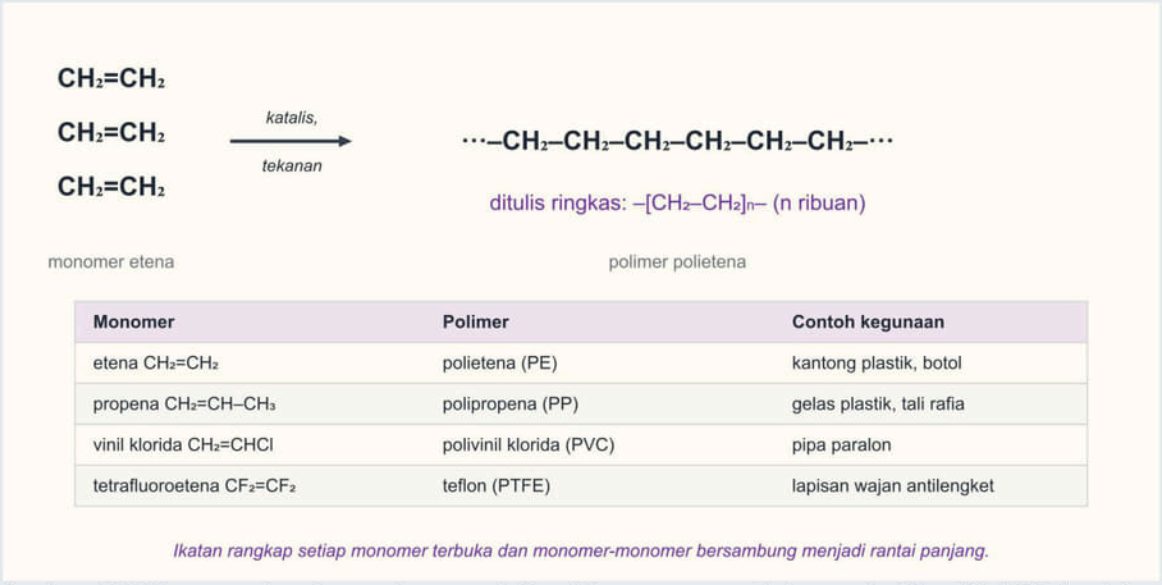
1. (1) Etana jenuh, satu H diganti Br → **substitusi**.
2. (2) Propena (rangkap) menjadi propana (tunggal) → **adisi** (hidrogenasi).
3. (3) Etanol jenuh menjadi etena (rangkap) dengan melepas H_2O → **eliminasi**.
4. (4) Etuna (rangkap tiga) menerima 2 HCl, ikatan menjadi tunggal → **adisi**.

Cek. Pada substitusi selalu ada dua hasil (produk dan HX); pada adisi hanya satu hasil.

5. Polimerisasi adisi

Alkena juga dapat beradisi dengan sesamanya. Pada **polimerisasi adisi**, ikatan rangkap ribuan molekul kecil (**monomer**) terbuka dan monomer-monomer itu bersambung membentuk rantai sangat panjang (**polimer**), seperti pada Gambar 4.16. Plastik yang paling banyak dipakai sehari-hari dibuat dengan cara ini.

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



Monomer	Polimer	Contoh kegunaan
etena $CH_2=CH_2$	polietena (PE)	kantong plastik, botol
propena $CH_2=CH–CH_3$	polipropena (PP)	gelas plastik, tali rafia
vinil klorida $CH_2=CHCl$	polivinil klorida (PVC)	pipa paralon
tetrafluoroetena $CF_2=CF_2$	teflon (PTFE)	lapisan wajan antilengket

Ikatan rangkap setiap monomer terbuka dan monomer-monomer bersambung menjadi rantai panjang.

Gambar 4.16 Monomer etena bersambung menjadi polietena; monomer lain menghasilkan PP, PVC, dan teflon. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

Plastik jenis ini sulit terurai di alam karena rantainya hanya berisi ikatan tunggal C–C dan C–H yang tidak reaktif, seperti alkana. Itulah sebabnya sampah plastik dapat bertahan ratusan tahun dan perlu dikurangi, dipakai ulang, atau didaur ulang. Membakar sampah plastik juga bukan jalan keluar yang baik, karena pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan CO, jelaga, dan untuk PVC juga gas HCl yang beracun.

6. Pembakaran sempurna dan tidak sempurna

Semua hidrokarbon dapat terbakar. Bila oksigen cukup, semua atom C menjadi CO_2 dan semua atom H menjadi H_2O (**pembakaran sempurna**). Bila oksigen kurang, sebagian atau seluruh C menjadi CO atau jelaga (**pembakaran tidak sempurna**), seperti dibahas pada sub bab 4.2. Untuk menghitung, pakai **kekekalan atom**: jumlah atom C, H, dan O di kiri sama dengan di kanan.

Contoh terselesaikan 4: oksigen untuk membakar oktana

Soal. Berapa mol O_2 yang diperlukan untuk membakar sempurna 1 mol oktana (C_8H_{18})? Bila hanya tersedia 8,5 mol O_2 dan seluruh karbon menjadi CO, tuliskan persamaannya.

Langkah.

1. Sempurna: $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$. Atom O di kanan = 16 + 9 = 25 → perlu 12,5 mol O_2 (atau $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$).
2. Tidak sempurna menjadi CO: $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow 8CO + 9H_2O$. Atom O di kanan = 8 + 9 = 17 → perlu 8,5 mol O_2: $\mathbf{C_8H_{18} + 8{,}5O_2 \rightarrow 8CO + 9H_2O}$.

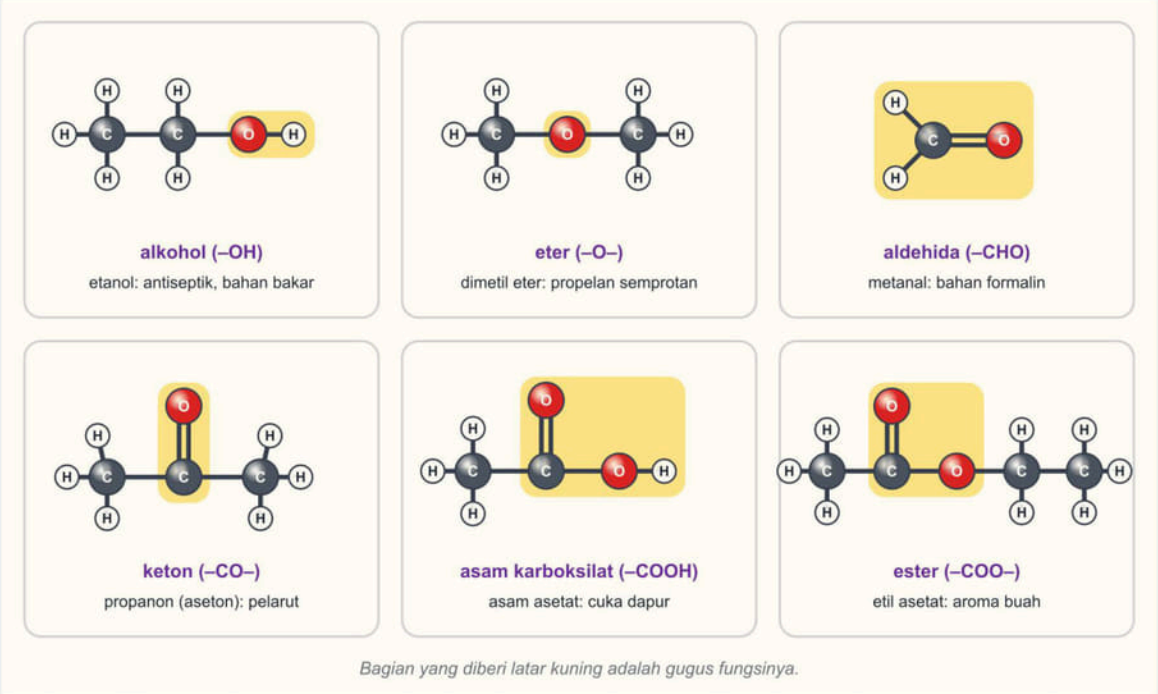
Cek. Selisih 12,5 − 8,5 = 4 mol O_2 adalah oksigen yang diperlukan untuk mengubah 8 mol CO menjadi CO_2 ($8\ CO + 4\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2$).

7. Pengenalan gugus fungsi (tambahan NLS)

Bila satu atau lebih atom H pada hidrokarbon diganti oleh atom lain seperti O, terbentuk golongan senyawa karbon baru. Bagian molekul yang menentukan sifat khas suatu golongan

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

disebut **gugus fungsi** (Gambar 4.17). Kamu tidak perlu menghafal reaksinya; cukup kenali bentuknya dan satu akibat yang dapat dinalar.



Gambar 4.17 Enam golongan senyawa karbon dan gugus fungsinya (latar kuning), masing-masing dengan satu contoh sehari-hari. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

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

Gugus	Golongan	Contoh	Akibat yang dapat dinalar
–OH	alkohol	etanol C_2H_5OH	membentuk ikatan hidrogen: titik didih tinggi, larut dalam air
–O–	eter	dimetil eter CH_3OCH_3	tidak membentuk ikatan hidrogen antarsesama: titik didih jauh lebih rendah daripada alkohol isomernya
–CHO	aldehida	metanal (bahan formalin)	mudah dioksidasi
–CO–	keton	propanon (aseton)	pelarut yang baik, misalnya penghapus cat kuku
–COOH	asam karboksilat	asam asetat (cuka)	asam lemah; bereaksi dengan alkohol membentuk ester
–COO–	ester	etil asetat	beraroma buah; terbentuk dari asam karboksilat dan alkohol

Contoh terselesaikan 5: mengenali gugus fungsi

Soal. Etanol (C_2H_5OH) dan dimetil eter (CH_3OCH_3) sama-sama berumus C_2H_6O. Mengapa etanol berwujud cair (titik didih 78 °C), sedangkan dimetil eter berwujud gas (titik didih −24 °C)?

Langkah.

1. Keduanya isomer fungsi: rumus molekul sama, gugus fungsi berbeda (–OH dan –O–).
2. Etanol memiliki atom H yang terikat langsung pada O, sehingga molekul-molekulnya membentuk **ikatan hidrogen** satu sama lain.
3. Dimetil eter tidak memiliki H yang terikat pada O, sehingga hanya ada gaya dipol dan gaya London yang lebih lemah. Akibatnya titik didihnya jauh lebih rendah.

Cek. Pola yang sama berlaku pada isomer lain: alkohol selalu bertitik didih lebih tinggi daripada eter isomernya.

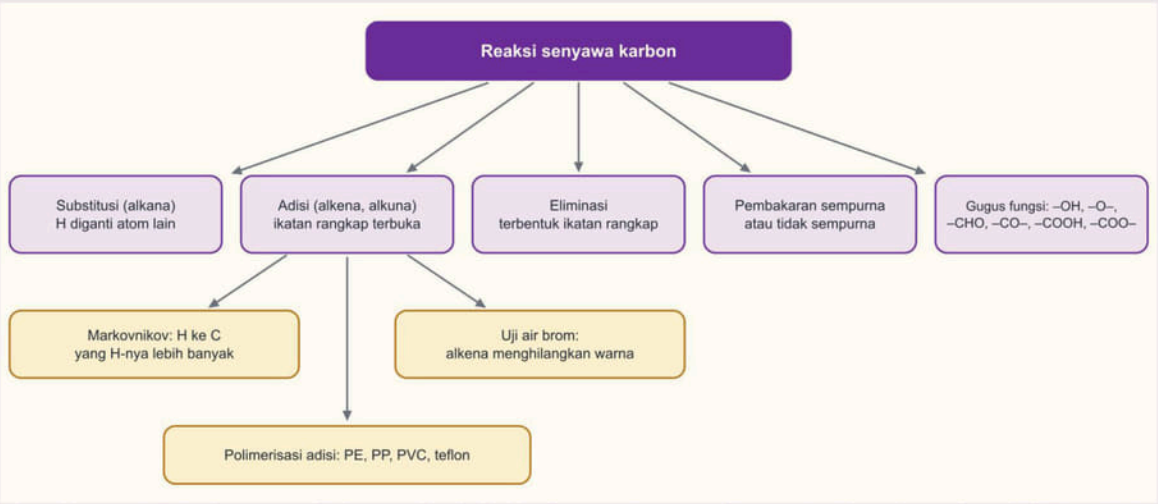
Ringkasan

- Hidrokarbon nonpolar: tidak larut dalam air dan lebih ringan daripada air.
- Substitusi (alkana, perlu cahaya): satu H diganti; jumlah produk monosubstitusi = jumlah jenis H yang tidak setara.
- Adisi (alkena, alkuna): ikatan rangkap terbuka; Markovnikov untuk HX dan H_2O; air brom menjadi tidak berwarna.
- Eliminasi: senyawa jenuh melepas H_2O atau HX dan membentuk ikatan rangkap.
- Polimerisasi adisi membentuk plastik seperti PE, PP, PVC, dan teflon.
- Gugus fungsi (–OH, –O–, –CHO, –CO–, –COOH, –COO–) menentukan sifat golongan senyawa karbon.

❖ PETA KONSEP

Gambar 4.18 merangkum jenis-jenis reaksi senyawa karbon.

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



Gambar 4.18 Peta konsep sifat dan reaksi hidrokarbon serta gugus fungsi. Sumber: digambar oleh Tim Next Level Study Indonesia.

▲ STRATEGI DAN JEBAKAN

Langkah menjawab

1. Periksa dulu apakah pereaksi organiknya **jenuh atau tak jenuh**. Jenuh berarti substitusi, dan tak jenuh berarti adisi.
2. Untuk adisi HX pada alkena tidak simetris, tandai C rangkap yang mengikat H lebih banyak sebagai tempat masuknya H.
3. Untuk jumlah produk substitusi, gambar molekul dan kelompokkan atom H yang setara (posisi simetris).
4. Untuk pembakaran dengan O_2 terbatas, tulis neraca atom C dan O, bukan persamaan reaksi biasa.

Jebakan khas

Jebakan	Contoh salah tafsir	Yang benar
Adisi dan substitusi tertukar	"propena + H_2 adalah substitusi"	propena + H_2 adalah adisi (hidrogenasi)
Markovnikov dibalik	1-butena + HCl menghasilkan 1-klorobutana	H ke C yang mengikat H lebih banyak, jadi produknya 2-klorobutana
Alkena simetris dikira menghasilkan dua produk	"2-butena + HBr menghasilkan dua isomer"	kedua C setara, jadi hanya satu produk
C_nH_{2n} dikira pasti alkena	sikloheksana dianggap menghilangkan warna brom	sikloalkana tidak bereaksi adisi dengan brom dalam gelap
Semua C dianggap menjadi CO_2 saat O_2 kurang	massa CO dihitung nol	pakai neraca atom C dan O

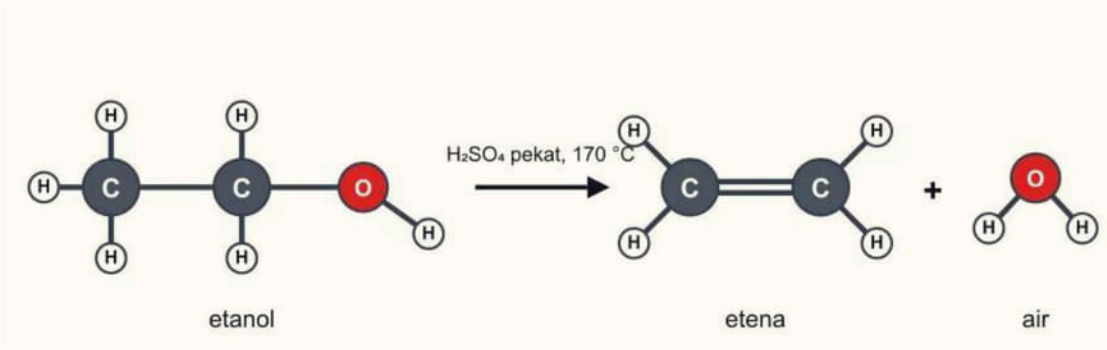
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

Eter dikira sama dengan alkohol	dimetil eter dianggap membentuk ikatan hidrogen antarsesama	tidak ada H yang terikat pada O

• BEDAH SOAL PREDIKSI

Untuk menentukan jenis reaksi, bandingkan ikatan pada pereaksi dan hasil: ikatan rangkap yang muncul menandakan eliminasi.

►. Di laboratorium, gas etena dapat dibuat dengan memanaskan etanol bersama asam sulfat pekat pada suhu sekitar 170 °C. Gas yang terbentuk dialirkan ke dalam air brom dan ternyata menghilangkan warnanya. Gambar berikut menunjukkan perubahan molekul yang terjadi.
Jenis reaksi pembentukan etena dari etanol tersebut adalah ....



A. substitusi
B. eliminasi
C. adisi
D. polimerisasi
E. pembakaran

Pembahasan **Kunci: B**

Konsep: eliminasi adalah reaksi pelepasan molekul kecil (H_2O atau HX) dari senyawa jenuh sehingga terbentuk ikatan rangkap.

Langkah. Etanol (semua ikatan tunggal) melepas H_2O dan membentuk etena (C=C). Ikatan rangkap muncul → eliminasi. Uji air brom membuktikan bahwa hasilnya senyawa tak jenuh.

Analisis opsi:
- A ✗ Pada substitusi tidak terbentuk ikatan rangkap.
- B ✓ Eliminasi (dehidrasi).
- C ✗ Adisi justru membuka ikatan rangkap. *Jebakan: tertukar adisi dan eliminasi.*
- D ✗ Tidak terbentuk rantai panjang.
- E ✗ Tidak ada oksigen yang bereaksi dan tidak terbentuk CO_2.

Jawaban: B.

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

✎ LATIHAN

1. Propena (CH_2=CH–CH_3) adalah bahan baku penting industri petrokimia. Dalam diskusi kelas, siswa menuliskan beberapa pernyataan tentang reaksi-reaksi yang dapat dialami propena. Guru meminta siswa memeriksa kebenaran setiap pernyataan berdasarkan jenis reaksi dan aturan Markovnikov.

Pernyataan yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Propena bereaksi dengan Br_2 membentuk 1,2-dibromopropana.
☐ B. Adisi air pada propena dengan katalis asam menghasilkan 2-propanol sebagai produk utama.
☐ C. Adisi HCl pada propena menghasilkan 1-kloropropana sebagai produk utama.
☐ D. Propena dapat berpolimerisasi adisi membentuk polipropena.
☐ E. Propena tidak menghilangkan warna air brom karena tidak memiliki ikatan rangkap.

2. Tiga tabung gas X, Y, dan Z masing-masing berisi 0,25 mol gas hidrokarbon C_2 (etana, etena, etuna, atau campurannya). Isi setiap tabung dialirkan perlahan ke dalam larutan brom berlebih, lalu massa brom yang bereaksi dihitung. Data hasil percobaan sebagai berikut (Mr Br_2 = 160).

Tabung	Isi	Massa Br_2 yang bereaksi (g)
X	gas murni	0
Y	campuran etena dan etana	24
Z	gas murni	80

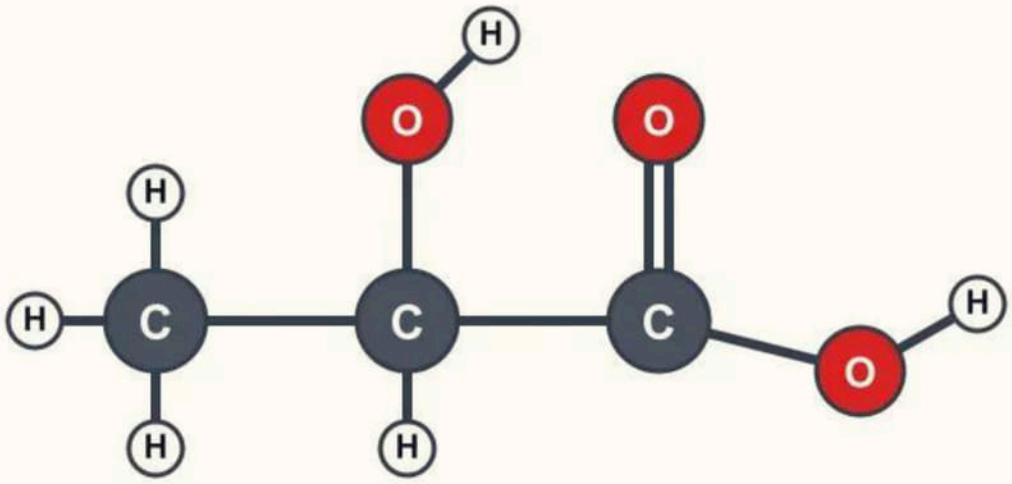
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Persentase mol etena dalam tabung Y adalah ....

A. 25 %
B. 40 %
C. 60 %
D. 75 %
E. 100 %

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

3. Asam laktat terbentuk di otot saat berolahraga berat dan juga dihasilkan bakteri pada pembuatan yoghurt, sehingga yoghurt terasa asam. Struktur molekul asam laktat ditunjukkan pada gambar (bola merah = O, bola abu-abu = C, bola putih = H). Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



asam laktat

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Asam laktat memiliki gugus hidroksil (–OH) dan gugus karboksil (–COOH).	○	○
Asam laktat termasuk golongan ester karena memiliki dua atom O yang terikat pada satu atom C.	○	○
Rasa asam pada yoghurt disebabkan oleh gugus –COOH yang dapat melepas ion H^+.	○	○

Kunci singkat: 1. A, B, D 2. C 3. 1B 2S 3B

✔ PERIKSA DIRI

- Bagaimana kamu memutuskan apakah suatu hidrokarbon akan mengalami substitusi atau adisi?
- Tuliskan produk utama adisi HBr pada propena dan jelaskan alasannya.
- Mengapa etanol mendidih pada 78 °C, sedangkan dimetil eter (isomernya) mendidih pada −24 °C?

Latihan interaktif di LMS

Sub bab 4.3: kerjakan latihannya dan lihat progresmu.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-4.3

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

Kuis Akhir Bab 4

KIM-KB4

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

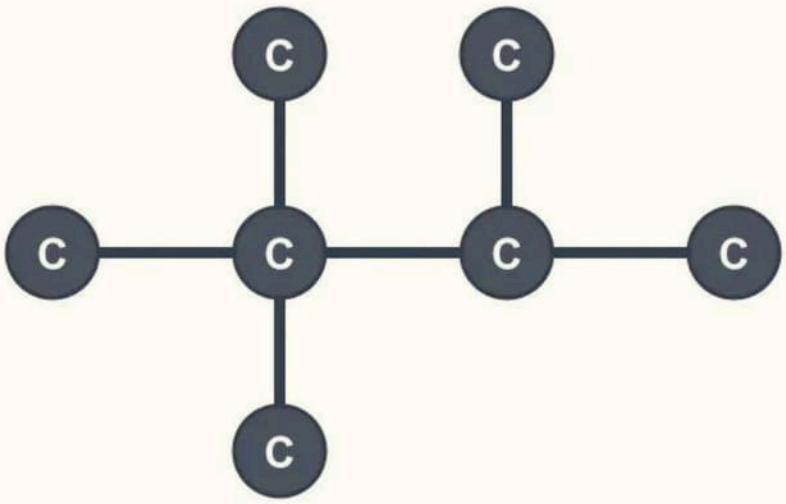
Kerjakan sendiri dan berwaktu. Setelah selesai, cocokkan dengan kunci di Bagian D, isi tabel skor, lalu lihat anjuran di bawahnya.

Kerjakan Kuis Bab 4 di LMS

Skor dan progresmu tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-KB4

1. Senyawa 2,2,3-trimetilbutana, yang dikenal dengan nama dagang triptana, sangat tahan terhadap ketukan mesin sehingga pernah diteliti sebagai komponen bahan bakar pesawat bermesin piston. Seorang siswa ingin mengelompokkan atom-atom karbon dalam molekul ini menurut jumlah atom karbon lain yang terikat langsung padanya. Kerangka atom karbon senyawa ini ditunjukkan pada gambar.
Jumlah atom C primer, sekunder, tersier, dan kuarterner dalam molekul tersebut berturut-turut adalah ....

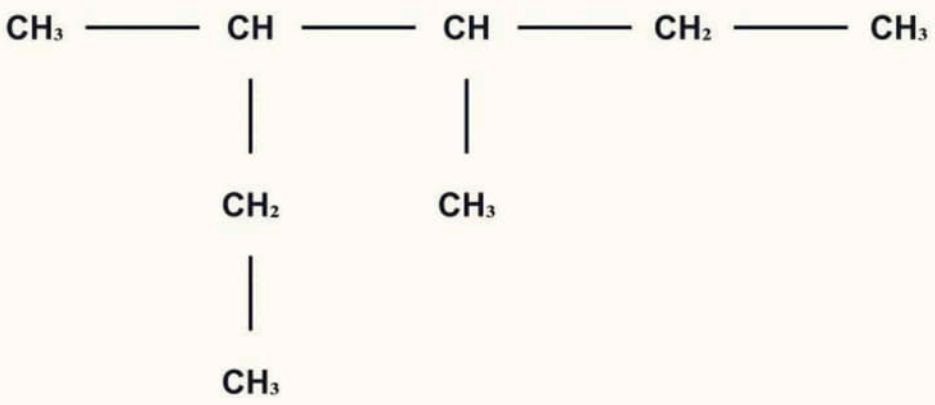


Atom H tidak digambar.

A. 5, 0, 1, 1
B. 4, 1, 1, 1
C. 5, 1, 1, 0
D. 3, 2, 1, 1
E. 5, 0, 2, 0

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

2. Seorang siswa menuliskan rumus struktur salah satu komponen bensin seperti pada gambar, lalu menamainya "2-etil-3-metilpentana". Gurunya menyatakan bahwa nama itu tidak sesuai dengan aturan IUPAC, walaupun strukturnya benar. Siswa itu diminta menentukan ulang rantai induk dan penomorannya dengan memeriksa semua kemungkinan jalur rantai karbon, termasuk jalur yang melewati cabang.
Nama IUPAC yang tepat untuk senyawa tersebut adalah ....



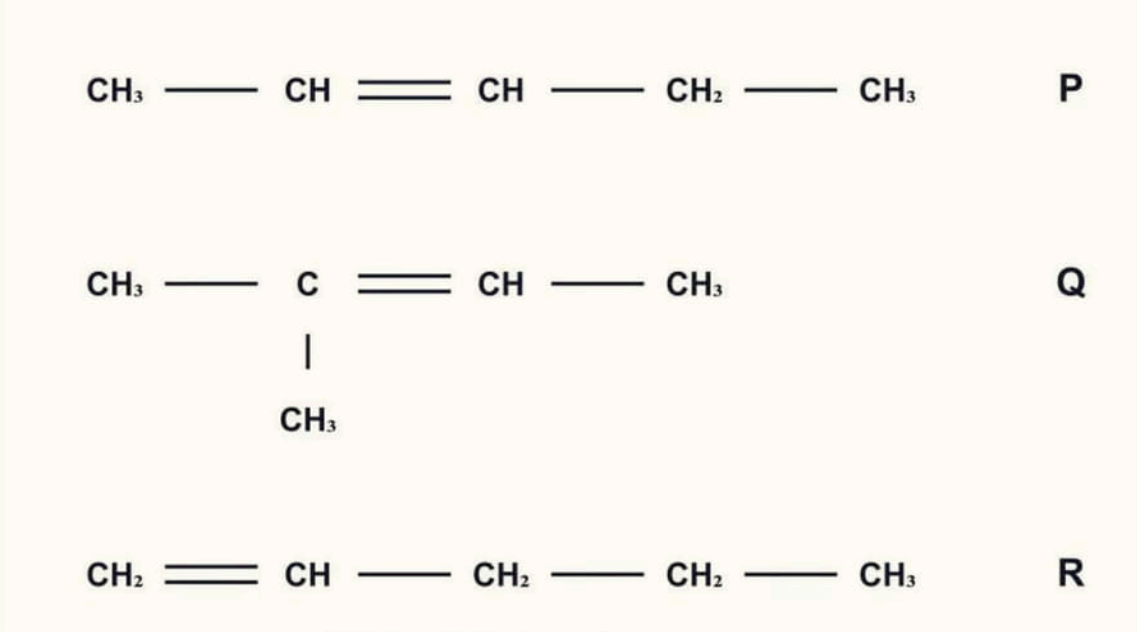
A. 2-etil-3-metilpentana
B. 3-metil-2-etilpentana
C. 3,4-dimetilheksana
D. 2,3-dimetilheksana
E. 3,4-dimetilpentana

3. Dalam praktikum analisis senyawa organik, sebanyak 2,1 g gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan oksigen berlebih. Gas hasil pembakaran dialirkan melalui penyerap air dan penyerap CO_2. Data yang diperoleh: massa CO_2 = 6,6 g dan massa H_2O = 2,7 g. Pada suhu dan tekanan yang sama, massa 1 L gas hidrokarbon itu 1,4 kali massa 1 L gas etana (Mr etana = 30).
(Ar C = 12, H = 1, O = 16)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Rumus molekul hidrokarbon tersebut adalah ....

A. CH_2
B. C_2H_4
C. C_3H_6
D. C_3H_8
E. C_6H_{12}

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

4. Tiga senyawa P, Q, dan R ditemukan dalam fraksi ringan hasil perengkahan minyak bumi. Rumus struktur ketiganya ditunjukkan pada gambar. Ketiganya berwujud cair yang mudah menguap dan sukar dibedakan dari baunya. Seorang analis ingin mengetahui hubungan ketiga senyawa itu dan kemungkinan adanya isomer geometri (cis-trans) pada masing-masing senyawa.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Senyawa P memiliki isomer cis-trans.	○	○
Senyawa Q memiliki isomer cis-trans karena atom C rangkapnya mengikat gugus metil.	○	○
Senyawa P, Q, dan R merupakan isomer satu sama lain.	○	○

5. Seorang analis laboratorium kilang menerima tiga cairan X, Y, dan Z tanpa label. Ketiganya diketahui merupakan isomer C_7H_{16}, yaitu n-heptana, 2-metilheksana, dan 3,3-dimetilpentana. Data titik didih yang diukur pada tekanan 1 atm sebagai berikut.

Cairan	Titik didih (°C)
X	86
Y	98
Z	90

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

Pasangan cairan dan nama senyawa yang tepat adalah ....

A. X = n-heptana, Y = 2-metilheksana, Z = 3,3-dimetilpentana
B. X = 2-metilheksana, Y = n-heptana, Z = 3,3-dimetilpentana
C. X = 3,3-dimetilpentana, Y = 2-metilheksana, Z = n-heptana
D. X = n-heptana, Y = 3,3-dimetilpentana, Z = 2-metilheksana
E. X = 3,3-dimetilpentana, Y = n-heptana, Z = 2-metilheksana

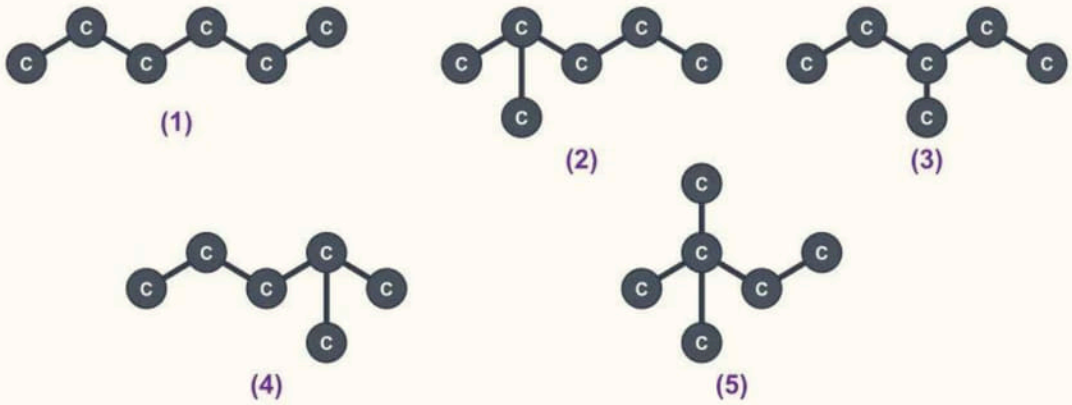
6. Salah satu alkana rantai lurus yang terdapat dalam bensin memiliki massa molekul relatif (Mr) 100. Alkana ini juga dipakai sebagai salah satu senyawa acuan dalam penentuan bilangan oktan bensin. Seorang siswa ingin menuliskan rumus molekulnya dengan memakai rumus umum deret alkana.
(Ar C = 12, H = 1)
Rumus molekul alkana tersebut adalah ....

A. C_7H_{14}
B. C_7H_{16}
C. C_6H_{14}
D. C_8H_{18}
E. C_7H_{12}

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

7. Dalam tugas kelompok, siswa diminta menggambar semua isomer struktur C_6H_{14}. Salah satu kelompok mengumpulkan lima gambar kerangka karbon seperti di atas dan menyatakan bahwa C_6H_{14} memiliki lima isomer. Guru menyatakan bahwa jumlah isomer C_6H_{14} memang lima, tetapi dua dari gambar kelompok itu sebenarnya menunjukkan senyawa yang sama.
Pasangan gambar yang menunjukkan senyawa yang sama adalah ....



A. (1) dan (3)
B. (2) dan (3)
C. (3) dan (5)
D. (2) dan (4)
E. (4) dan (5)

8. Tiga hidrokarbon P, Q, dan R masing-masing sebanyak 0,10 mol dibakar sempurna. Data jumlah mol hasil pembakaran dan hasil uji air brom (di tempat gelap) sebagai berikut.

Hidrokarbon	Mol CO_2	Mol H_2O	Uji air brom
P	0,50	0,60	warna tetap
Q	0,50	0,50	warna tetap
R	0,50	0,40	warna hilang

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Kesimpulan yang tepat tentang ketiga hidrokarbon adalah ....

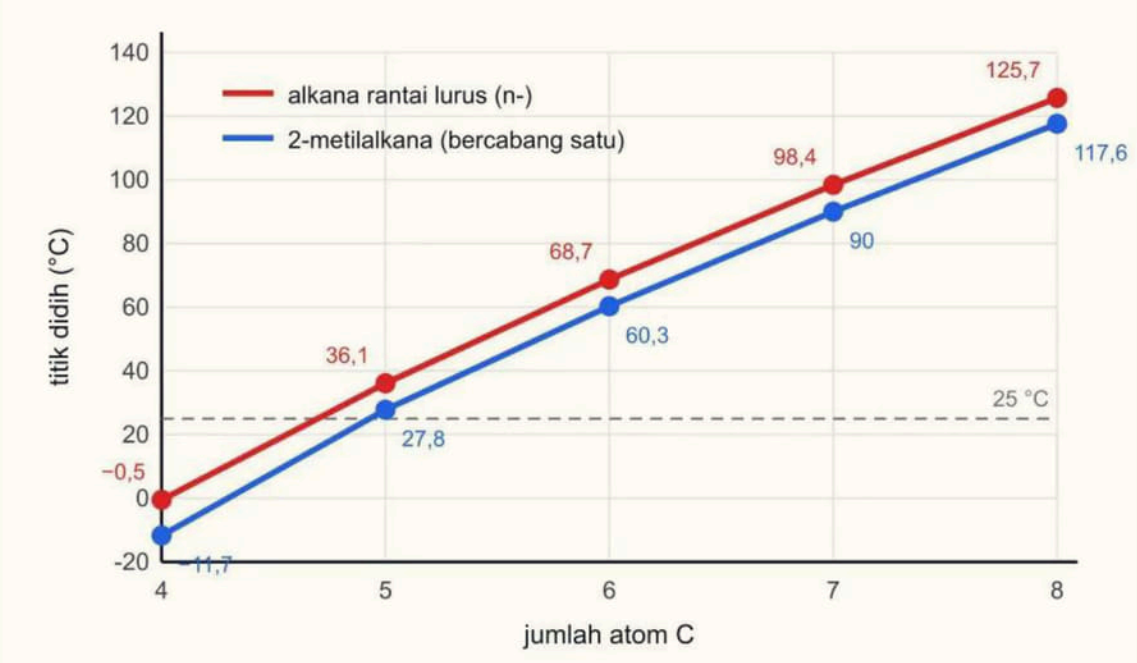
A. P = C_5H_{12} (alkana); Q = siklopentana; R = C_5H_8
B. P = C_5H_{12} (alkana); Q = 1-pentena; R = C_5H_{10}
C. P = C_5H_{10}; Q = siklopentana; R = C_5H_{12} (alkana)
D. P = C_5H_{12} (alkana); Q = 1-pentena; R = C_5H_8
E. P = C_5H_6; Q = C_5H_5; R = C_5H_4

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

9. Dalam diskusi kelas tentang isomer, guru menjelaskan bahwa isomer dapat dibedakan menjadi isomer rantai, isomer posisi, isomer fungsi, dan isomer geometri. Isomer fungsi adalah senyawa-senyawa dengan rumus molekul sama tetapi termasuk golongan senyawa yang berbeda. Siswa kemudian diminta memilih satu pasangan senyawa dari daftar yang disiapkan.
Pasangan senyawa yang merupakan isomer fungsi adalah ....

A. 1-pentena dan 2-pentena
B. n-pentana dan 2-metilbutana
C. cis-2-pentena dan trans-2-pentena
D. 1-pentena dan 1-pentuna
E. 1-pentena dan siklopentana

10. Grafik berikut menunjukkan data titik didih (1 atm) dua deret alkana dengan jumlah atom C 4 sampai 8: deret rantai lurus (n-butana sampai n-oktana) dan deret 2-metilalkana (2-metilpropana sampai 2-metilheptana). Garis putus-putus menunjukkan suhu kamar 25 °C. Pada setiap jumlah atom C, kedua senyawa merupakan isomer dengan Mr yang sama. Pernyataan yang tepat berdasarkan data pada grafik adalah ....



A. 2-metilpropana bertitik didih lebih tinggi daripada n-butana karena bercabang.
B. Pada suhu kamar 25 °C, 2-metilbutana berwujud gas.
C. 2-metilpentana bertitik didih lebih rendah daripada n-pentana.
D. Pada setiap jumlah atom C, alkana bercabang bertitik didih lebih rendah.
E. Selisih titik didih kedua deret makin besar seiring bertambahnya atom C.

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

11. Laboratorium sebuah kilang menganalisis lima komponen alkana rantai lurus K, L, M, N, dan O yang diambil dari aliran produk berbeda. Data jumlah atom C dan titik didih (1 atm) kelima komponen sebagai berikut.

Komponen	Jumlah atom C	Titik didih (°C)
K	3	−42
L	8	126
M	12	216
N	16	287
O	25	402

Pasangan komponen dan kegunaan fraksinya yang tepat adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

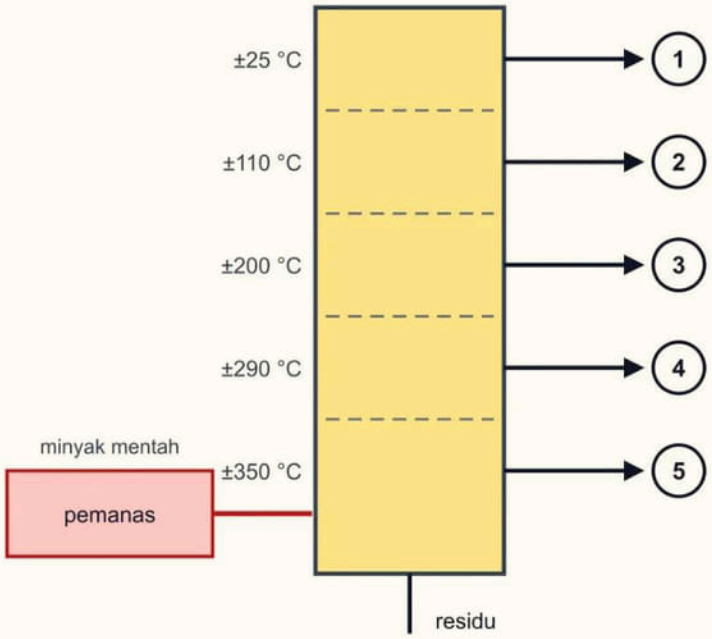
Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. K – bahan bakar elpiji
☐ B. L – bahan bakar pesawat jet (avtur)
☐ C. M – bahan bakar pesawat jet (avtur)
☐ D. N – oli pelumas mesin
☐ E. O – bahan lilin (parafin)

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

12. Gambar berikut menunjukkan skema menara distilasi bertingkat di sebuah kilang minyak. Uap minyak mentah dari pemanas masuk di bagian bawah menara, lalu naik dan mendingin. Hasil distilasi keluar melalui saluran 1 sampai 5; angka di sebelah kiri menunjukkan perkiraan suhu menara di setiap saluran.
Fraksi yang keluar dari saluran 3 beserta salah satu kegunaannya adalah ....



A. bensin, bahan bakar sepeda motor dan mobil
B. kerosin, bahan bakar pesawat jet
C. solar, bahan bakar mesin diesel
D. pelumas, oli mesin kendaraan
E. gas, bahan bakar elpiji

13. Seorang pemilik bengkel mencampurkan 40 L bensin beroktan 90 dengan 10 L bensin beroktan 98 di dalam sebuah drum untuk mesin pemotong rumput. Mesin itu menurut buku petunjuknya memerlukan bensin beroktan minimal 91. Untuk perhitungan sederhana, bilangan oktan campuran dianggap sebagai rata-rata tertimbang menurut volume masing-masing bensin.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Bilangan oktan campuran bensin tersebut adalah ....

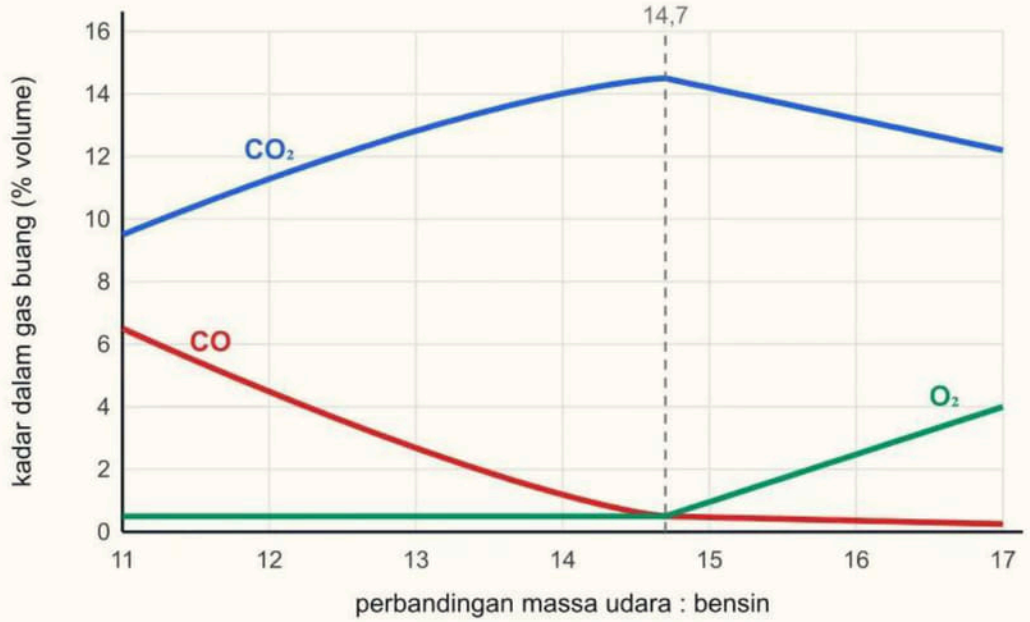
A. 91,6
B. 92,0
C. 94,0
D. 96,4
E. 98,0

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

14. Sebuah kilang menghasilkan fraksi solar dan residu dalam jumlah berlebih, sedangkan permintaan bensin di pasar jauh lebih besar daripada bensin yang diperoleh langsung dari distilasi bertingkat. Manajer kilang ingin mengolah sebagian fraksi berantai panjang itu menjadi senyawa berantai pendek setara bensin dengan bantuan panas dan katalis. Proses yang sesuai untuk tujuan tersebut adalah ....

A. reformasi, yaitu mengubah alkana rantai lurus menjadi bercabang
B. distilasi ulang pada suhu yang lebih tinggi
C. perengkahan, yaitu memecah rantai panjang menjadi rantai pendek
D. polimerisasi, yaitu menggabungkan molekul kecil menjadi rantai panjang
E. hidrogenasi, yaitu menjenuhkan ikatan rangkap dengan gas hidrogen

15. Bengkel uji emisi mengukur kadar CO, CO_2, dan O_2 dalam gas buang sebuah mobil bensin pada berbagai perbandingan massa udara terhadap bensin yang masuk ke mesin. Hasilnya ditunjukkan pada grafik. Garis putus-putus menandai perbandingan 14,7, yaitu perbandingan saat oksigen tepat cukup untuk membakar sempurna seluruh bensin. *Data disederhanakan untuk latihan soal.*
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....

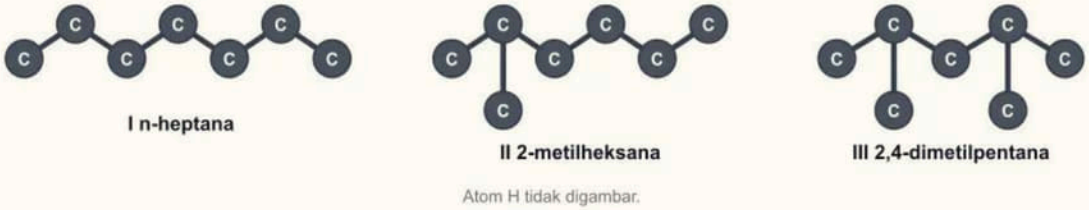


A. Kadar CO tertinggi terjadi saat udara berlebih karena O_2 bereaksi dengan CO_2.
B. Pada perbandingan 12, kadar CO tinggi karena bensin terbakar sempurna.
C. Menambah udara melebihi 14,7 terus menaikkan kadar CO_2 dalam gas buang.
D. Kadar O_2 sisa naik di atas 14,7 karena bensin kekurangan oksigen.
E. Kadar CO_2 tertinggi tercapai di sekitar perbandingan udara : bensin 14,7.

16. Ketiga senyawa pada gambar merupakan isomer C_7H_{16} yang terdapat dalam bensin. Bilangan oktan ketiganya sangat berbeda walaupun rumus molekulnya sama. Insinyur

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

kilang memanfaatkan perbedaan ini dalam proses reformasi untuk meningkatkan mutu bensin yang dijual di stasiun pengisian bahan bakar.
Urutan bilangan oktan ketiga senyawa dari yang **terendah** ke yang **tertinggi** adalah ....



I n-heptana II 2-metilheksana III 2,4-dimetilpentana

Atom H tidak digambar.

A. III, II, I
B. II, I, III
C. I, III, II
D. I, II, III
E. II, III, I

17. Sebuah warung makan menghabiskan satu tabung elpiji 3 kg dalam seminggu. Untuk perhitungan, elpiji dianggap seluruhnya propana (C_3H_8, Mr = 44) yang terbakar sempurna menurut reaksi:
$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
Udara mengandung 21 % volume oksigen, dan volume 1 mol gas pada keadaan standar dianggap 22,4 L.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Volume udara (keadaan standar) yang diperlukan untuk membakar seluruh elpiji dalam tabung itu adalah ....

A. 1,6 m^3
B. 7,3 m^3
C. 7,6 m^3
D. 36,4 m^3
E. 182 m^3

18. Dua mobil bensin dengan mesin sejenis diuji emisinya pada putaran mesin yang sama. Mobil A tidak dilengkapi konverter katalitik, sedangkan mobil B dilengkapi konverter katalitik pada knalpotnya. Data kadar beberapa gas dalam gas buang sebagai berikut.

Gas	Mobil A (% volume)	Mobil B (% volume)
CO	1,50	0,10
NO	0,10	0,02
CO_2	12,0	13,4

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

Data disederhanakan untuk latihan soal.

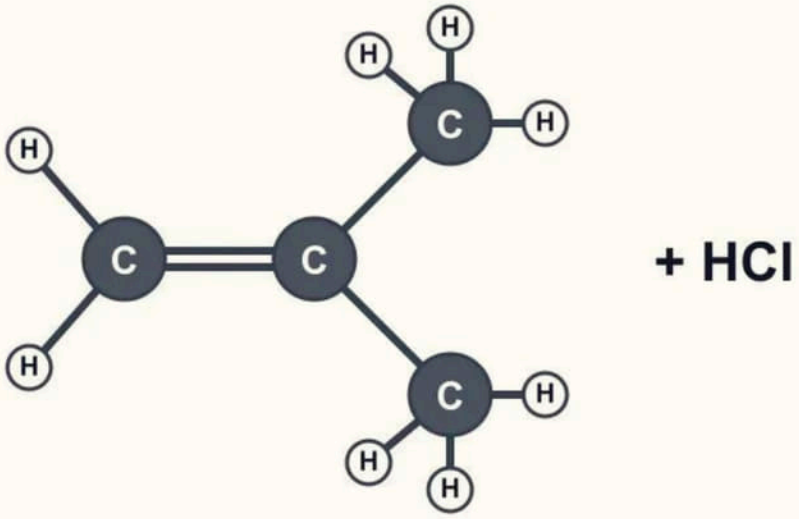
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Konverter katalitik mengubah sebagian besar CO menjadi CO_2.	○	○
Kenaikan kadar CO_2 pada mobil B menunjukkan bahwa konverter katalitik menghasilkan pembakaran tidak sempurna.	○	○
Konverter katalitik juga mengurangi gas NO yang ikut membentuk kabut asap.	○	○

19. 2-Metilpropena (isobutena) adalah bahan baku pembuatan karet butil yang dipakai pada ban dalam kendaraan. Di laboratorium, gas ini direaksikan dengan gas hidrogen klorida seperti pada gambar. Reaksi berlangsung melalui adisi pada ikatan rangkap dan menghasilkan satu produk utama serta sedikit produk samping. Produk utama dipisahkan, lalu strukturnya ditentukan.

Nama produk utama reaksi tersebut adalah ....



2-metilpropena (isobutena)

A. 1-kloro-2-metilpropana
B. 2-kloro-2-metilpropana
C. 2-klorobutana
D. 1,2-dikloro-2-metilpropana
E. 2-metilpropana

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

20. Tiga botol berisi cairan tidak berwarna X, Y, dan Z ditemukan di gudang laboratorium dengan label yang sudah rusak. Catatan menyebutkan bahwa isinya heksana, 1-heksena, dan sikloheksana. Seorang laboran melakukan analisis rumus dan dua uji sederhana; datanya sebagai berikut.

Cairan	Rumus molekul	Uji air brom (gelap)	Direaksikan dengan H_2 + katalis Ni
X	C_6H_{12}	warna hilang	membentuk heksana
Y	C_6H_{12}	warna tetap	tidak bereaksi
Z	C_6H_{14}	warna tetap	tidak bereaksi

Isi ketiga botol yang tepat adalah ....

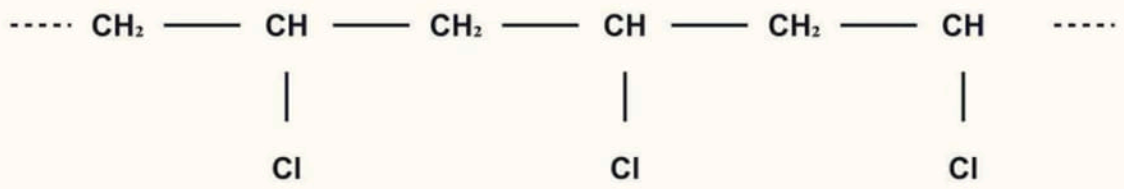
A. X = sikloheksana, Y = 1-heksena, Z = heksana
B. X = 1-heksena, Y = heksana, Z = sikloheksana
C. X = 1-heksena, Y = sikloheksana, Z = heksana
D. X = heksana, Y = sikloheksana, Z = 1-heksena
E. X = 1-heksena, Y = trans-2-heksena, Z = heksana

21. Getah karet alam tersusun dari monomer hidrokarbon Q yang berumus C_5H_8. Dalam suatu percobaan, 0,05 mol Q tepat menghilangkan warna 16 g brom (Br_2, Mr = 160). Adisi H_2 secara sempurna pada Q menghasilkan 2-metilbutana. Hasil analisis spektroskopi juga menunjukkan bahwa molekul Q tidak memiliki ikatan rangkap tiga.
Rumus struktur senyawa Q adalah ....

A. $CH{\equiv}C{-}CH(CH_3){-}CH_3$
B. $CH_2{=}CH{-}CH{=}CH{-}CH_3$
C. $CH_3{-}C(CH_3){=}CH{-}CH_3$
D. $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH{=}CH_2$
E. $CH_2{=}C(CH_3){-}CH{=}CH_2$

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

22. Pipa saluran air di rumah umumnya terbuat dari polimer yang potongan rantainya ditunjukkan pada gambar. Polimer ini dibuat melalui polimerisasi adisi, yaitu ikatan rangkap ribuan molekul monomer terbuka lalu monomer-monomer itu bersambung membentuk rantai panjang yang hanya berisi ikatan tunggal. Polimer ini kuat, tahan air, dan tidak berkarat, sehingga banyak menggantikan pipa besi.
Monomer penyusun polimer tersebut adalah ....



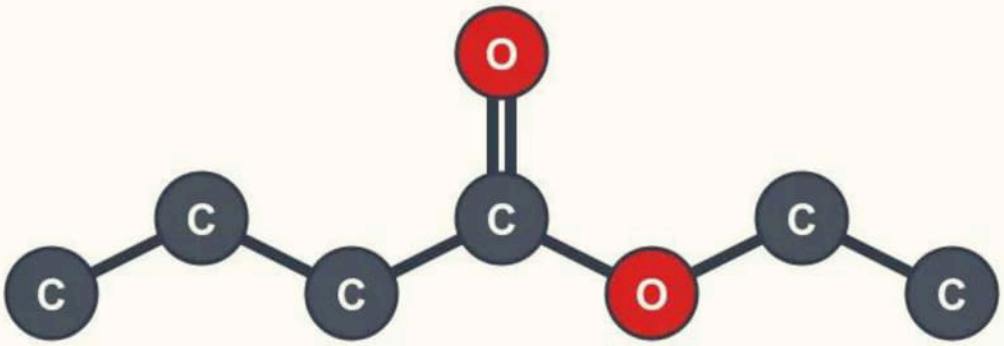
potongan rantai polimer

A. kloroetena (vinil klorida), $CH_2{=}CHCl$
B. kloroetana (etil klorida), $CH_3{-}CH_2Cl$
C. 1,2-dikloroetana, $CH_2Cl{-}CH_2Cl$
D. etena, $CH_2{=}CH_2$, dan hidrogen klorida, HCl
E. kloroetuna (kloroasetilena), $CH{\equiv}CCl$

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

23. Etil butanoat memberi aroma nanas dan banyak dipakai sebagai perisa dalam minuman dan permen. Kerangka atom C dan O senyawa ini ditunjukkan pada gambar (atom berwarna merah adalah O). Di industri, senyawa ini dibuat dengan memanaskan dua senyawa organik bersama sedikit asam sulfat pekat sebagai katalis.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Atom H tidak digambar.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Senyawa ini termasuk golongan ester karena memiliki gugus –COO–.	○	○
Senyawa ini dapat dibuat dari asam butanoat dan etanol.	○	○
Molekul senyawa ini membentuk ikatan hidrogen satu sama lain seperti molekul alkohol.	○	○

24. Dalam sebuah percobaan, gas metana dan gas klorin dicampurkan dalam dua tabung kaca tertutup. Tabung pertama disimpan di lemari gelap, sedangkan tabung kedua diletakkan di bawah sinar matahari. Setelah beberapa waktu, warna hijau kekuningan klorin pada tabung kedua memudar dan terbentuk gas HCl serta klorometana (CH_3Cl), sedangkan tabung pertama tidak berubah.
Jenis reaksi yang terjadi pada tabung kedua adalah ....

A. adisi
B. substitusi
C. eliminasi
D. polimerisasi
E. pembakaran

25. Sebuah laboratorium riset mereaksikan 2-metilbutana dengan gas klorin di bawah sinar ultraviolet untuk membuat bahan baku pelarut. Kondisi reaksi diatur sehingga hanya satu atom H pada setiap molekul yang digantikan oleh atom Cl (monoklorinasi). Campuran hasil reaksi kemudian dipisahkan dengan distilasi dan dianalisis. Produk dengan atom Cl pada

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

kedudukan yang berbeda dihitung sebagai isomer yang berbeda.
Jumlah isomer struktur hasil monoklorinasi yang mungkin terbentuk adalah ....

A. 2
B. 3
C. 4
D. 5
E. 6

Tabel skor dan anjuran

Sub bab / subtopik	Nomor soal	Benar	Jika kurang separuh benar
Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	___ / 10	Ulangi hlm. 273
Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	___ / 8	Ulangi hlm. 287
Sub bab 4.3 · Sifat dan reaksi hidrokarbon	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	___ / 7	Ulangi hlm. 301

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

Bagian C · Simulasi TKA

Kerjakan setelah semua bab selesai. Simulasi 1 memakai soal asli TKA 2025; simulasi berikutnya adalah paket prediksi. Kerjakan tiap simulasi dalam sekali duduk sesuai waktunya, tanpa membuka materi.

Daftar simulasi

Simulasi	Jumlah soal	Waktu	Kode LMS
Simulasi 1 — Soal Asli TKA 2025	25 soal	60 menit	KIM-FIN1
Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	KIM-FIN2
Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	KIM-FIN3
Simulasi 4 — Prediksi TKA 2026	25 soal	60 menit	KIM-FIN4

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.

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

Simulasi 1 — Soal Asli TKA 2025

KIM-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-kim&node=KIM-FIN1

1. Fosfor merupakan salah satu unsur penting yang banyak digunakan dalam berbagai produk kimia, baik di bidang pertanian, industri, maupun laboratorium. Senyawa-senyawa fosfor memiliki peranan yang beragam, misalnya sebagai bahan pupuk, bahan tambahan makanan, hingga bahan baku pembuatan zat kimia lainnya. Beberapa contoh senyawa yang mengandung fosfor beserta massa molekul relatifnya (Mr) dapat dilihat dalam tabel.

Nama Senyawa	Rumus Kimia	Mr
Natrium dihidrogen fosfat	NaH_2PO_4	120
Natrium hidrogen fosfat	Na_2HPO_4	142
Natrium fosfat	Na_3PO_4	164
Fosfor triklorida	PCl_3	137,5
Fosfor pentaklorida	PCl_5	208,5

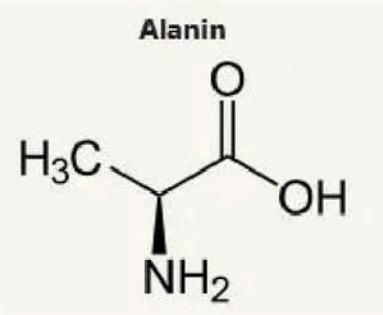
Senyawa yang memiliki kandungan fosfor tertinggi adalah .... (Diketahui Ar P = 31)

A. Natrium dihidrogen fosfat
B. Natrium hidrogen fosfat
C. Natrium fosfat
D. Fosfor triklorida
E. Fosfor pentaklorida

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

2. Alanin merupakan monomer salah satu asam amino esensial pembentuk protein. Protein sangat penting dalam tubuh karena berperan sebagai enzim, hormon, dan pembangun jaringan. Dalam industri farmasi dan makanan, alanin dapat diproduksi secara sintetik atau melalui fermentasi. Struktur alanin ditunjukkan pada gambar.

Berdasarkan struktur alanin, berapa persentase massa karbon dalam molekul alanin? (Diketahui Ar: C = 12, H = 1, N = 14, O = 16)



A. 7,87%
B. 15,73%
C. 35,96%
D. 40,45%
E. 40,90%

3. Tembaga (Cu) banyak dimanfaatkan dalam industri kelistrikan seperti pembuatan kabel, kumparan motor, dan komponen elektronik karena memiliki konduktivitas listrik yang sangat tinggi. Salah satu cara mendapatkan tembaga murni adalah dengan mereduksi CuO menggunakan karbon. Reaksi berlangsung sebagai berikut.
$2CuO(s) + C(s) \rightarrow 2Cu(s) + CO_2(g)$

Di laboratorium sekolah, seorang murid mereaksikan 39,75 gram CuO dan 3,0 gram karbon. Berapa gram tembaga murni (Cu) maksimum yang dapat diperoleh? (Diketahui Ar: Cu = 63,5; O = 16; C = 12)

A. 16 gram
B. 23,8 gram
C. 25,4 gram
D. 31,75 gram
E. 47,62 gram

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

4. Sulfur dioksida (SO_2) merupakan polutan udara berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan aktivitas industri. Gas SO_2 dapat menyebabkan hujan asam dan masalah pernapasan. Sebuah stasiun pemantau kualitas udara mengambil sampel udara di area industri sebanyak 6 liter pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi sulfur dioksida di area industri sebesar 0,0002% volume.

Berapakah jumlah molekul SO_2 yang terdeteksi dalam sampel? (Diketahui: bilangan Avogadro = $6{,}02 \times 10^{23}$ molekul/mol; R = 0,082 L·atm·mol^{-1}·K^{-1})

A. $2{,}95 \times 10^{17}$ molekul
B. $12{,}02 \times 10^{17}$ molekul
C. $3{,}23 \times 10^{18}$ molekul
D. $1{,}51 \times 10^{23}$ molekul
E. $2{,}41 \times 10^{24}$ molekul

5. Penggunaan gas etana dan propana sebagai bahan bakar alternatif semakin meningkat di kawasan industri. Meski pembakarannya berlangsung sempurna, gas rumah kaca berupa CO_2 tetap dihasilkan dan berkontribusi terhadap pemanasan global. Dalam suatu percobaan, campuran 10 liter etana (C_2H_6) dan propana (C_3H_8) dibakar sempurna menghasilkan gas karbon dioksida dan 36 L uap air. Reaksi pembakaran masing-masing gas sebagai berikut.
$C_2H_6(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (belum setara)
$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (belum setara)

Berapakah volume total gas CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran campuran tersebut jika semua gas diukur pada suhu dan tekanan yang sama?

A. 8 L
B. 18 L
C. 20 L
D. 26 L
E. 44 L

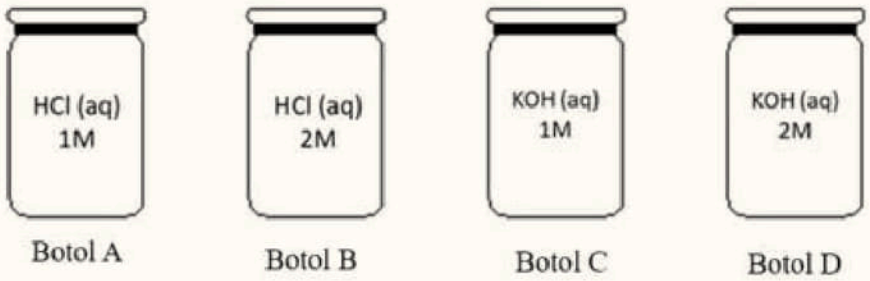
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

6. Kristal kalium klorida (KCl) merupakan garam penting yang memiliki banyak kegunaan, misalnya sebagai sumber suplemen kalium untuk mengatasi hipokalemia dan hipertensi, atau di bidang pertanian sebagai pupuk tanaman. Seorang peneliti bidang pertanian ingin membuat kristal KCl dari kalium hidroksida dan asam klorida. Persamaan reaksi yang terjadi:

$KOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$

Tahapan reaksi mencakup reaksi netralisasi diikuti dengan pemisahan dan pemurnian produk dengan cara rekristalisasi. Larutan yang tersedia di laboratorium ditunjukkan pada gambar. (Diketahui Ar K = 39, Cl = 35,5)

Secara teori, manakah komposisi berikut yang jika direaksikan akan menghasilkan tepat 29,8 gram kristal KCl? Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
300 mL larutan dari botol B + 200 mL larutan dari botol C.	○	○
200 mL larutan dari botol B + 300 mL larutan dari botol D.	○	○
400 mL larutan dari botol A + 500 mL larutan dari botol C.	○	○

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

7. Minyak bumi merupakan campuran berbagai macam zat organik dengan komponen pokok senyawa hidrokarbon. Pemisahan minyak mentah dilakukan di kilang minyak melalui proses distilasi bertingkat berdasarkan perbedaan titik didih. Beberapa fraksi minyak bumi, antara lain senyawa P, Q, R, dan S, memiliki kegunaan yang berbeda. Grafik hubungan bobot molekul senyawa hidrokarbon P, Q, R, dan S dengan titik didihnya ditunjukkan pada gambar.

Berdasarkan grafik, tentukan pasangan senyawa hidrokarbon dengan potensi pemanfaatannya yang benar! *(Jawaban benar lebih dari satu.)*



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Senyawa Q dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.
☐ B. Senyawa R dapat digunakan sebagai minyak pelumas.
☐ C. Senyawa P bermanfaat sebagai bahan bakar pesawat terbang.
☐ D. Senyawa S dapat digunakan sebagai bahan pembuatan lilin.
☐ E. Senyawa P dapat dimanfaatkan sebagai pelarut.

8. Suatu perusahaan energi sedang meneliti dua senyawa hidrokarbon, yaitu 1-butena dan 2-metil-1-propena (strukturnya pada gambar), untuk digunakan sebagai bahan bakar tambahan dalam campuran bensin ramah lingkungan. Tim peneliti ingin mengetahui senyawa mana yang memberikan energi pembakaran lebih besar per mol untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan cara membandingkan struktur kedua senyawa dan menganalisis reaksi pembakaran masing-masing isomer. Saat keduanya dibakar sempurna diperoleh data perubahan entalpi pembakaran (ΔH_c) sebagai berikut.

Senyawa C_4H_8	ΔH_c (kJ/mol)
2-metil-1-propena	−2.715
1-butena	−2.721

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

Bagaimana hasil analisis terhadap kedua isomer tersebut? Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
1-butena memberikan efisiensi pembakaran yang lebih baik dibandingkan 2-metil-1-propena.	○	○
Secara termodinamika 2-metil-1-propena lebih stabil dan memiliki tingkat energi lebih rendah dibandingkan 1-butena.	○	○
Hibridisasi atom karbon pada senyawa karbon hasil pembakaran adalah sp^3.	○	○

9. Sebuah pabrik farmasi memproduksi sirup obat batuk untuk anak-anak. Berdasarkan formulasi, kandungan zat aktif dan bahan tambahan per botol (isi 50 mL) adalah sebagai berikut.

Bahan Aktif/Tambahan	Jumlah (g)
Dekstrometorfan HBr	0,6
Gula (sukrosa)	10,0
Perisa buah sintetis	0,2
Air dan bahan lain	sampai 50 mL

Menurut pedoman keamanan obat untuk anak-anak, standar mutu aman (dalam persen massa) adalah:

- Dekstrometorfan HBr maksimal 1% (untuk mencegah overdosis)
- Gula (sukrosa) maksimal 15% (untuk mencegah kadar gula berlebih)
- Perisa buah sintetis maksimal 0,3% (agar rasa tidak berlebihan)

Pernyataan manakah yang paling tepat mengenai komposisi sirup tersebut? (Diketahui massa jenis sirup 1 g/mL)

A. Mengandung dekstrometorfan HBr sebesar 2%, sudah tidak aman untuk digunakan.
B. Mengandung gula sebesar 20%, sudah melebihi batas aman untuk anak-anak.
C. Mengandung perisa buah sintetis sebesar 0,2%, masih pada batas aman.
D. Semua kandungan zat aktif dan bahan tambahan berada pada batas aman sesuai standar mutu.
E. Kandungan dekstrometorfan HBr dan perisa buah masih berada pada batas aman untuk anak-anak.

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

10. Suatu hidrokarbon pada suhu kamar berbentuk gas dan tidak berwarna, digunakan sebagai komponen utama LPG dan kompor portabel. Hasil pembakaran sempurna terhadap 2 mol hidrokarbon tersebut menghasilkan 8 mol CO_2 dan 10 mol H_2O. Senyawa hidrokarbon tersebut memiliki:

- 2 atom C primer
- 2 atom C sekunder

Bagaimana hasil analisis terhadap senyawa hidrokarbon tersebut? Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Rumus kimia hidrokarbon tersebut adalah C_4H_{10}.	○	○
Struktur hidrokarbon tersebut adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar.	○	○
Hidrokarbon tersebut diperkirakan memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan pasangan isomernya.	○	○

11. Sekelompok siswa sedang melakukan praktikum untuk menguji daya hantar listrik zat yang belum diketahui. Tiga senyawa (X, Y, dan Z) diuji daya hantar listriknya dalam bentuk lelehan dan larutan menggunakan indikator lampu. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel pengamatan berikut.

Zat	Lelehan	Larutan
X	Redup; ada gelembung	Terang; banyak gelembung
Y	Tidak menyala; tidak ada gelembung	Redup; sedikit gelembung
Z	Tidak menyala; tidak ada gelembung	Terang; banyak gelembung

Berdasarkan data hasil percobaan, manakah kemungkinan pasangan zat/senyawa yang sesuai dengan hasil percobaan?

A. Senyawa X adalah $Na_2S_2O_3$ dan senyawa Y adalah KI.
B. Senyawa X adalah $Na_2S_2O_3$ dan senyawa Y adalah CH_3COOH.
C. Senyawa X adalah KI dan senyawa Z adalah CH_3COOH.
D. Senyawa Y adalah CH_3COOH dan senyawa Z adalah $Na_2S_2O_3$.
E. Senyawa Y adalah HCl dan senyawa Z adalah $Na_2S_2O_3$.

12. Dalam sebuah artikel ilmiah dinyatakan bahwa "Penggunaan pupuk amonium berlebih dalam pertanian dapat meningkatkan keasaman tanah. Ion amonium (NH_4^+) yang

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

terhidrolisis akan menghasilkan ion hidronium (H_3O^+), yang dapat menurunkan pH tanah dan memengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman." Tertarik dengan fenomena ini, Hayyan dan temannya mempelajari lebih lanjut. Dari hasil studi pustaka, mereka menemukan bahwa salah satu reaksi yang terjadi dalam tanah adalah:
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

Berdasarkan reaksi dan teori Brønsted-Lowry, manakah yang merupakan pasangan asam-basa konjugasi yang tepat?

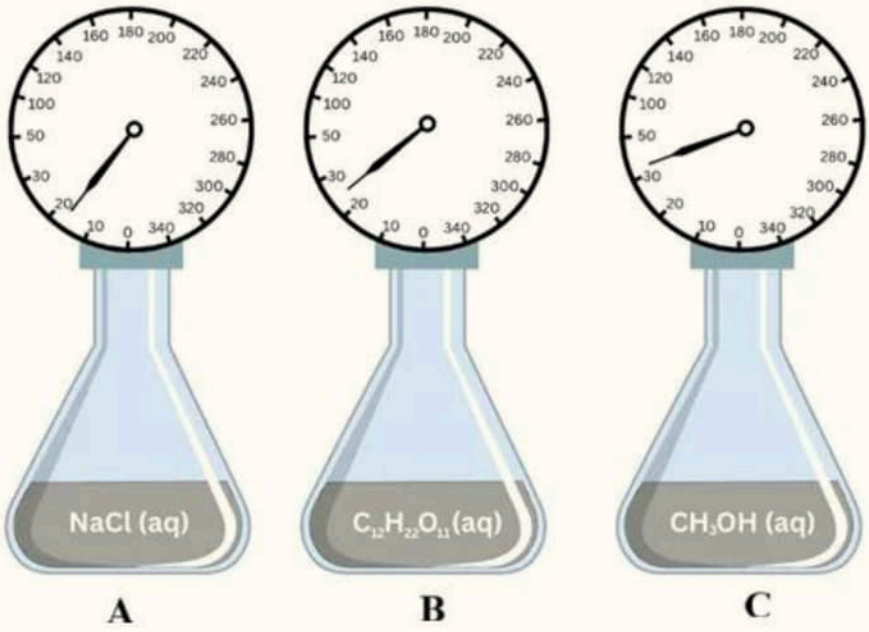
A. NH_4^+ dan H_2O
B. NH_3 dan H_3O^+
C. H_3O^+ dan NH_4^+
D. NH_3 dan H_2O
E. NH_4^+ dan NH_3

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

13. Natrium klorida (NaCl), sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), dan metanol (CH_3OH) memiliki peran yang berbeda dalam industri. Natrium klorida digunakan dalam proses produksi klorin dan soda kaustik. Metanol digunakan sebagai pelarut dan bahan baku berbagai produk kimia, sedangkan sukrosa digunakan dalam industri makanan dan minuman. Natrium klorida, sukrosa, dan metanol dalam jumlah (mol) sama dilarutkan dalam air dengan volume sama. Gambar menunjukkan ilustrasi ketiga larutan beserta nilai tekanan uapnya.

Berdasarkan wacana, pernyataan berikut yang benar terkait tekanan uap ketiga larutan adalah ....



A. Tekanan uap larutan A < larutan C < larutan B karena jumlah partikel NaCl > CH_3OH > $C_{12}H_{22}O_{11}$.

B. Larutan C memiliki tekanan uap tinggi karena metanol memperbesar kecenderungan molekul meninggalkan fase cair.

C. Larutan A memiliki tekanan uap lebih rendah karena penambahan NaCl menyebabkan lebih banyak air yang diubah menjadi uap air.

D. Tekanan uap larutan C lebih tinggi dari larutan B karena jumlah partikel metanol lebih banyak meskipun jumlah molnya sama.

E. Penambahan sukrosa pada larutan B menyebabkan tekanan uap turun karena sukrosa merupakan partikel ionik.

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

14. Tekanan osmotik memiliki beberapa aplikasi penting dalam bidang kesehatan, salah satunya dalam pembuatan cairan infus dan proses dialisis. Kalium klorida adalah obat yang digunakan pada pasien dengan gangguan elektrolit berat (kadar kalium darah sangat rendah), misalnya ketika dokter memberikan obat lain yang dapat menurunkan kadar kalium dalam darah. Ani, seorang peneliti di laboratorium farmasi, membuat cairan infus yang diukur pada suhu 27 °C. Ia mengambil 14,9 g KCl (Mr = 74,5) dan melarutkannya ke dalam air hingga volume larutan 1.000 mL.

Berapakah tekanan osmotik larutan KCl tersebut? (Diketahui R = 0,082 L·atm·mol^{-1}·K^{-1})

A. 10,16 atm
B. 9,84 atm
C. 4,92 atm
D. 0,88 atm
E. 0,44 atm

15. Larutan antibeku yang mengandung propilen glikol ($C_3H_8O_2$) digunakan untuk menghilangkan salju, es, atau embun beku yang menempel pada permukaan pesawat seperti sayap dan ekor sebelum lepas landas, yang dapat membahayakan penerbangan. Larutan antibeku ini juga digunakan untuk mencegah pembentukan es pada permukaan pesawat selama kondisi cuaca dingin (*anti-icing*). Sebelum pesawat lepas landas, disemprotkan larutan antibeku yang mengandung 1.140 g propilen glikol dalam 1 liter air.

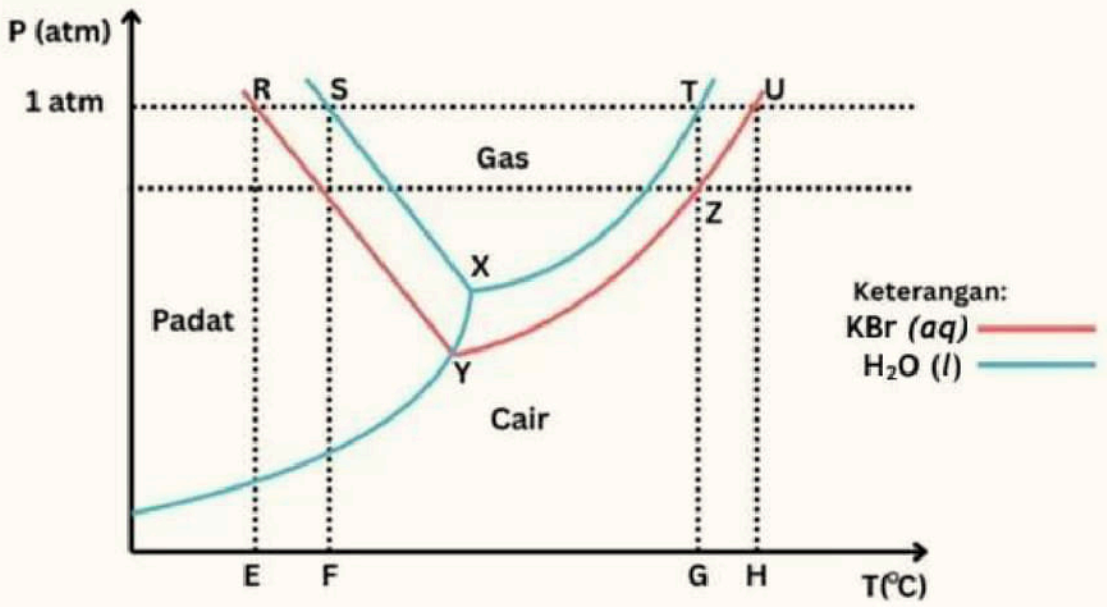
Berdasarkan wacana, apakah larutan antibeku tersebut dapat mencegah pembentukan es ketika pesawat terbang di daerah dengan suhu −22,3 °C? (Diketahui Ar C = 12, H = 1, O = 16; K_f air = 1,86 °C/molal; massa jenis air 1 kg/L)

A. Ya, karena titik beku larutan tersebut mencapai −18,6 °C.
B. Ya, karena titik beku larutan tersebut mencapai −22,3 °C.
C. Ya, karena titik beku larutan tersebut mencapai −27,9 °C.
D. Tidak, karena titik beku larutan tersebut hanya 18,6 °C.
E. Tidak, karena titik beku larutan tersebut hanya 27,9 °C.

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

16. Perhatikan diagram P-T pelarut murni (H_2O) dan larutan KBr pada gambar.

Pernyataan yang tepat terkait diagram P-T pelarut murni (H_2O) dan larutan KBr adalah ....



A. Titik H menunjukkan titik didih H_2O pada tekanan 1 atm.
B. Titik X merupakan titik tripel pelarut murni (H_2O).
C. Garis E–F menunjukkan kenaikan titik didih larutan KBr.
D. Pada garis G–H kedua zat berada dalam fase padat pada tekanan 1 atm.
E. Titik S menunjukkan tekanan uap larutan KBr pada suatu suhu.

17. Dalam upaya mempelajari proses pengolahan limbah rumah tangga, Anisa dan Kristin melakukan simulasi sederhana di laboratorium. Mereka mencampurkan 100 mL $CaBr_2$ 0,01 M dengan 100 mL Na_2SO_4 0,02 M. Ion Ca^{2+} dan SO_4^{2-} dapat membentuk endapan $CaSO_4$ yang sukar larut sehingga dimanfaatkan untuk memisahkan ion sulfat dari air limbah rumah tangga.

Berdasarkan informasi tersebut, manakah pernyataan yang tepat mengenai kemungkinan terbentuknya endapan $CaSO_4$ pada percobaan tersebut? (Diketahui K_{sp} $CaSO_4 = 2{,}4 \times 10^{-6}$)

A. Terbentuk endapan $CaSO_4$ karena K_{sp} lebih kecil dari harga Q.
B. Garam $CaSO_4$ akan terus larut karena K_{sp} lebih besar dari harga Q.
C. Larutan $CaSO_4$ tepat jenuh karena K_{sp} sama dengan harga Q.
D. Terbentuk endapan $CaSO_4$ karena K_{sp} lebih besar dari harga Q.
E. Garam $CaSO_4$ akan larut karena harga Q lebih besar dari K_{sp}.

18. Seorang peneliti lingkungan mengambil 5 sampel air limbah cair dari industri peternakan yang diduga mengandung spesi asam/basa. Peneliti menganalisis kelima sampel untuk membuktikan apakah benar masing-masing sampel mengandung spesi asam/basa sesuai dengan yang digunakan industri tersebut. Penelitian dilakukan dengan indikator fenolftalein yang memiliki trayek pH 8,0–10,0 dengan perubahan warna dari tidak

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

berwarna menjadi merah muda pada rentang pH tersebut. Kandungan senyawa pada setiap sampel limbah berdasarkan dugaan peneliti disajikan dalam tabel.

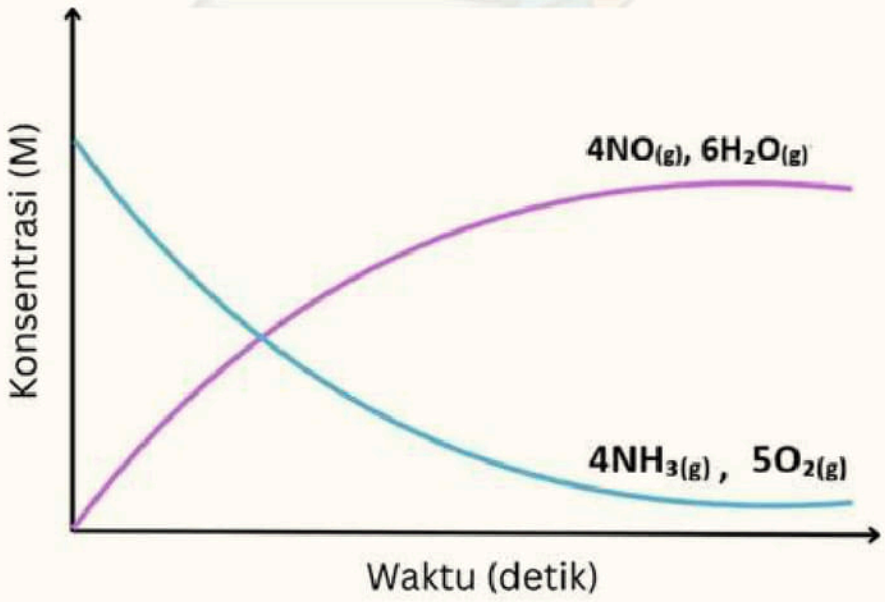
Sampel limbah	A	B	C	D	E
Kandungan	HI	H_2SO_3	$Sr(OH)_2$	$Ca(OH)_2$	$HClO_3$

Berdasarkan data tersebut, dugaan peneliti kemungkinan benar jika sampel tersebut ditetesi indikator fenolftalein menunjukkan warna ....

A. A tak berwarna; B merah muda; C merah muda; D merah muda; E tak berwarna
B. A merah muda; B tak berwarna; C tak berwarna; D merah muda; E tak berwarna
C. A tak berwarna; B merah muda; C merah muda; D tak berwarna; E merah muda
D. A merah muda; B tak berwarna; C tak berwarna; D tak berwarna; E merah muda
E. A tak berwarna; B tak berwarna; C merah muda; D merah muda; E tak berwarna

19. Perhatikan grafik yang menggambarkan perubahan konsentrasi zat-zat terhadap waktu pada suatu reaksi berikut.

Berdasarkan grafik tersebut, reaktan dari reaksi tersebut adalah ....



A. NO dan H_2O
B. NH_3 dan NO
C. NH_3 dan O_2
D. NH_3 dan H_2O
E. H_2O dan O_2

20. Deterjen cair memiliki beberapa keunggulan dibandingkan deterjen bubuk, terutama dalam hal kelarutan, kemudahan penggunaan, dan potensi residu pada pakaian dan mesin cuci. Deterjen cair juga relatif lebih aman bagi kulit sensitif. Annisa memeriksa komposisi deterjen cair di rumahnya dan menemukan senyawa basa natrium hidroksida (NaOH)

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

dengan kadar 0,1%, sesuai kadar alkali bebas maksimal yang ditentukan BSN. Annisa ingin menguji deterjen tersebut di laboratorium kimia sekolah. Ia mengambil 10 mL sampel deterjen lalu mengencerkannya dengan akuades sampai 100 mL. Kemudian 20 mL larutan encer dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M. Titrasi dilakukan tiga kali dan diperoleh data berikut.

Titrasi ke-	Volume larutan sampel encer (mL)	Volume HCl 0,1 M (mL)
1	20	8,2
2	20	8,0
3	20	7,8

Berdasarkan hasil titrasi, manakah pernyataan yang tepat mengenai kadar NaOH dalam deterjen cair tersebut? (Ar Na = 23, O = 16, H = 1; massa jenis deterjen dianggap 1 g/mL)

A. Kadar NaOH di bawah yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,04% NaOH.
B. Kadar NaOH sesuai dengan yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,1% NaOH.
C. Kadar NaOH melebihi yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,4% NaOH.
D. Kadar NaOH melebihi yang tercantum pada label, yaitu mengandung 0,16% NaOH.
E. Kadar NaOH melebihi yang tercantum pada label, yaitu mengandung 1,6% NaOH.

21. Rania mencari informasi mengenai senyawa hidrokarbon yang memiliki 5 atom karbon. Hidrokarbon dengan jumlah atom karbon rendah banyak digunakan sebagai sumber bahan bakar. Berikut data entalpi pembakaran standar ($\Delta H_c°$) yang diperoleh Rania dari berbagai sumber.

No	Hidrokarbon dengan 5 atom C	$\Delta H_c°$
1	n-pentana (C_5H_{12})	−3.509 kJ/mol
2	1-pentena (C_5H_{10})	−3.349 kJ/mol
3	siklopentana (C_5H_{10})	−3.291 kJ/mol

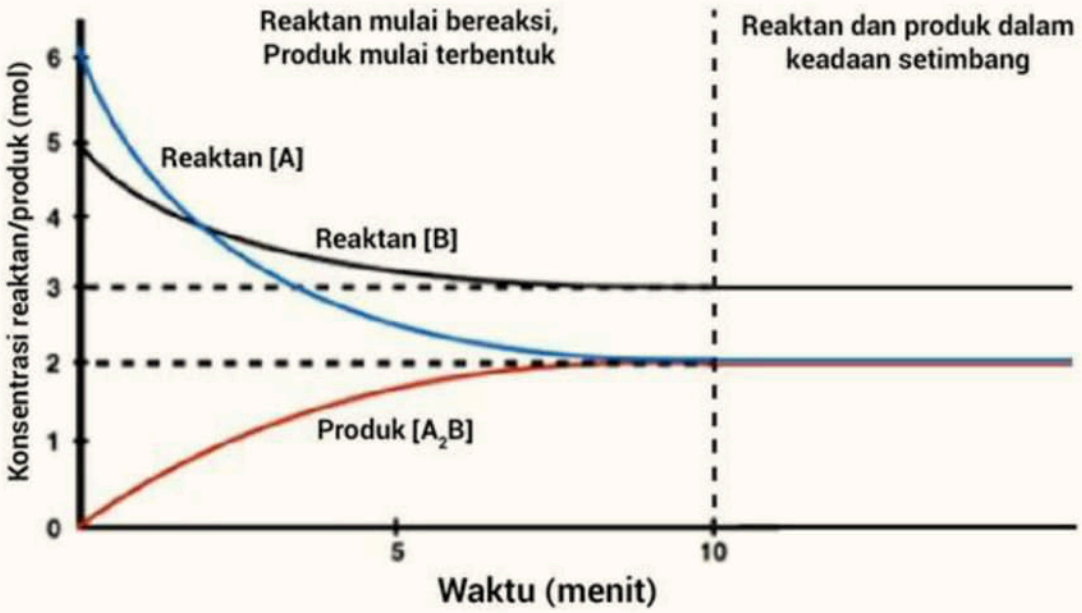
Berdasarkan data yang diperoleh, senyawa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar paling ramah lingkungan adalah ....

A. n-pentana karena menghasilkan CO_2 paling sedikit untuk energi yang sama.
B. 1-pentena karena memiliki ikatan rangkap sehingga pembakaran lebih mudah.
C. Siklopentana karena menghasilkan energi paling besar untuk setiap mol pembakaran.
D. Semua sama karena masing-masing menghasilkan 5 mol CO_2 per mol.
E. 1-pentena karena menghasilkan H_2O lebih banyak dibandingkan n-pentana dan siklopentana.

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

22. Seorang peneliti sedang melakukan studi reaksi kesetimbangan gas buang kendaraan di atmosfer. Semua zat dalam reaksi berwujud gas. Perubahan jumlah zat dalam reaksi kesetimbangan tersebut disajikan pada grafik.

Berdasarkan grafik reaksi kesetimbangan tersebut, apakah yang terjadi jika tekanan wadah dinaikkan dua kali lipat?

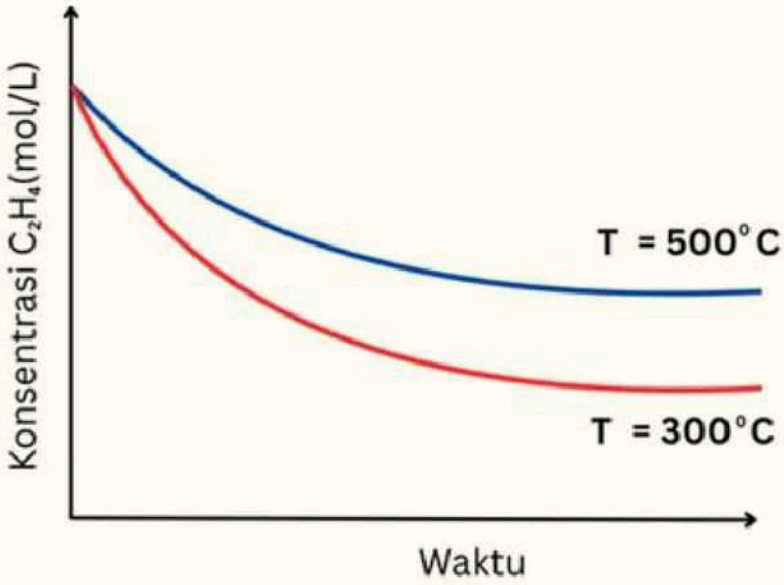


A. Kesetimbangan reaksi bergeser ke kiri karena jumlah mol produk lebih kecil.
B. Kesetimbangan reaksi bergeser ke kiri karena jumlah mol reaktan lebih besar.
C. Kesetimbangan reaksi bergeser ke kanan karena jumlah mol produk lebih kecil.
D. Kesetimbangan tidak akan bergeser karena semua zat berwujud gas.
E. Kesetimbangan akan bergeser ke kanan karena konsentrasi semua zat meningkat.

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

23. Dalam industri bahan bakar ramah lingkungan, salah satu proses penting adalah pengubahan etena (C_2H_4) menjadi etanol (C_2H_5OH) melalui reaksi kesetimbangan berikut.
$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$
Reaksi tersebut dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi dalam suatu reaktor. Operator ingin menentukan suhu optimal untuk memaksimalkan produksi etanol. Hasil pengamatan konsentrasi C_2H_4 selama reaksi pada dua suhu (T) berbeda disajikan pada grafik.

Operator tersebut menggunakan reaktor yang sama pada suhu 400 °C dan memperoleh nilai $K_c = 0{,}9$. Agar gas etanol yang dihasilkan meningkat, upaya terbaik yang dapat dilakukan selain menambah lebih banyak C_2H_4 ke dalam reaktor adalah ....



A. Menurunkan suhu hingga mendekati suhu kamar (25 °C) karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c berkurang ($K_c < 0{,}9$).
B. Menurunkan suhu dengan kisaran 400 °C > T > 300 °C karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c meningkat ($K_c > 0{,}9$).
C. Menurunkan suhu dengan kisaran 400 °C > T > 25 °C karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c meningkat ($K_c > 0{,}9$).
D. Meningkatkan suhu dengan kisaran 500 °C > T > 400 °C karena reaksinya bersifat endoterm, sehingga nilai K_c meningkat ($K_c > 0{,}9$).
E. Meningkatkan suhu dengan kisaran 500 °C > T > 400 °C karena reaksinya bersifat eksoterm, sehingga nilai K_c berkurang ($K_c < 0{,}9$).

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

24. Sel volta (sel galvanik) merupakan dasar konsep baterai, termasuk sel kering seperti baterai Leclanché. Jenis-jenis baterai meliputi baterai alkalin, baterai biasa, dan baterai nikel-kadmium yang menggunakan nikel dan kadmium sebagai bahan aktif.

• Kelebihannya: cepat diisi ulang dan tahan suhu ekstrem.

• Kelemahannya: kapasitas menurun setelah siklus isi ulang berulang.

Baterai ini umum digunakan pada perangkat portabel seperti kamera, ponsel, dan laptop.

Reaksi pada baterai nikel-kadmium:

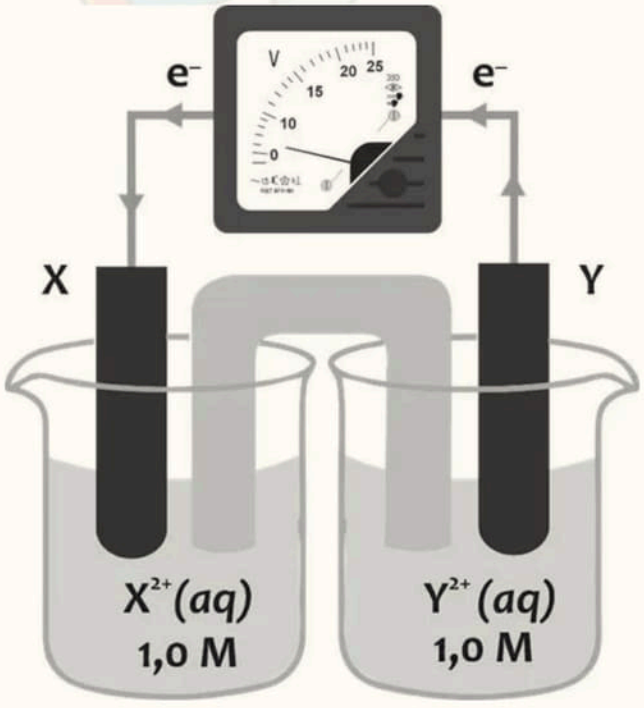
$Cd(s) + NiO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + Ni(OH)_2(s)$

Zat apakah yang berperan sebagai reduktor dalam reaksi pada baterai nikel-kadmium?

A. Cd
B. NiO_2
C. H_2O
D. $Cd(OH)_2$
E. $Ni(OH)_2$

25. Sebuah sel volta disusun menggunakan dua logam, X dan Y, yang dicelupkan ke dalam larutan berisi ion dari masing-masing logam. Rangkaian lengkapnya beserta arah aliran elektron dapat dilihat pada gambar.

Dari informasi dan skema yang diberikan, manakah pernyataan berikut yang tepat mengenai reaksi reduksi dan oksidasi pada sel volta tersebut?



A. Elektrode X mengalami oksidasi, $X(s) \rightarrow X^{2+}(aq) + 2e^-$.
B. Massa logam Y berkurang seiring waktu karena Y mengalami oksidasi.
C. Konsentrasi ion Y^{2+} berkurang seiring waktu sebab ion ini mengalami reduksi.
D. Elektrode Y berperan sebagai katode, tempat terjadinya reaksi reduksi.
E. Konsentrasi ion X^{2+} bertambah seiring waktu karena oksidasi logam X.

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 6, 7, 8, 10): 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 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat	1, 2, 4	___ / 3	Ulangi hlm. 36
Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas	3, 5	___ / 2	Ulangi hlm. 50
Sub bab 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk	6, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit	11	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan	13, 14, 15, 16	___ / 4	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH	12	___ / 1	Ulangi hlm. 124
Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator	18, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 136
Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp	17	___ / 1	Ulangi hlm. 162
Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi	21	___ / 1	Ulangi hlm. 200
Sub bab 3.2 · Laju reaksi	19	___ / 1	Ulangi hlm. 213
Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia	22, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 226
Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 242
Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer	8, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 273
Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya	7	___ / 1	Ulangi hlm. 287

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

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

KIM-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-kim&node=KIM-FIN2

1. Suplemen kalsium dijual dalam berbagai bentuk senyawa. Apoteker menjelaskan bahwa banyaknya kalsium yang diterima tubuh bergantung pada persentase massa kalsium dalam senyawa yang dipakai, selain pada daya serapnya. Tabel berikut memuat lima senyawa kalsium yang biasa dipakai dalam suplemen beserta massa molekul relatifnya.

Senyawa	Rumus	Mr
Kalsium karbonat	$CaCO_3$	100
Kalsium klorida	$CaCl_2$	111
Kalsium sitrat	$Ca_3(C_6H_5O_7)_2$	498
Kalsium laktat	$Ca(C_3H_5O_3)_2$	218
Kalsium glukonat	$Ca(C_6H_{11}O_7)_2$	430

(Ar Ca = 40)

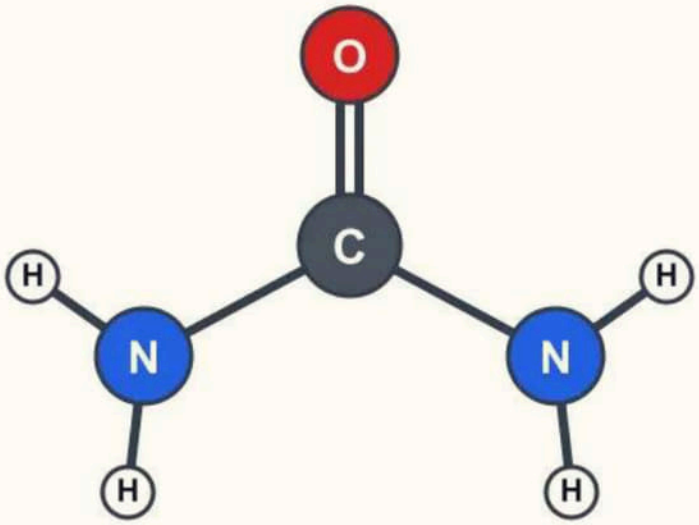
Senyawa dengan persentase massa kalsium tertinggi adalah ....

A. kalsium karbonat
B. kalsium klorida
C. kalsium sitrat
D. kalsium laktat
E. kalsium glukonat

2. Urea adalah pupuk nitrogen yang paling banyak dipakai petani di Indonesia. Selain sebagai pupuk, urea juga dipakai sebagai bahan baku resin perekat kayu lapis dan krim pelembap kulit. Struktur molekul urea ditunjukkan pada gambar (bola biru = N, bola merah = O, bola abu-abu = C, bola putih = H).

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

(Ar C = 12, H = 1, N = 14, O = 16)
Persentase massa nitrogen dalam urea adalah ....



urea

A. 20,0 %
B. 23,3 %
C. 25,0 %
D. 26,7 %
E. 46,7 %

3. Dalam percobaan, siswa meneteskan masing-masing satu tetes air, etanol (C_2H_5OH), dan aseton (CH_3COCH_3) di atas kaca arloji pada suhu ruang yang sama, lalu mencatat waktu sampai tetesan habis menguap. Massa molekul relatif ketiganya berturut-turut 18, 46, dan 58. Hasilnya: aseton menguap paling cepat, lalu etanol, dan air paling lambat.
Penjelasan yang tepat untuk urutan tersebut adalah ....

A. Air paling lambat menguap karena Mr-nya paling kecil sehingga gaya Londonnya paling kuat.
B. Etanol lebih cepat menguap daripada air karena ikatan O–H etanol lebih mudah putus.
C. Aseton paling cepat menguap karena tidak membentuk ikatan hidrogen antarmolekul.
D. Aseton paling cepat menguap karena Mr-nya paling besar.
E. Ketiganya menguap dengan kecepatan berbeda karena jumlah atom O-nya berbeda.

4. Soda kue (natrium hidrogen karbonat, $NaHCO_3$) mengembangkan adonan karena menghasilkan gas CO_2 ketika bereaksi dengan asam. Gelembung gas itu terperangkap di dalam adonan sehingga kue menjadi mengembang dan berongga. Dalam percobaan, siswa mereaksikan 8,4 g $NaHCO_3$ dengan 50 mL larutan HCl 1,0 M:

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

$NaHCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$
(Mr $NaHCO_3$ = 84; Mr CO_2 = 44)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Massa gas CO_2 yang dihasilkan adalah ....

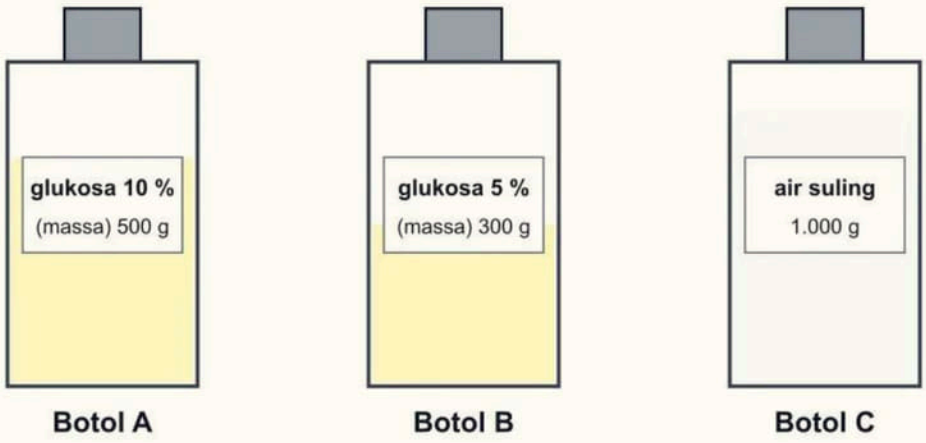
A. 1,1 g
B. 2,2 g
C. 3,3 g
D. 4,4 g
E. 8,8 g

5. Amonia adalah bahan baku pupuk urea dan dibuat dari gas nitrogen udara dan gas hidrogen. Dalam reaktor uji pembuatan amonia, 30 L gas nitrogen dicampur dengan 60 L gas hidrogen, lalu dialirkan melalui katalis sampai salah satu pereaksi habis:
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
Semua volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Volume total gas di dalam reaktor setelah reaksi selesai adalah ....

A. 40 L
B. 50 L
C. 60 L
D. 70 L
E. 90 L

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

6. Seorang petugas laboratorium rumah sakit menyiapkan larutan glukosa untuk uji toleransi gula darah. Bahan yang tersedia ditunjukkan pada gambar (persen dalam persen massa). Ia berencana mencampur dan mengencerkan larutan tersebut sesuai kebutuhan.
(Mr glukosa = 180)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

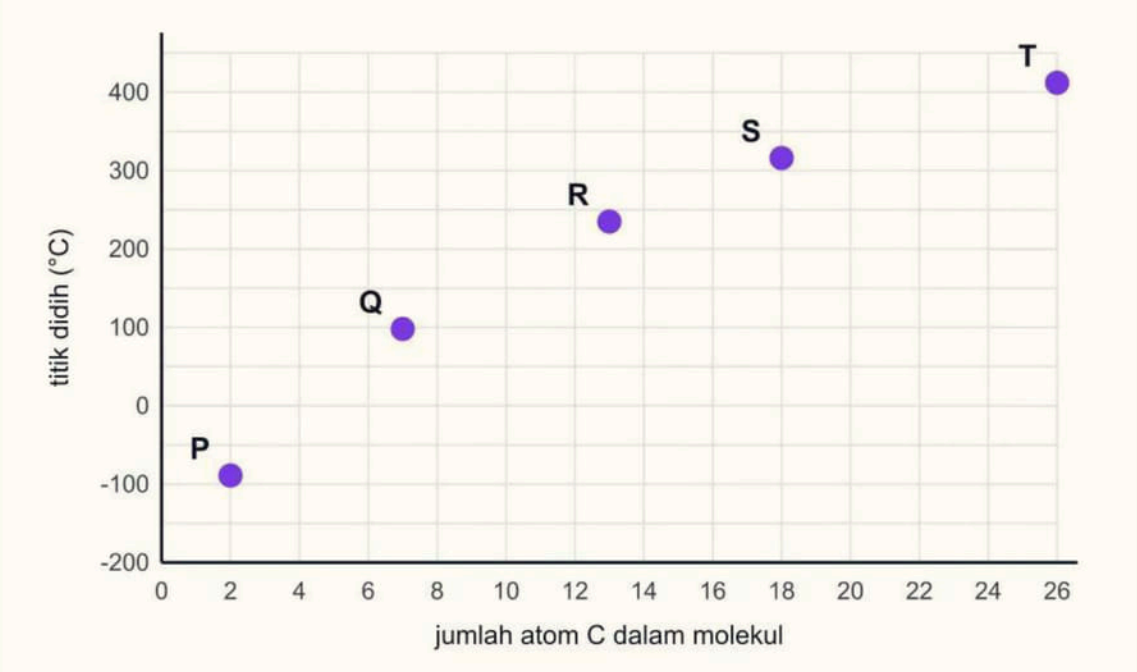


Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Botol A mengandung 50 g glukosa.	○	○
Mencampur seluruh isi botol A dan botol B menghasilkan larutan glukosa 8,125 % massa.	○	○
Untuk membuat larutan glukosa 2 % massa dari seluruh isi botol A, diperlukan 2.500 g air suling.	○	○

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

7. Minyak bumi dipisahkan di kilang melalui distilasi bertingkat berdasarkan perbedaan titik didih komponennya. Grafik berikut menunjukkan jumlah atom C dan titik didih lima alkana rantai lurus P, Q, R, S, dan T yang mewakili fraksi-fraksi hasil distilasi.
Pasangan senyawa dan pemanfaatannya yang tepat berdasarkan grafik adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

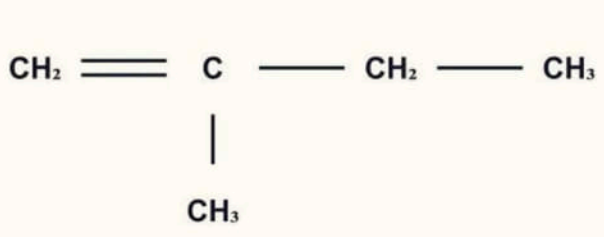


Pilih semua jawaban yang benar.

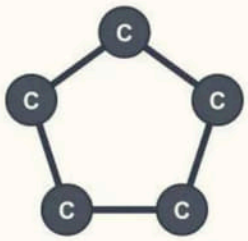
☐ A. Senyawa P dapat dimanfaatkan sebagai pelarut cat.
☐ B. Senyawa Q merupakan komponen bensin.
☐ C. Senyawa R merupakan komponen bahan bakar pesawat jet.
☐ D. Senyawa S merupakan komponen bensin beroktan tinggi.
☐ E. Senyawa T dapat dimanfaatkan sebagai bahan lilin atau aspal.

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

8. Sebuah laboratorium bahan bakar meneliti dua hidrokarbon cair X dan Y yang strukturnya ditunjukkan pada gambar. Entalpi pembakaran standar keduanya: X = −3.330 kJ/mol dan Y = −3.291 kJ/mol. Pembakaran sempurna keduanya menghasilkan CO_2 dan H_2O.
Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



X: 2-metil-1-butena



Y: siklopentana
(kerangka C; atom H tidak digambar)

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
X dan Y merupakan isomer fungsi karena rumus molekulnya sama, tetapi golongannya berbeda.	○	○
X lebih stabil daripada Y karena pembakaran X melepaskan kalor lebih banyak.	○	○
Hanya X yang dapat menghilangkan warna air brom di tempat gelap.	○	○

9. Sebuah usaha rumahan memproduksi saus sambal dalam botol berisi 250 g. Komposisi bahan tambahan per botol dan batas maksimum yang ditetapkan pabrik (dalam persen massa) sebagai berikut.

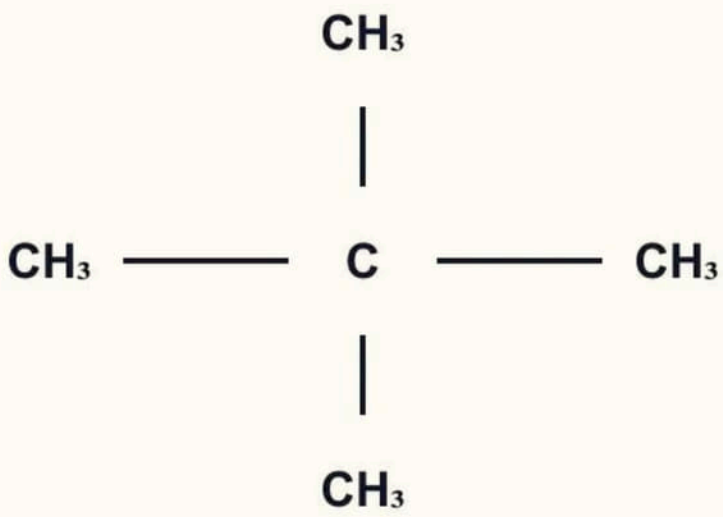
Bahan	Massa per botol (g)	Batas maksimum (% massa)
Natrium benzoat (pengawet)	0,20	0,1 %
Gula	50	25 %
Garam dapur	6,0	2 %

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pernyataan yang tepat tentang saus sambal tersebut adalah ....

A. Kadar natrium benzoat 0,8 %, melebihi batas.
B. Kadar gula 20 %, melebihi batas.
C. Semua bahan tambahan berada di bawah batas maksimum.
D. Kadar garam 2,4 %, melebihi batas.
E. Kadar natrium benzoat dan garam keduanya melebihi batas.

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

10. Suatu hidrokarbon berwujud gas pada suhu sedikit di bawah suhu kamar dan dipakai sebagai salah satu komponen campuran gas pendingin. Hasil analisis menunjukkan bahwa 0,1 mol senyawa itu bila dibakar sempurna menghasilkan 0,5 mol CO_2 dan 0,6 mol H_2O. Rumus strukturnya ditunjukkan pada gambar.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Rumus molekul senyawa tersebut adalah C_5H_{12}.	○	○
Senyawa tersebut memiliki satu atom C kuarterner dan empat atom C primer.	○	○
Nama IUPAC senyawa tersebut adalah 2,2-dimetilbutana.	○	○

11. Sekelompok siswa menguji daya hantar listrik empat zat dalam tiga keadaan: padatan, lelehan, dan larutan dalam air. Data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel.

Zat	Padatan	Lelehan	Larutan dalam air
P	tidak menghantar	menghantar	menghantar
Q	tidak menghantar	tidak menghantar	menghantar
R	tidak menghantar	tidak menghantar	tidak menghantar
S	menghantar	menghantar	tidak larut

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pasangan zat dan jenis ikatannya yang tepat adalah ....

A. P = kovalen polar, Q = ion
B. P = ion, R = kovalen polar
C. Q = kovalen polar, S = ion
D. R = ion, S = logam
E. P = ion, Q = kovalen polar

12. Sebuah laporan penyuluhan pertanian menyatakan: "Tanah sawah di daerah itu menjadi terlalu asam karena hujan asam dan pemupukan berlebih. Petani dianjurkan menaburkan kapur pertanian (kalsium karbonat) sebelum masa tanam." Seorang siswa ingin menjelaskan mengapa kapur dapat mengurangi keasaman tanah menggunakan konsep asam-basa.
Penjelasan yang tepat adalah ....

A. Ion karbonat menerima H^+ dari tanah sehingga konsentrasi H^+ berkurang.
B. Ion kalsium melepas ion H^+ ke dalam tanah sehingga tanah menjadi netral.
C. Kalsium karbonat adalah asam lemah yang menetralkan asam kuat.
D. Kalsium karbonat menambah ion OH^- karena mengandung gugus hidroksil.
E. Kalsium karbonat larut sempurna dan mengendapkan semua asam di tanah.

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

13. Glukosa, kalium klorida, dan magnesium klorida masing-masing dilarutkan dalam air sehingga ketiga larutan memiliki molalitas sama, yaitu 0,2 molal. Tekanan uap ketiga larutan diukur pada 25 °C dan hasilnya ditunjukkan pada gambar. Tekanan uap air murni pada suhu itu 23,8 mmHg.
Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Pernyataan yang tepat tentang tekanan uap ketiga larutan adalah ....



A. Tekanan uap larutan A paling rendah karena molekul glukosa paling besar.
B. Penurunan tekanan uap larutan B dua kali larutan A karena KCl menghasilkan dua ion.
C. Tekanan uap larutan C paling tinggi karena $MgCl_2$ paling mudah larut.
D. Ketiga larutan seharusnya bertekanan uap sama karena molalitasnya sama.
E. Penurunan tekanan uap larutan C tiga kali larutan B karena $MgCl_2$ menghasilkan tiga ion.

14. Pemupukan yang berlebihan dapat membuat tanaman layu karena air justru keluar dari sel-sel akar ke larutan tanah yang lebih pekat. Untuk mengamati peristiwa ini, seorang mahasiswa pertanian merendam irisan umbi bawang merah dalam larutan $CaCl_2$ 0,10 M. Sebagai pembanding, ia ingin membuat larutan glukosa yang **isotonik** (tekanan osmotiknya sama) dengan larutan $CaCl_2$ itu pada suhu yang sama. $CaCl_2$ dianggap terion sempurna.
Konsentrasi larutan glukosa yang harus dibuat adalah ....

A. 0,033 M
B. 0,10 M
C. 0,20 M
D. 0,30 M
E. 0,60 M

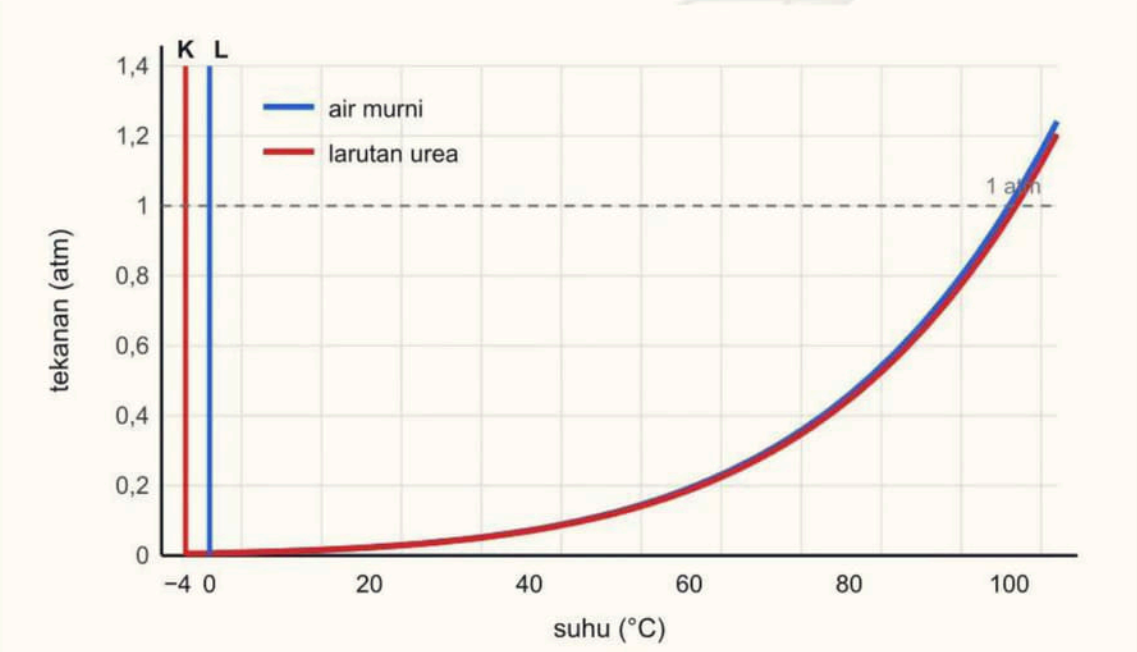
15. Pedagang es puter tradisional mendinginkan adonan dengan menaruh tabungnya di dalam ember berisi campuran es batu dan garam dapur. Larutan garam di ember dapat mencapai

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

suhu di bawah 0 °C tanpa membeku. Misalkan larutan garam di ember berisi 117 g NaCl (Mr = 58,5) dalam 1.000 g air, dan NaCl terion sempurna.
(Kf air = 1,86 °C/m)
Titik beku larutan garam tersebut adalah ....

A. −1,86 °C
B. −3,72 °C
C. −5,58 °C
D. −7,44 °C
E. −11,2 °C

16. Gambar berikut menunjukkan sebagian diagram P–T air murni dan larutan urea dalam air (tidak sesuai skala). Garis K dan L menunjukkan batas padat–cair, dan kurva lainnya menunjukkan batas cair–gas. Larutan urea itu membeku pada −3 °C pada tekanan 1 atm.
(Kf air = 1,86 °C/m; Kb air = 0,52 °C/m)
Pernyataan yang tepat berdasarkan diagram dan data tersebut adalah ....



A. Garis K adalah batas padat–cair air murni karena berada di sebelah kiri.
B. Pada 1 atm, larutan urea mendidih pada suhu lebih rendah daripada air murni.
C. Molalitas larutan sekitar 1,6 m, sehingga titik didihnya ±100,84 °C.
D. Tekanan uap larutan urea lebih tinggi daripada air murni pada suhu yang sama.
E. Penambahan urea menaikkan titik beku dan menurunkan titik didih air.

17. Ion kromat dari limbah pelapisan krom bersifat racun sehingga harus dipisahkan sebelum limbah dibuang ke sungai. Ion kromat dapat diendapkan sebagai perak kromat (Ag_2CrO_4) yang berwarna merah bata. Dalam simulasi di laboratorium, siswa mencampurkan 50 mL larutan $AgNO_3$ 2×10^{-4} M dengan 50 mL larutan K_2CrO_4 2×10^{-4} M. Ksp $Ag_2CrO_4 = 1{,}1 \times 10^{-12}$.

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Pernyataan yang tepat tentang campuran tersebut adalah ....

A. Terbentuk endapan karena Q = 8×10^{-12} lebih besar daripada Ksp.
B. Terbentuk endapan karena Q = 4×10^{-8} lebih besar daripada Ksp.
C. Larutan tepat jenuh karena Q sama dengan Ksp.
D. Tidak terbentuk endapan karena Q = 1×10^{-12} lebih kecil daripada Ksp.
E. Tidak terbentuk endapan karena konsentrasi ion kromat lebih kecil daripada Ksp.

18. Email gigi mulai larut (terkikis) bila pH di mulut turun di bawah sekitar 5,5. Seorang siswa mengukur pH lima minuman kemasan dengan pH meter. Data hasil pengukuran sebagai berikut.

Minuman	pH
Air mineral	7,2
Susu cair	6,7
Teh manis	5,8
Minuman isotonik	3,9
Minuman bersoda	2,6

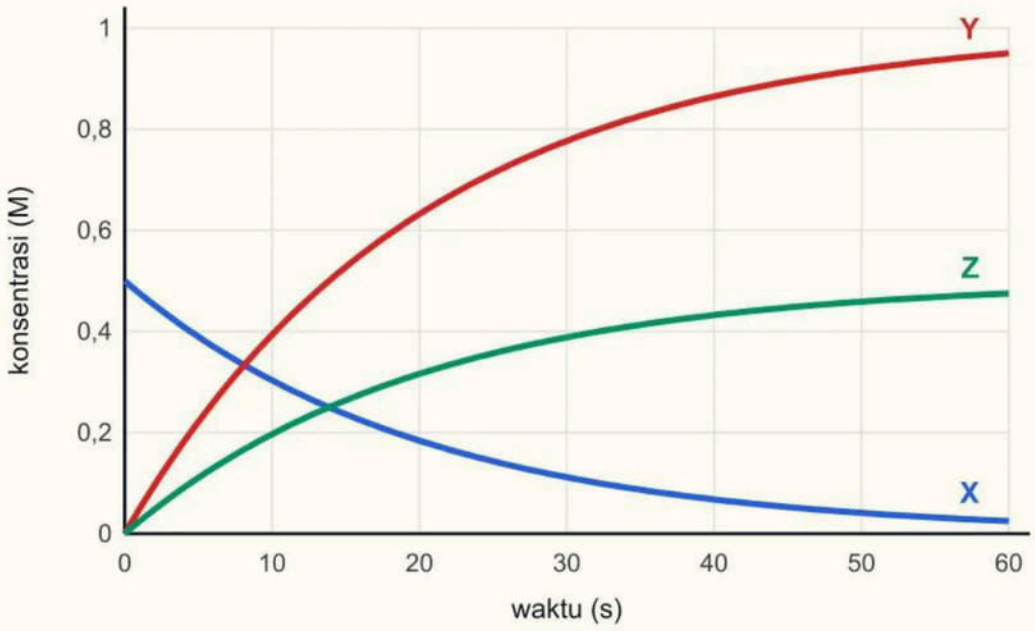
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.

Pernyataan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....

A. Teh manis berpotensi mengikis email gigi karena bersifat asam.
B. Konsentrasi H^+ susu cair sepuluh kali air mineral.
C. Konsentrasi H^+ minuman bersoda ±20 kali minuman isotonik.
D. Minuman isotonik lebih aman bagi email gigi daripada teh manis.
E. Hanya minuman bersoda yang berpotensi mengikis email gigi.

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

19. Seorang siswa mempelajari laju reaksi dengan mengukur konsentrasi zat-zat dalam campuran reaksi setiap 10 detik memakai alat spektrofotometer sederhana di laboratorium sekolah. Grafik berikut menggambarkan perubahan konsentrasi tiga zat X, Y, dan Z yang terlibat dalam suatu reaksi selama 60 detik pada suhu tetap.
Berdasarkan grafik, zat yang merupakan pereaksi adalah ....



A. X saja
B. Y saja
C. Z saja
D. X dan Y
E. Y dan Z

20. Label sebuah cairan pembersih kaca mencantumkan kadar amonia (NH_3) 1,7 % massa. Raka ingin membuktikannya di laboratorium sekolah. Ia mengambil 10 mL cairan pembersih (massa jenis dianggap 1,0 g/mL), mengencerkannya dengan akuades sampai 100 mL dalam labu ukur, lalu mengambil 25 mL larutan encer itu dan menitrasinya dengan HCl 0,10 M. Titik akhir tercapai setelah penambahan 20 mL HCl.
(Mr NH_3 = 17)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Kesimpulan yang tepat tentang kadar amonia dalam cairan pembersih adalah ....

A. 0,034 %, jauh di bawah label
B. 0,14 %, di bawah label
C. 0,54 %, di bawah label
D. 1,36 %, di bawah label
E. 1,70 %, sesuai label

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

21. Metanol dipertimbangkan sebagai bahan bakar kapal karena mudah disimpan dalam bentuk cair. Untuk menghitung kalor pembakarannya, seorang siswa memakai data entalpi pembentukan standar berikut.

Zat	ΔH_f° (kJ/mol)
$CH_3OH(l)$	−239
$CO_2(g)$	−394
$H_2O(l)$	−286
$O_2(g)$	0

Reaksi: $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 4H_2O(l)$
Kalor yang dilepaskan pada pembakaran sempurna 1 mol metanol adalah ....

A. 441 kJ
B. 727 kJ
C. 1.205 kJ
D. 1.454 kJ
E. 1.932 kJ

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

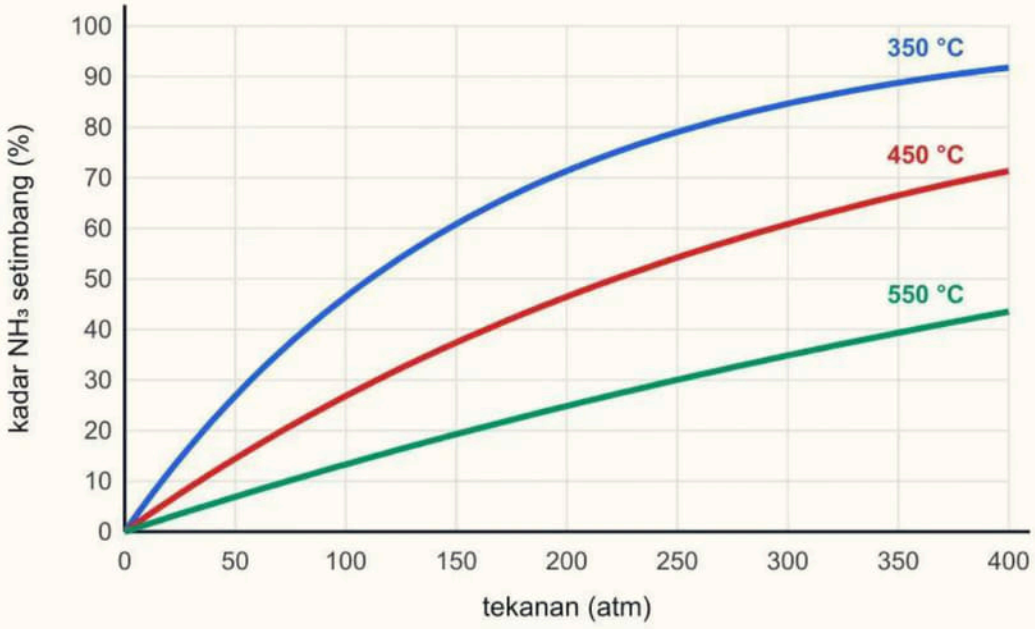
Gratis dari Next Level Study Indonesia · next-level-study.com/library · tidak untuk diperjualbelikan

22. Grafik berikut menunjukkan kadar amonia dalam campuran setimbang pada berbagai tekanan dan tiga suhu untuk reaksi:

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

Nilai disederhanakan untuk latihan soal.

Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



A. Kenaikan tekanan menurunkan kadar NH_3 karena jumlah mol gas hasil reaksi lebih kecil.

B. Kenaikan suhu menaikkan kadar NH_3 sehingga reaksi ke kanan endoterm.

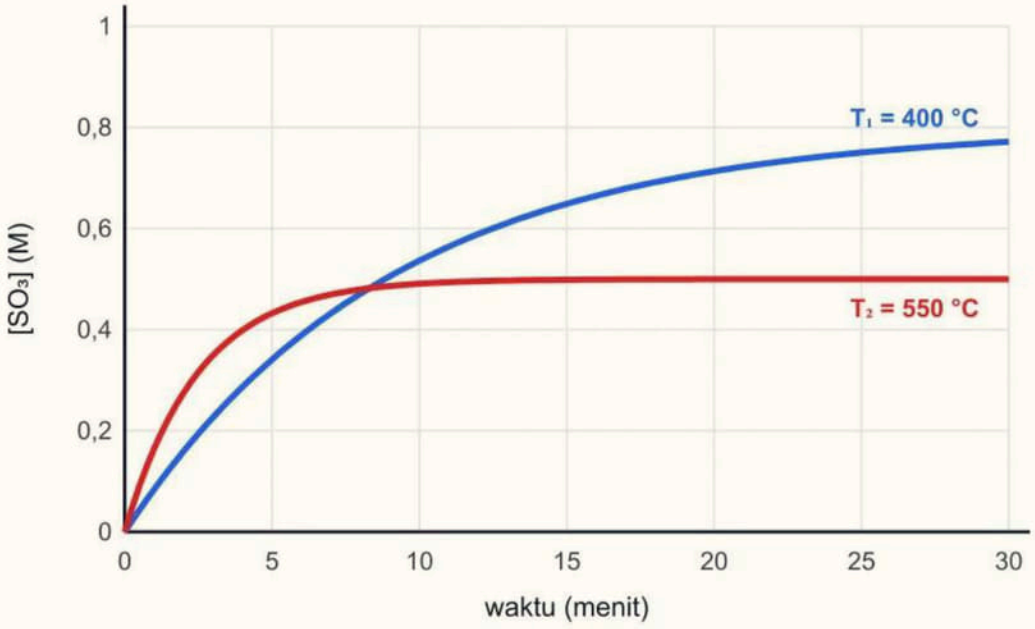
C. Pada suhu tetap, tekanan tinggi menaikkan kadar NH_3 (mol gas hasil lebih sedikit).

D. Tekanan tidak memengaruhi kadar NH_3 karena semua zat berwujud gas.

E. Kadar NH_3 tertinggi diperoleh pada suhu 550 °C dan tekanan rendah.

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

23. Pada proses kontak pembuatan asam sulfat terjadi reaksi kesetimbangan:
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
Operator reaktor membandingkan konsentrasi SO_3 selama reaksi pada dua suhu dengan jumlah pereaksi awal yang sama, dan hasilnya ditunjukkan pada grafik. Operator ingin memperoleh SO_3 sebanyak mungkin dalam waktu yang wajar.
Kesimpulan dan tindakan yang paling tepat adalah ....



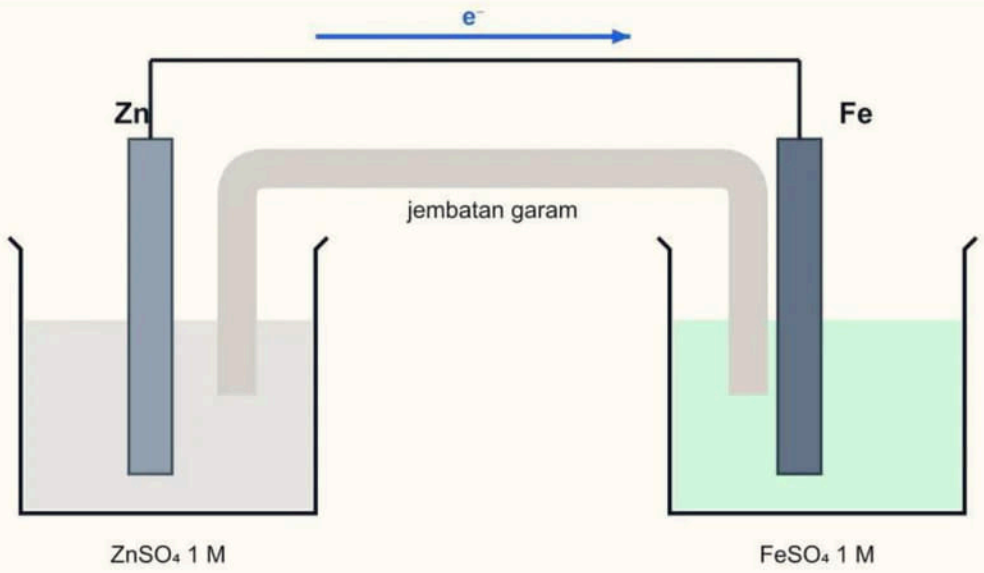
A. Reaksi endoterm; suhu dinaikkan di atas 550 °C agar SO_3 setimbang bertambah.
B. Reaksi eksoterm; suhu diturunkan jauh di bawah 400 °C agar reaksi berlangsung cepat.
C. Reaksi eksoterm; suhu dinaikkan di atas 550 °C karena kesetimbangan tercapai lebih cepat.
D. Reaksi eksoterm; dipakai suhu sedang 400–450 °C dengan katalis.
E. Suhu tidak berpengaruh karena kedua kurva akhirnya mendatar.

24. Baterai alkalin yang dipakai pada remote televisi dan mainan menghasilkan listrik melalui reaksi redoks berikut:
$Zn(s) + 2MnO_2(s) \rightarrow ZnO(s) + Mn_2O_3(s)$
Selama baterai dipakai, seng di dalamnya perlahan berubah menjadi seng oksida. Seorang siswa ingin menentukan zat yang bertindak sebagai reduktor dalam baterai tersebut.
Zat yang bertindak sebagai reduktor adalah ....

A. Zn, karena bilangan oksidasinya naik dari 0 menjadi +2
B. MnO_2, karena bilangan oksidasi Mn turun dari +4 menjadi +3
C. ZnO, karena terbentuk dari oksidasi seng
D. Mn_2O_3, karena mengandung mangan dengan biloks +3
E. MnO_2, karena melepaskan oksigen

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

25. Dalam praktikum elektrokimia, sebuah sel volta disusun dari elektrode seng dan besi seperti pada gambar, dan lampu kecil menyala ketika rangkaian ditutup. Arah aliran elektron pada kawat penghubung ditunjukkan oleh panah. Diketahui E° Zn^{2+}/Zn = −0,76 V dan E° Fe^{2+}/Fe = −0,44 V.
Pernyataan yang tepat tentang sel tersebut adalah ....



A. Elektrode besi mengalami oksidasi sehingga massanya berkurang.
B. Konsentrasi ion Fe^{2+} bertambah seiring berjalannya reaksi.
C. E°sel sebesar 1,20 V karena kedua nilai E° dijumlahkan.
D. Seng bertindak sebagai katode karena elektron keluar darinya.
E. Konsentrasi ion Zn^{2+} bertambah karena seng teroksidasi.

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 6, 7, 8, 10): 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 1.2 · Ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul	3	___ / 1	Ulangi hlm. 22
Sub bab 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat	1, 2	___ / 2	Ulangi hlm. 36
Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas	4, 5	___ / 2	Ulangi hlm. 50
Sub bab 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk	6, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit	11	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan	13, 14, 15, 16	___ / 4	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH	12	___ / 1	Ulangi hlm. 124
Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator	18, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 136
Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp	17	___ / 1	Ulangi hlm. 162
Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi	21	___ / 1	Ulangi hlm. 200
Sub bab 3.2 · Laju reaksi	19	___ / 1	Ulangi hlm. 213
Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia	22, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 226
Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 242
Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer	8, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 273
Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya	7	___ / 1	Ulangi hlm. 287

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

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

KIM-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-kim&node=KIM-FIN3

1. Kalium adalah salah satu unsur hara utama bagi tanaman, terutama untuk pembentukan buah dan ketahanan terhadap penyakit. Petani dapat memperolehnya dari berbagai senyawa kalium. Tabel berikut memuat lima senyawa kalium yang dipakai sebagai pupuk beserta massa molekul relatifnya.

Senyawa	Rumus	Mr
Kalium klorida	KCl	74,5
Kalium sulfat	K_2SO_4	174
Kalium nitrat	KNO_3	101
Kalium karbonat	K_2CO_3	138
Kalium dihidrogen fosfat	KH_2PO_4	136

(Ar K = 39)

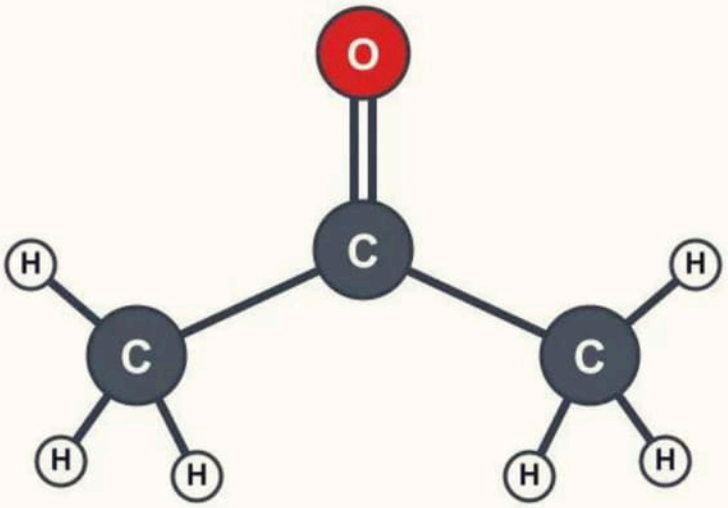
Senyawa dengan persentase massa kalium tertinggi adalah ....

A. kalium klorida
B. kalium sulfat
C. kalium nitrat
D. kalium karbonat
E. kalium dihidrogen fosfat

2. Aseton adalah pelarut yang banyak dipakai sebagai pembersih cat kuku dan pengencer lem. Senyawa ini mudah menguap dan mudah terbakar sehingga harus disimpan dalam wadah tertutup jauh dari api. Struktur molekul aseton ditunjukkan pada gambar (bola merah = O, bola abu-abu = C, bola putih = H).

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

(Ar C = 12, H = 1, O = 16)
Persentase massa oksigen dalam aseton adalah ....



aseton (propanon)

A. 10,0 %
B. 10,3 %
C. 27,6 %
D. 30,8 %
E. 62,1 %

3. Amonia cair dipakai sebagai pupuk dan sebagai bahan pendingin di pabrik es. Dalam praktikum, siswa menimbang 3,4 g gas amonia (NH_3) yang ditampung dalam balon. Guru meminta siswa menghitung banyaknya atom hidrogen yang terdapat di dalam balon itu.
(Ar N = 14, H = 1; bilangan Avogadro = $6{,}02 \times 10^{23}$)
Jumlah atom hidrogen dalam 3,4 g amonia adalah ....

A. $1{,}2 \times 10^{23}$
B. $3{,}6 \times 10^{23}$
C. $4{,}8 \times 10^{23}$
D. $7{,}2 \times 10^{23}$
E. $2{,}0 \times 10^{24}$

4. Gas hidrogen untuk mengisi balon percobaan dibuat dengan mereaksikan logam seng dengan asam klorida di dalam labu. Dalam praktikum, siswa memasukkan 6,5 g serbuk seng ke dalam 100 mL larutan HCl 1,0 M:
$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$
Volume 1 mol gas pada keadaan standar dianggap 22,4 L.
(Ar Zn = 65)

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Volume gas hidrogen yang terbentuk pada keadaan standar adalah ....

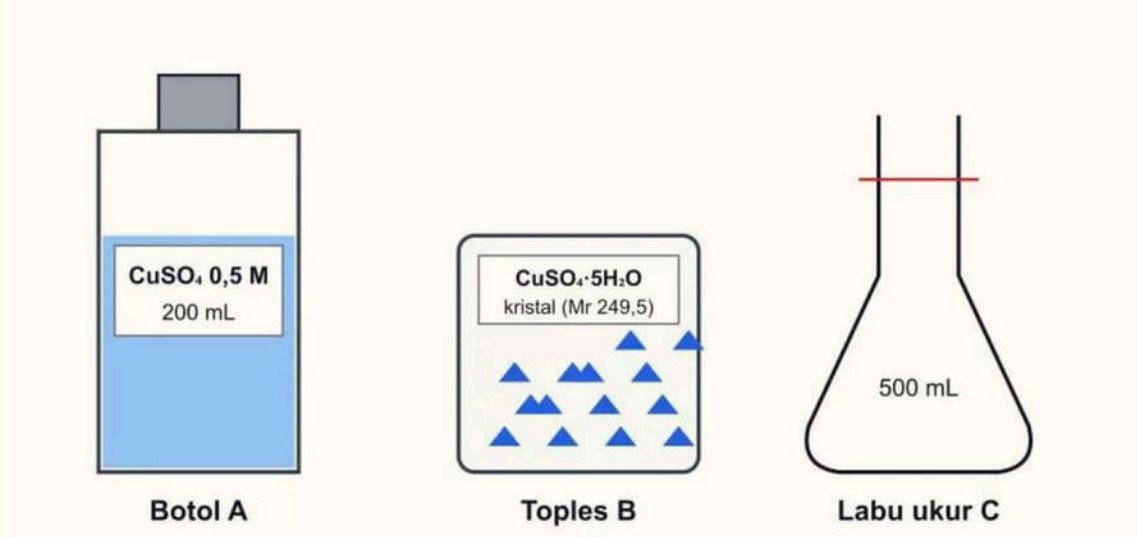
A. 0,56 L
B. 1,12 L
C. 2,24 L
D. 4,48 L
E. 22,4 L

5. Kompor gas di dapur memerlukan pasokan udara yang cukup agar elpiji terbakar sempurna dan tidak menghasilkan gas karbon monoksida. Untuk perhitungan, elpiji dianggap seluruhnya propana:
$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$
Udara dianggap mengandung 20 % volume oksigen, dan semua volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama.
Volume udara minimum untuk membakar sempurna 5 L gas propana adalah ....

A. 15 L
B. 25 L
C. 100 L
D. 125 L
E. 625 L

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

6. Larutan tembaga(II) sulfat dipakai di laboratorium sekolah untuk percobaan elektrolisis dan uji protein. Di meja praktikum tersedia botol larutan, toples kristal hidrat, dan labu ukur seperti pada gambar. Laboran merencanakan beberapa cara menyiapkan larutan yang diperlukan.
(Mr $CuSO_4$ = 159,5; Mr $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ = 249,5)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

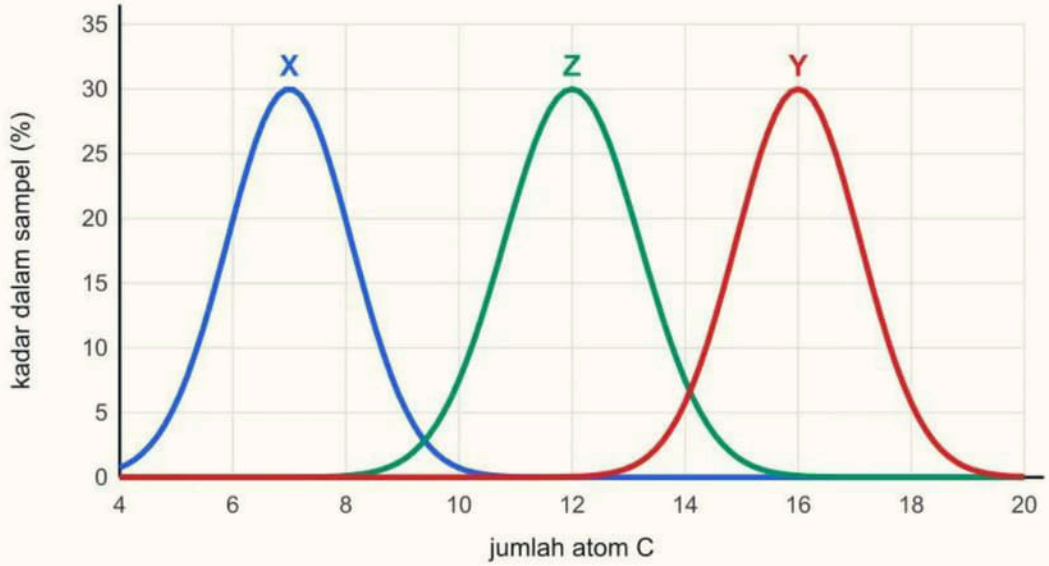


Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Botol A berisi 0,10 mol $CuSO_4$.	○	○
Untuk membuat 200 mL larutan $CuSO_4$ 0,5 M dari kristal di toples B, diperlukan 16,0 g kristal.	○	○
Bila seluruh isi botol A diencerkan dengan air dalam labu ukur C sampai tanda batas, konsentrasinya menjadi 0,2 M.	○	○

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

7. Tiga sampel hasil distilasi minyak bumi X, Y, dan Z dianalisis dengan kromatografi gas untuk mengetahui sebaran jumlah atom karbon dalam molekul-molekul penyusunnya. Hasil analisis ditunjukkan pada grafik.
Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)

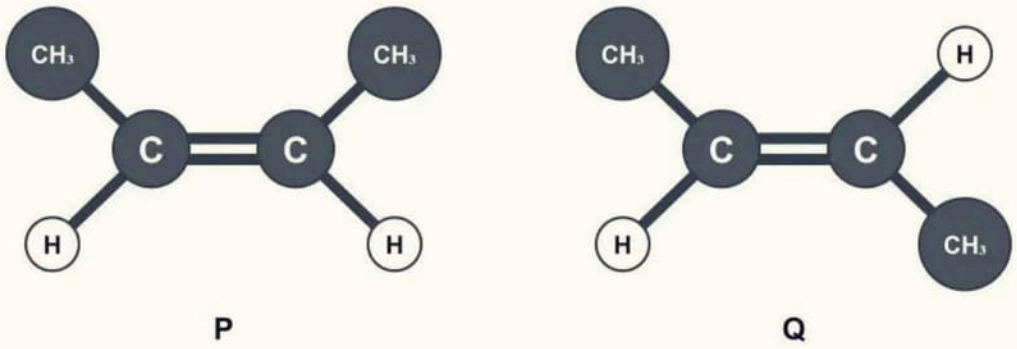


Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Sampel X termasuk fraksi bensin.
☐ B. Sampel Y paling cepat menguap pada suhu kamar.
☐ C. Titik didih rata-rata sampel Y lebih tinggi daripada sampel Z.
☐ D. Sampel Z cocok sebagai bahan bakar pesawat jet.
☐ E. Sampel X memiliki bilangan oktan tinggi karena rantainya paling panjang.

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

8. Seorang peneliti membandingkan dua isomer 2-butena, P dan Q, yang strukturnya ditunjukkan pada gambar. Data hasil pengukuran: entalpi pembakaran standar P = −2.710 kJ/mol dan Q = −2.706 kJ/mol; titik didih P = 3,7 °C dan Q = 0,9 °C. Pembakaran sempurna keduanya menghasilkan CO_2 dan H_2O.
Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
P adalah cis-2-butena dan Q adalah trans-2-butena.	○	○
Q lebih stabil daripada P karena pembakaran Q melepaskan kalor lebih sedikit.	○	○
P dapat berubah menjadi Q pada suhu kamar dengan cara memutar ikatan C=C.	○	○

9. Sebuah produsen obat kumur memeriksa komposisi satu botol produknya yang berisi 250 mL. Komposisi zat aktif per botol dan batas maksimum yang ditetapkan untuk produk itu sebagai berikut.

Zat	Jumlah per botol	Batas maksimum
Etanol	50 mL	15 % (volume)
Klorheksidin	0,50 g	0,2 % (massa/volume)
Natrium fluorida	0,10 g	0,05 % (massa/volume)

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pernyataan yang tepat tentang produk tersebut adalah ....

A. Kadar klorheksidin 0,2 %, melebihi batas.
B. Kadar natrium fluorida 0,4 %, melebihi batas.
C. Kadar etanol 20 % volume, melebihi batas.
D. Semua zat aktif berada di bawah batas maksimum.
E. Kadar etanol dan klorheksidin keduanya melebihi batas.

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

10. Gambar berikut menunjukkan rumus struktur suatu hidrokarbon gas yang dipakai sebagai bahan baku sintesis senyawa organik di industri. Seorang siswa menganalisis struktur itu dan menuliskan beberapa kesimpulan tentang rumus, isomer, dan reaksinya dengan gas hidrogen.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Senyawa tersebut adalah 1-butuna dengan rumus molekul C_4H_6.	○	○
Senyawa tersebut berisomer posisi dengan 2-butuna.	○	○
Satu mol senyawa tersebut tepat diubah menjadi butana oleh 1 mol gas hidrogen.	○	○

11. Air suling hampir tidak menghantarkan listrik. Namun, petugas keselamatan selalu memperingatkan agar tidak menyentuh peralatan listrik dengan tangan basah, karena air di kulit dan air keran dapat menghantarkan listrik cukup baik. Seorang siswa mengukur daya hantar beberapa cairan dengan alat konduktometer dan memperoleh hasil berikut.

Cairan	Daya hantar (mS/cm)
Air suling	0,005
Larutan gula	0,005
Air keran	0,40
Air laut	50

Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Penjelasan yang paling tepat untuk perbedaan air suling dan air keran adalah ....

A. Air keran mengandung ion terlarut dari garam mineral yang bebas bergerak.
B. Air keran memiliki molekul H_2O yang lebih polar daripada air suling.
C. Air suling tidak mengandung atom hidrogen sehingga tidak dapat menghantar.
D. Air keran mengandung lebih banyak oksigen terlarut yang menghantarkan listrik.
E. Molekul air keran terion sempurna menjadi H^+ dan OH^-.

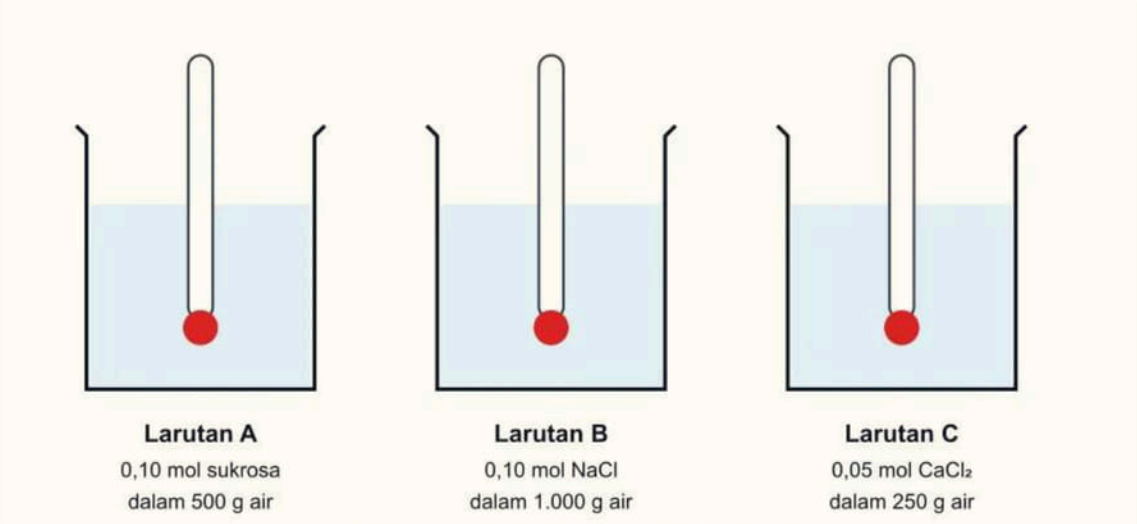
12. Sengatan semut atau lebah mengandung asam format (HCOOH) yang menimbulkan rasa perih. Salah satu pertolongan pertama yang sering dianjurkan adalah mengoleskan pasta

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

soda kue ($NaHCO_3$) pada bekas sengatan. Reaksi yang terjadi:
$HCOOH(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow HCOO^-(aq) + H_2CO_3(aq)$
Menurut teori Brønsted-Lowry, pernyataan yang tepat tentang reaksi tersebut adalah ....

A. HCOOH bertindak sebagai basa karena menerima proton dari HCO_3^-.
B. $HCOO^-$ dan H_2CO_3 adalah pasangan asam-basa konjugasi.
C. HCO_3^- bertindak sebagai asam karena mengandung atom hidrogen.
D. HCO_3^- basa, dan H_2CO_3 adalah asam konjugasinya.
E. Reaksi ini bukan reaksi asam-basa karena tidak ada ion OH^-.

13. Sukrosa dipakai dalam industri makanan, natrium klorida dalam industri klor-alkali, dan kalsium klorida sebagai bahan pengering. Tiga larutan dibuat dari ketiga zat itu dengan komposisi seperti pada gambar, lalu dipanaskan sampai mendidih pada tekanan 1 atm. NaCl dan $CaCl_2$ dianggap terion sempurna.
Urutan titik didih ketiga larutan dari yang tertinggi adalah ....



A. A, lalu B, lalu C
B. B, lalu C, lalu A
C. C, lalu B, lalu A
D. A dan B sama, lalu C
E. C, lalu A dan B sama

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

14. Pabrik air minum di pulau kecil mengolah air laut dengan osmosis balik: air laut ditekan melewati membran semipermeabel sehingga air tawar terpisah dari garamnya. Tekanan yang diberikan harus lebih besar daripada tekanan osmotik air laut. Air laut dianggap larutan NaCl 0,6 M yang terion sempurna pada suhu 27 °C.
($R = 0{,}082$ L atm mol^{-1} K^{-1})
Tekanan minimum yang harus diberikan adalah sekitar ....

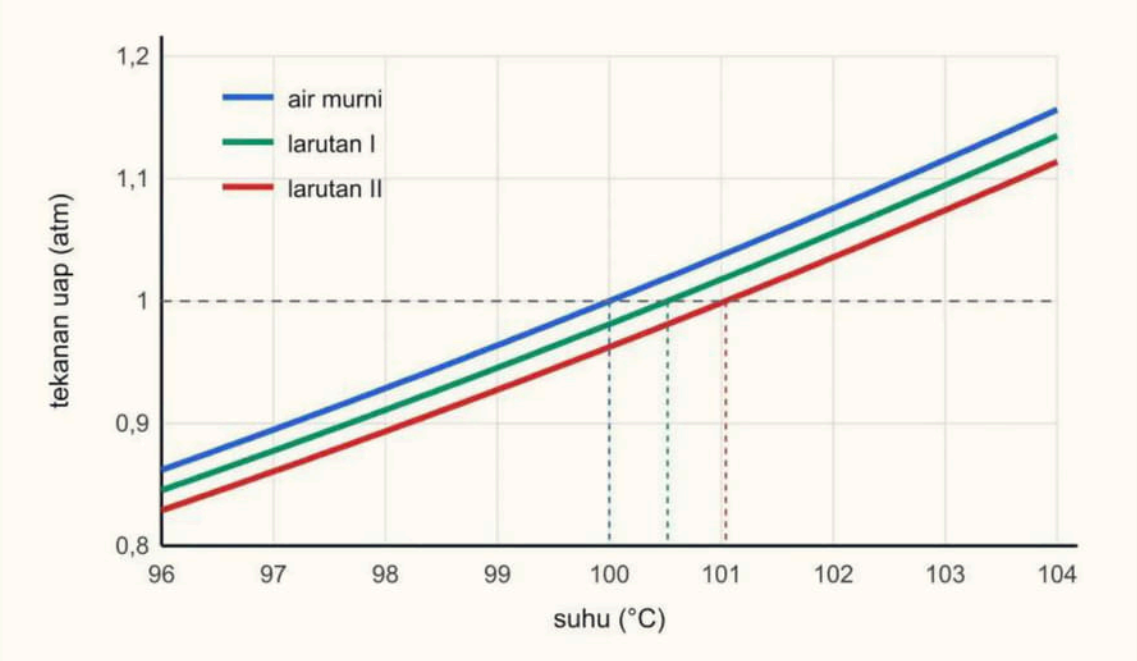
A. 1,3 atm
B. 2,7 atm
C. 14,8 atm
D. 29,5 atm
E. 59,0 atm

15. Asam format dipakai dalam penyamakan kulit dan sebagai pengawet pakan ternak. Seorang teknisi membuat larutan penyangga dengan mencampurkan 100 mL larutan asam format (HCOOH) 0,2 M dengan 50 mL larutan NaOH 0,2 M. Ka asam format = $1{,}8 \times 10^{-4}$.
($\log 1{,}8 = 0{,}26$)
pH larutan penyangga yang terbentuk adalah ....

A. 2,22
B. 3,44
C. 3,74
D. 4,04
E. 10,26

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

16. Grafik berikut menunjukkan kurva tekanan uap air murni dan dua larutan berair di sekitar titik didihnya. Larutan I dan II masing-masing dibuat dengan melarutkan 1 mol zat terlarut dalam 1 kg air; satu berisi glukosa dan yang lain berisi NaCl (terion sempurna). Garis putus-putus menunjukkan tekanan 1 atm.
(Kb air = 0,52 °C/m)
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



A. Larutan II berisi NaCl karena kenaikan titik didihnya dua kali larutan I.
B. Larutan I berisi NaCl karena kurvanya paling dekat dengan air murni.
C. Larutan II berisi glukosa karena titik didihnya 101,04 °C.
D. Pada 100 °C tekanan uap larutan II lebih tinggi daripada larutan I.
E. Kedua larutan memiliki titik didih sama karena jumlah mol zat terlarutnya sama.

17. Untuk mendeteksi ion sulfat dalam sampel air sumur, siswa meneteskan larutan $BaCl_2$. Endapan putih $BaSO_4$ menunjukkan adanya ion sulfat. Dalam satu percobaan, 10 mL larutan $BaCl_2$ 1×10^{-3} M dicampur dengan 10 mL sampel air yang mengandung ion SO_4^{2-} 1×10^{-3} M. Ksp $BaSO_4 = 1{,}1 \times 10^{-10}$.
Pernyataan yang tepat tentang campuran tersebut adalah ....

A. Tidak terbentuk endapan karena Q lebih kecil daripada Ksp.
B. Terbentuk endapan karena $Q = 2{,}5 \times 10^{-7}$ melebihi Ksp.
C. Larutan tepat jenuh karena Q sama dengan Ksp.
D. Terbentuk endapan karena $Q = 1 \times 10^{-3}$ lebih besar daripada Ksp.
E. Tidak terbentuk endapan karena $BaSO_4$ larut baik dalam air.

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

18. Seorang siswa akan menitrasi larutan asam asetat (asam lemah) dengan larutan NaOH (basa kuat). Pada titik ekuivalen, larutan hanya berisi natrium asetat sehingga pH-nya sekitar 8,7. Tersedia beberapa indikator dengan trayek pH berikut.

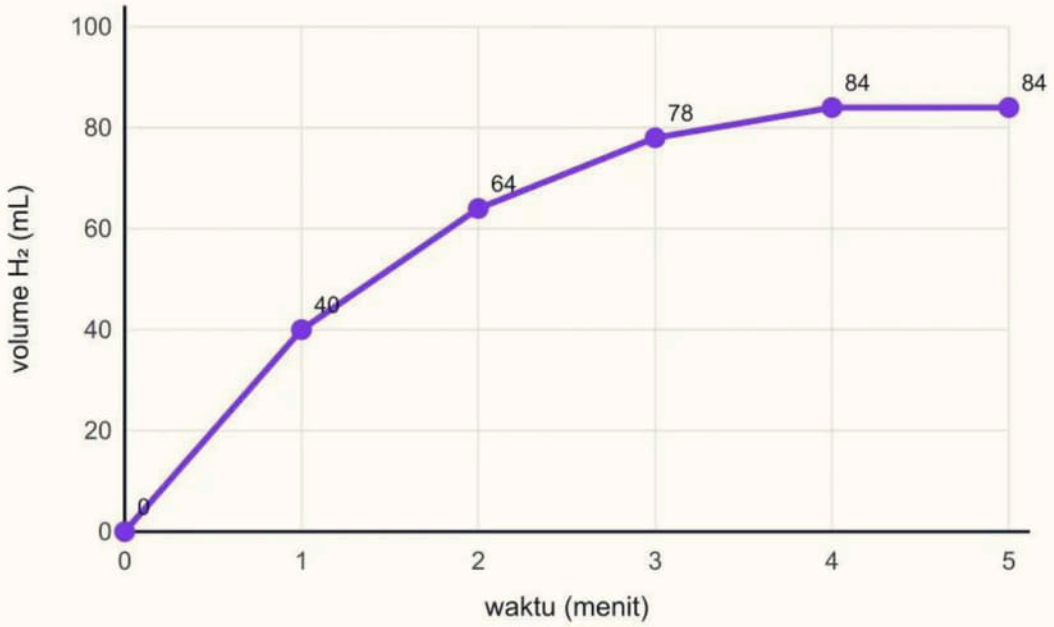
Indikator	Trayek pH	Perubahan warna
Metil jingga	3,1–4,4	merah → kuning
Metil merah	4,2–6,3	merah → kuning
Bromtimol biru	6,0–7,6	kuning → biru
Fenolftalein	8,3–10,0	tak berwarna → merah muda
Alizarin kuning	10,1–12,0	kuning → merah

Indikator yang paling tepat untuk titrasi ini adalah ....

A. fenolftalein
B. metil jingga
C. metil merah
D. bromtimol biru
E. alizarin kuning

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

19. Sepotong pita magnesium direaksikan dengan larutan HCl berlebih, dan gas hidrogen yang terbentuk ditampung dalam gelas ukur terbalik. Volume gas dicatat setiap menit, dan hasilnya ditunjukkan pada grafik.
Laju pembentukan gas hidrogen paling besar terjadi pada selang waktu ....



A. menit ke-0 sampai ke-1
B. menit ke-1 sampai ke-2
C. menit ke-2 sampai ke-3
D. menit ke-3 sampai ke-4
E. menit ke-4 sampai ke-5

20. Sabun cair biasanya dibuat dengan kalium hidroksida (KOH), dan sisa KOH bebas dalam produk harus kecil agar tidak mengiritasi kulit. Dinda menimbang 5,0 g sabun cair, melarutkannya dengan akuades sampai 100 mL, lalu mengambil 20 mL larutan itu dan menitrasinya dengan HCl 0,05 M. Titik akhir tercapai setelah 12 mL HCl. Zat lain dalam sabun dianggap tidak bereaksi dengan HCl.
(Mr KOH = 56)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Kadar KOH bebas dalam sabun cair tersebut adalah ....

A. 0,17 %
B. 0,67 %
C. 2,40 %
D. 3,36 %
E. 6,72 %

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

21. Hidrogen dikembangkan sebagai bahan bakar kendaraan karena pembakarannya hanya menghasilkan uap air. Untuk memperkirakan kalor pembakarannya, seorang siswa memakai data energi ikatan rata-rata berikut.

Ikatan	Energi ikatan (kJ/mol)
H–H	436
O=O	498
O–H	463

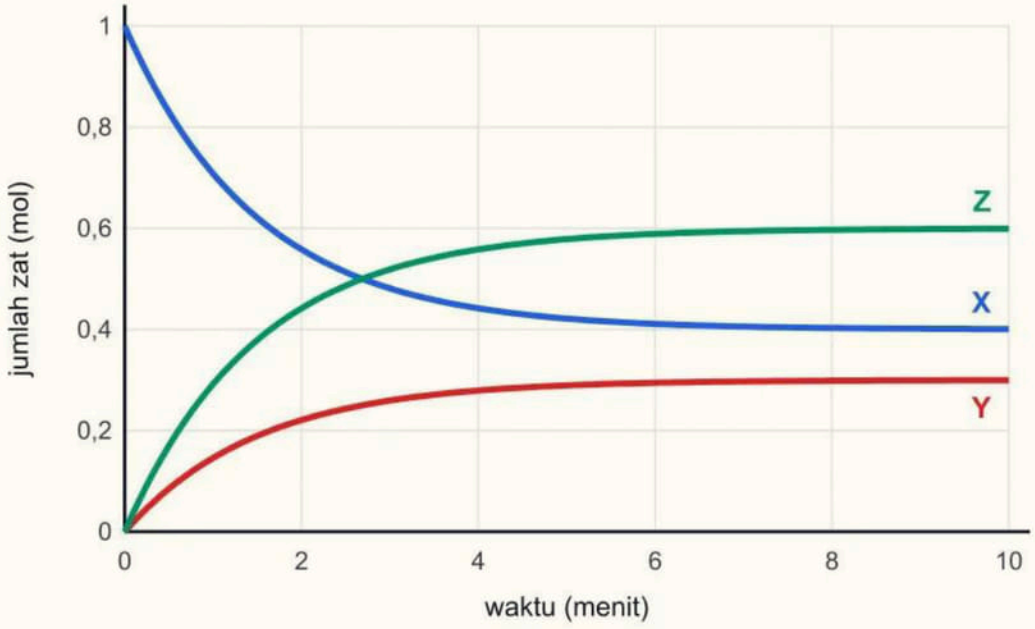
Reaksi: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$
(Ar H = 1)
Kalor yang dilepaskan pada pembakaran 1 gram gas hidrogen adalah sekitar ....

A. 60 kJ
B. 121 kJ
C. 241 kJ
D. 482 kJ
E. 1.852 kJ

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

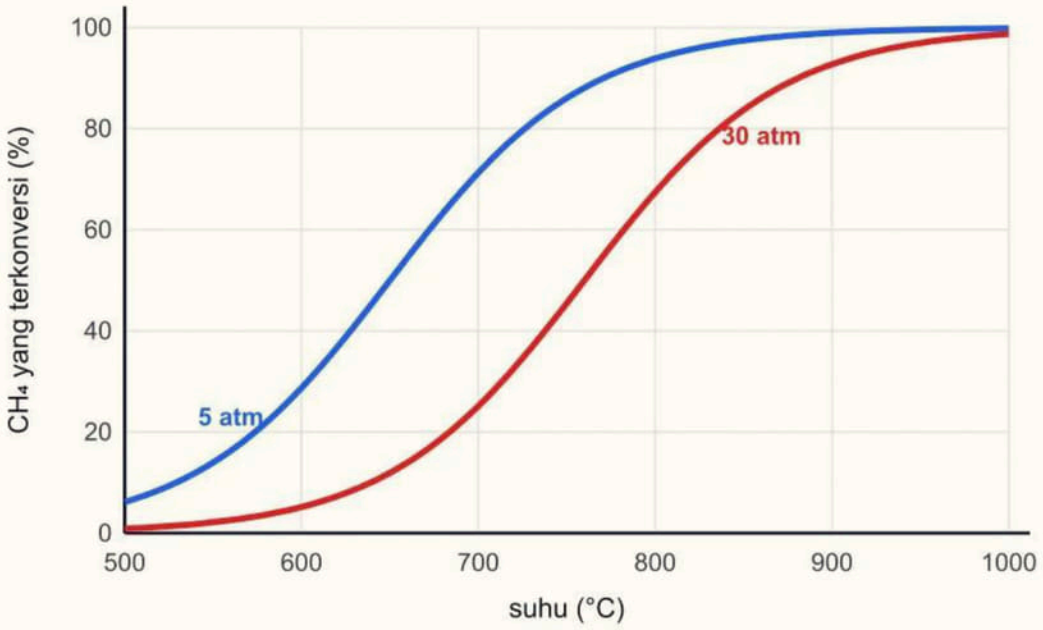
22. Seorang peneliti mempelajari suatu reaksi kesetimbangan dalam wadah tertutup. Semua zat berwujud gas. Perubahan jumlah mol zat X, Y, dan Z sejak reaksi dimulai sampai tercapai kesetimbangan ditunjukkan pada grafik.
Bila setelah kesetimbangan tercapai volume wadah diperkecil sehingga tekanan naik, yang terjadi adalah ....



A. kesetimbangan bergeser ke kanan karena jumlah mol gas hasil lebih banyak
B. kesetimbangan bergeser ke kiri karena mol gas pereaksi lebih sedikit
C. kesetimbangan tidak bergeser karena semua zat berwujud gas
D. kesetimbangan bergeser ke kanan karena konsentrasi semua zat naik
E. kesetimbangan bergeser ke kiri karena nilai K berkurang

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

23. Sebagian besar gas hidrogen industri dibuat dari gas alam melalui reaksi reformasi uap:
$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$
Grafik berikut menunjukkan persentase metana yang terkonversi saat setimbang pada berbagai suhu dan dua tekanan. Insinyur ingin memperoleh hidrogen sebanyak mungkin dari metana yang sama.
Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Kesimpulan dan kondisi yang paling tepat adalah ....



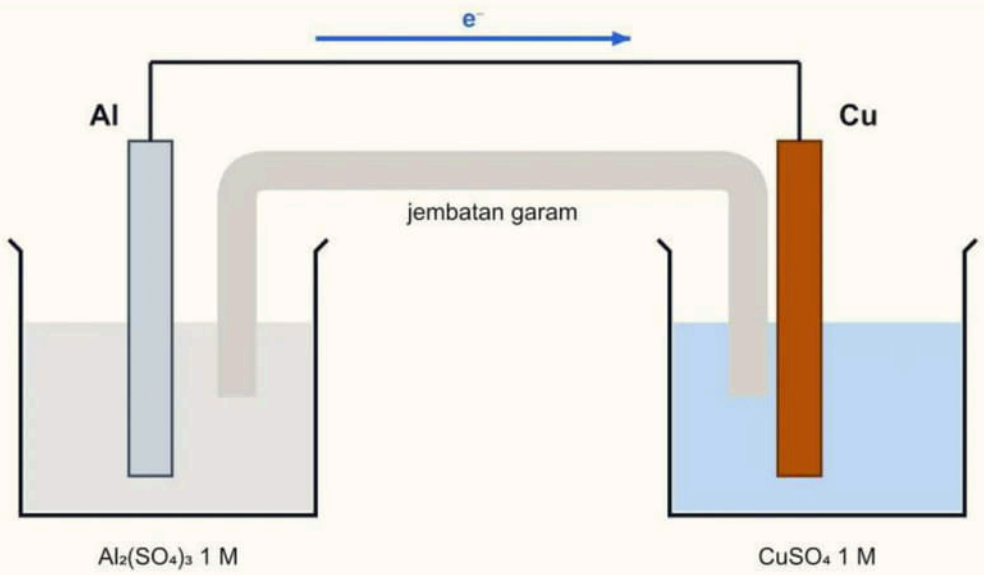
A. Reaksi eksoterm; dipakai suhu rendah dan tekanan tinggi.
B. Reaksi endoterm; dipakai suhu rendah dan tekanan tinggi.
C. Reaksi eksoterm; dipakai suhu tinggi dan tekanan rendah.
D. Reaksi endoterm; dipakai suhu tinggi dan tekanan tinggi.
E. Reaksi endoterm; dipakai suhu tinggi dan tekanan rendah.

24. Aki kendaraan bermotor menghasilkan listrik dari reaksi redoks antara timbal dan timbal(IV) oksida dalam larutan asam sulfat:
$Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$
Seorang siswa diminta menentukan zat yang bertindak sebagai reduktor dalam reaksi pengosongan aki tersebut.
Zat yang bertindak sebagai reduktor adalah ....

A. PbO_2, karena biloks Pb turun dari +4 menjadi +2
B. H_2SO_4, karena menyediakan ion H^+
C. Pb, karena biloksnya naik dari 0 menjadi +2
D. $PbSO_4$, karena terbentuk di kedua elektrode
E. H_2O, karena terbentuk dari ion H^+

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

25. Sebuah sel volta disusun dari elektrode aluminium dan tembaga seperti pada gambar, dengan arah aliran elektron pada kawat ditunjukkan oleh panah. Sel ini dipakai untuk menyalakan sebuah lampu LED kecil dalam pameran sains sekolah. Diketahui E° Al^{3+}/Al = −1,66 V dan E° Cu^{2+}/Cu = +0,34 V.
Pernyataan yang tepat tentang sel tersebut adalah ....



A. Elektrode Al bertindak sebagai katode karena melepaskan elektron.
B. Massa elektrode Al bertambah karena ion Al^{3+} tereduksi.
C. Konsentrasi ion Cu^{2+} bertambah karena tembaga teroksidasi.
D. E°sel = 1,32 V karena kedua nilai E° dijumlahkan.
E. Massa elektrode Cu bertambah dan E°sel = 2,00 V.

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 6, 7, 8, 10): 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 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat	1, 2, 3	___ / 3	Ulangi hlm. 36
Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas	4, 5	___ / 2	Ulangi hlm. 50
Sub bab 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk	6, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit	11	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan	13, 14, 16	___ / 3	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH	12	___ / 1	Ulangi hlm. 124
Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator	18, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 136
Sub bab 2.6 · Larutan penyangga dan hidrolisis garam	15	___ / 1	Ulangi hlm. 151
Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp	17	___ / 1	Ulangi hlm. 162
Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi	21	___ / 1	Ulangi hlm. 200
Sub bab 3.2 · Laju reaksi	19	___ / 1	Ulangi hlm. 213
Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia	22, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 226
Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 242
Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer	8, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 273
Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya	7	___ / 1	Ulangi hlm. 287

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

Simulasi 4 — Prediksi TKA 2026

KIM-FIN4

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 4 di LMS

Hasil dan analisis per sub bab tersimpan di LMS.

next-level-study.com/belajar/lms-player.html?course=buku-kim&node=KIM-FIN4

1. Fluor dalam bentuk ion fluorida membantu menguatkan email gigi. Senyawa fluorida terdapat dalam pasta gigi, obat kumur, dan juga di alam sebagai mineral. Tabel berikut memuat lima senyawa fluorida beserta massa molekul relatifnya.

Senyawa	Rumus	Mr
Natrium fluorida	NaF	42
Kalium fluorida	KF	58
Timah(II) fluorida	SnF_2	157
Natrium monofluorofosfat	Na_2PO_3F	144
Kalsium fluorida (fluorit)	CaF_2	78

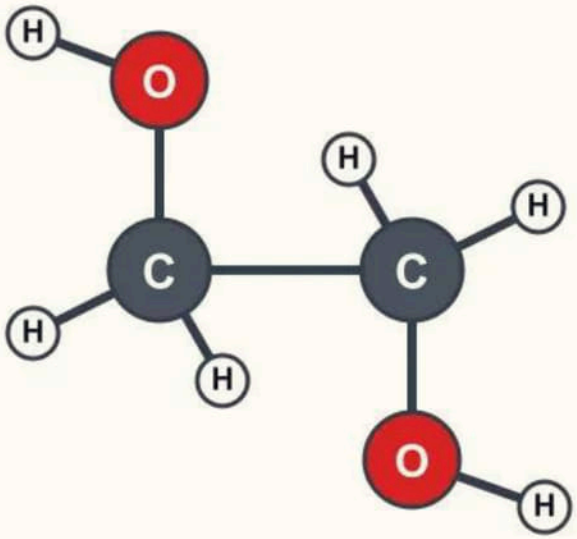
(Ar F = 19)

Senyawa dengan persentase massa fluor tertinggi adalah ....

A. natrium fluorida
B. kalium fluorida
C. timah(II) fluorida
D. natrium monofluorofosfat
E. kalsium fluorida

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

2. Etilen glikol adalah bahan utama cairan pendingin radiator dan bahan baku pembuatan plastik botol PET. Senyawa ini beracun bila tertelan sehingga wadahnya harus diberi label peringatan. Struktur molekul etilen glikol ditunjukkan pada gambar (bola merah = O, bola abu-abu = C, bola putih = H).
(Ar C = 12, H = 1, O = 16)
Persentase massa oksigen dalam etilen glikol adalah ....



etilen glikol

A. 9,7 %
B. 20,0 %
C. 25,8 %
D. 38,7 %
E. 51,6 %

3. Aroma pisang pada permen dan minuman sering berasal dari isoamil asetat. Senyawa ini dibuat di industri dengan memanaskan asam asetat (CH_3COOH) bersama isoamil alkohol ($(CH_3)_2CHCH_2CH_2OH$) dengan sedikit asam sulfat pekat sebagai katalis. Selain isoamil asetat, reaksi itu juga menghasilkan air.
Golongan senyawa isoamil asetat dan gugus fungsinya adalah ....

A. alkohol, gugus –OH
B. eter, gugus –O–
C. ester, gugus –COO–
D. keton, gugus –CO–
E. asam karboksilat, gugus –COOH

4. Larutan perak nitrat dipakai untuk menguji adanya ion klorida dalam air. Dalam praktikum, siswa mencampurkan larutan yang berisi 1,70 g $AgNO_3$ (Mr = 170) dengan larutan yang

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

berisi 0,468 g NaCl (Mr = 58,5) sehingga terbentuk endapan putih AgCl:
$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$
(Mr AgCl = 143,5)
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Massa endapan AgCl maksimum yang dapat terbentuk adalah ....

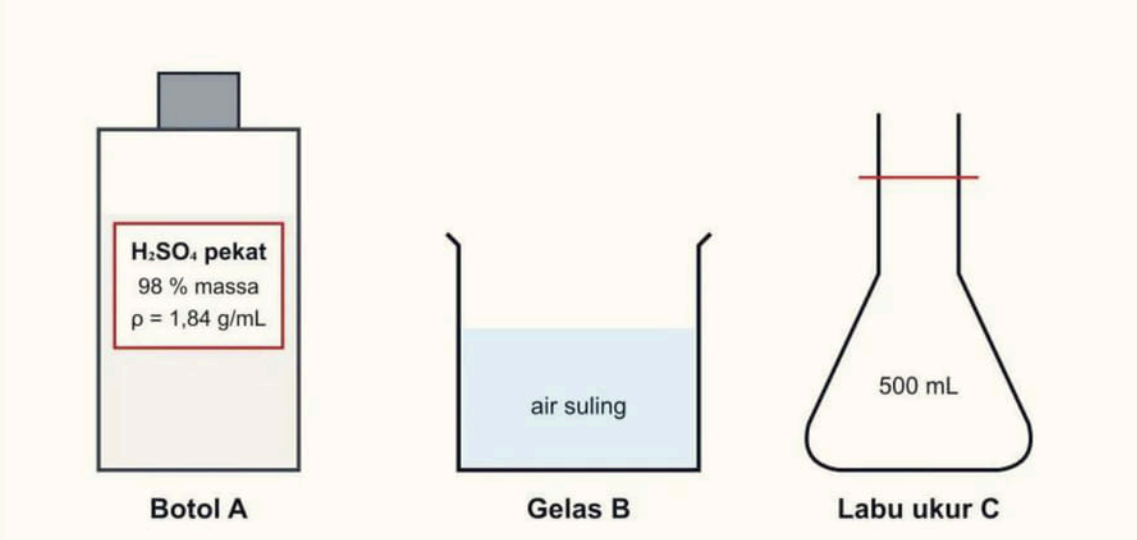
A. 0,47 g
B. 1,15 g
C. 1,44 g
D. 2,17 g
E. 2,87 g

5. Gas amonia dapat diuraikan menjadi gas nitrogen dan gas hidrogen dengan bantuan katalis pada suhu tinggi. Cara ini sedang dikembangkan untuk menyimpan dan mengangkut hidrogen dalam bentuk amonia cair:
$2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$
Dalam percobaan, 6 L gas amonia terurai sempurna. Semua volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama.
Volume total gas hasil penguraian adalah ....

A. 6 L
B. 9 L
C. 12 L
D. 15 L
E. 18 L

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

6. Laboran perlu menyiapkan 500 mL larutan H_2SO_4 1,0 M untuk praktikum. Bahan dan alat yang tersedia ditunjukkan pada gambar. Asam sulfat pekat sangat korosif dan pelarutannya dalam air melepaskan banyak kalor, sehingga cara mengencerkannya harus diperhatikan.
(Mr H_2SO_4 = 98)
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.

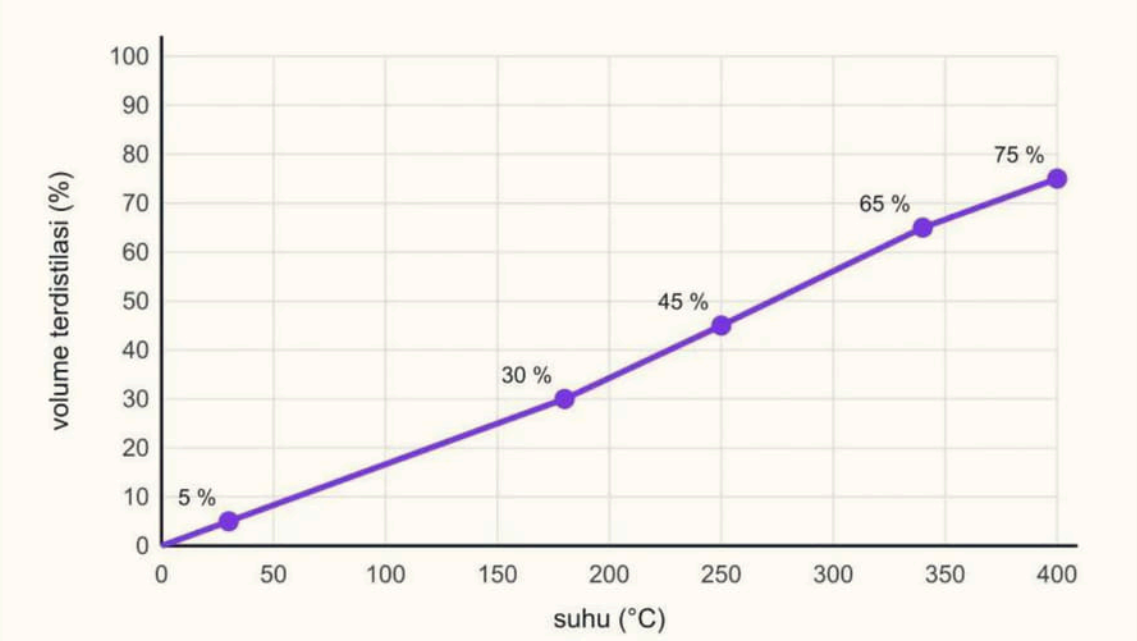


Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Molaritas asam sulfat pekat di botol A adalah 18,4 M.	○	○
Untuk membuat 500 mL H_2SO_4 1,0 M diperlukan sekitar 27,2 mL asam sulfat pekat.	○	○
Cara yang aman adalah menuangkan air suling sedikit demi sedikit ke dalam asam sulfat pekat.	○	○

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

7. Laboratorium kilang menguji sampel minyak mentah dengan distilasi bertahap. Grafik berikut menunjukkan persentase volume sampel yang telah menguap dan terkumpul sampai suhu tertentu. Fraksi gas dan bensin menguap sampai 180 °C, kerosin pada 180–250 °C, solar pada 250–340 °C, dan sisanya fraksi berat.
Nilai disederhanakan untuk latihan soal.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah .... (Jawaban benar lebih dari satu.)



Pilih semua jawaban yang benar.

☐ A. Fraksi gas dan bensin sekitar 30 % volume sampel.
☐ B. Bagian yang belum menguap sampai 400 °C sekitar 25 %.
☐ C. Fraksi kerosin lebih banyak daripada fraksi solar.
☐ D. Komponen yang terkumpul paling awal berantai karbon paling panjang.
☐ E. Fraksi solar sekitar 20 % volume sampel.

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

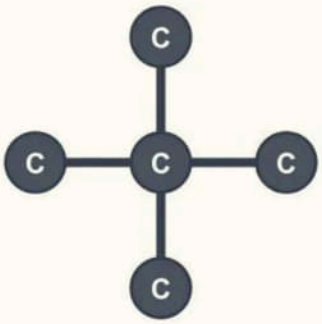
8. Gambar berikut menunjukkan kerangka karbon dua hidrokarbon P dan Q beserta titik didihnya pada 1 atm. Entalpi pembakaran standar P = −3.509 kJ/mol dan Q = −3.492 kJ/mol. Pembakaran sempurna keduanya menghasilkan CO_2 dan H_2O dalam jumlah yang sama.

Nilai disederhanakan untuk latihan soal.

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



P (td 36,1 °C)



Q (td 9,5 °C)

Atom H tidak digambar.

Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
P bertitik didih lebih tinggi karena ikatan kovalen dalam molekul P lebih kuat.	○	○
P dan Q merupakan isomer rantai dengan rumus C_5H_{12}.	○	○
Q lebih stabil daripada P karena pembakaran Q melepaskan kalor lebih sedikit.	○	○

9. Sebuah produsen minuman isotonik menetapkan kadar natrium dalam produknya harus berada pada rentang 400–700 mg/L agar sesuai untuk mengganti cairan tubuh. Bagian pengendalian mutu menguji empat contoh produk dari jalur produksi yang berbeda. Hasil pengujian sebagai berikut.

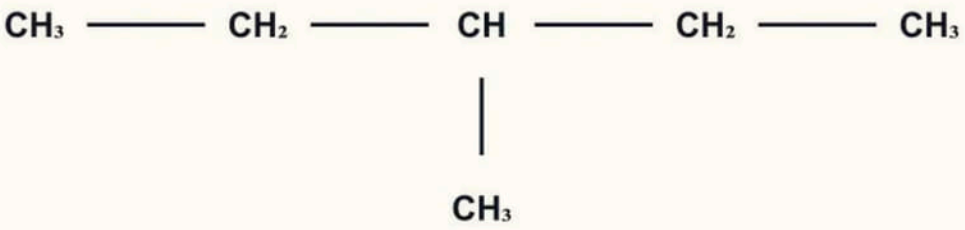
Contoh	Volume botol (mL)	Natrium per botol (mg)
A	500	150
B	500	250
C	350	280
D	600	360

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

Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Contoh produk yang memenuhi ketentuan adalah ....

A. A dan B
B. B dan D
C. C dan D
D. A dan C
E. B, C, dan D

10. Gambar berikut menunjukkan rumus struktur salah satu komponen bensin yang dianalisis di laboratorium kilang. Seorang siswa diminta memeriksa nama IUPAC, jenis atom karbon, dan rumus molekul senyawa tersebut berdasarkan strukturnya.
Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut.



Tentukan setiap pernyataan Benar atau Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Nama IUPAC senyawa tersebut adalah 3-metilpentana.	○	○
Rumus molekul senyawa tersebut adalah C_6H_{12}.	○	○
Senyawa tersebut memiliki satu atom C tersier.	○	○

11. Lima larutan dengan konsentrasi sama diuji dengan alat uji elektrolit. Larutan-larutan itu adalah asam nitrat, kalium hidroksida, larutan amonia, asam asetat, dan urea, tetapi labelnya tertukar. Hasil pengamatan sebagai berikut.

Larutan	Nyala lampu	Gelembung gas
P	terang	banyak
Q	tidak menyala	sedikit
R	tidak menyala	tidak ada
S	terang	banyak
T	tidak menyala	sedikit

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

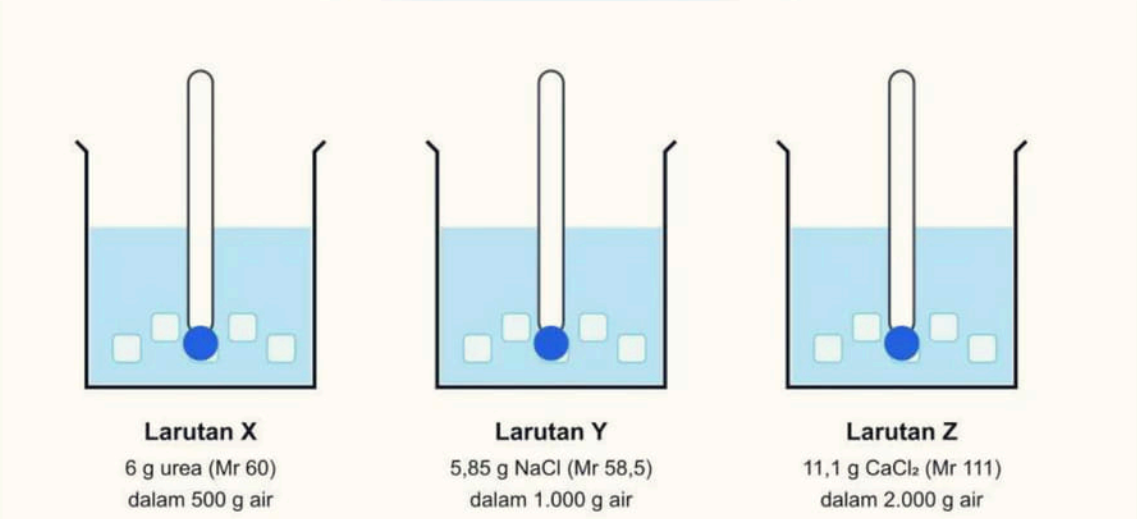
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Pasangan larutan yang mungkin berisi asam asetat dan urea secara berurutan adalah ....

A. P dan R
B. R dan T
C. S dan Q
D. T dan P
E. Q dan R

12. Air hujan di daerah yang udaranya bersih tetap sedikit asam, dengan pH sekitar 5,6, bukan 7. Air hujan baru disebut "hujan asam" bila pH-nya lebih rendah lagi, misalnya akibat gas buang pabrik dan kendaraan. Seorang siswa ingin menjelaskan mengapa air hujan alami pun bersifat sedikit asam.
Penjelasan yang tepat adalah ....

A. Gas nitrogen di udara larut membentuk asam nitrat.
B. Uap air di awan terion sempurna menjadi H^+ dan OH^-.
C. Gas oksigen larut dalam air hujan dan melepaskan ion H^+.
D. Air hujan mengandung ion OH^- lebih banyak daripada H^+.
E. CO_2 udara larut membentuk asam karbonat, suatu asam lemah.

13. Tiga larutan X, Y, dan Z dibuat dengan komposisi seperti pada gambar, lalu didinginkan perlahan dalam lemari pendingin sambil diukur suhunya untuk menentukan titik beku masing-masing. NaCl dan $CaCl_2$ dianggap terion sempurna.
(Kf air = 1,86 °C/m)
Urutan titik beku ketiga larutan dari yang **tertinggi** adalah ....



A. X, lalu Y, lalu Z
B. Z, lalu X dan Y sama
C. Z, lalu Y, lalu X
D. X dan Y sama, lalu Z
E. Y, lalu Z, lalu X

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

14. Massa molekul relatif protein sukar ditentukan dengan cara biasa karena molekulnya sangat besar. Seorang peneliti melarutkan 1,0 g suatu protein dalam air sampai volume larutan 100 mL. Data pengukuran menunjukkan tekanan osmotik larutan itu pada 27 °C sebesar 0,0082 atm. Protein dianggap nonelektrolit.
($R = 0{,}082$ L atm mol^{-1} K^{-1})
Massa molekul relatif protein tersebut adalah ....

A. 2.700
B. 3.000
C. 27.300
D. 30.000
E. 300.000

15. Sirup gula dibuat dengan melarutkan 342 g sukrosa (Mr = 342) ke dalam 500 g air, lalu dipanaskan sampai mendidih pada tekanan 1 atm. Pembuat sirup ingin mengetahui suhu didih larutan itu agar dapat mengatur api kompor. Sukrosa adalah zat nonelektrolit.
(Kb air = 0,52 °C/m)
Titik didih sirup gula tersebut adalah ....

A. 1,04 °C
B. 100,26 °C
C. 100,52 °C
D. 101,04 °C
E. 102,08 °C

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

16. Seorang siswa melarutkan 30 g zat X (nonelektrolit) ke dalam 500 g air, lalu mendinginkan larutan itu dan air murni secara bersamaan sambil mencatat suhunya setiap menit. Data suhu yang diperoleh ditunjukkan pada grafik kurva pendinginan berikut; bagian yang mendatar menunjukkan proses pembekuan.
(Kf air = 1,86 °C/m)
Massa molekul relatif zat X adalah ....



A. 30
B. 60
C. 120
D. 180
E. 342

17. Air limbah tambang mengandung ion mangan(II) dengan konsentrasi 0,01 M. Untuk mengendapkan ion itu sebagai $Mn(OH)_2$, operator instalasi pengolahan limbah menambahkan kapur sedikit demi sedikit sehingga pH air limbah naik. Ksp $Mn(OH)_2 = 2 \times 10^{-13}$.
(log 2 = 0,3; log 4,5 = 0,65)
Endapan $Mn(OH)_2$ mulai terbentuk ketika pH air limbah mencapai sekitar ....

A. 5,35
B. 7,00
C. 7,65
D. 8,65
E. 11,00

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

18. Empat larutan berkonsentrasi 0,1 M diukur pH-nya dengan pH meter pada 25 °C. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel berikut.

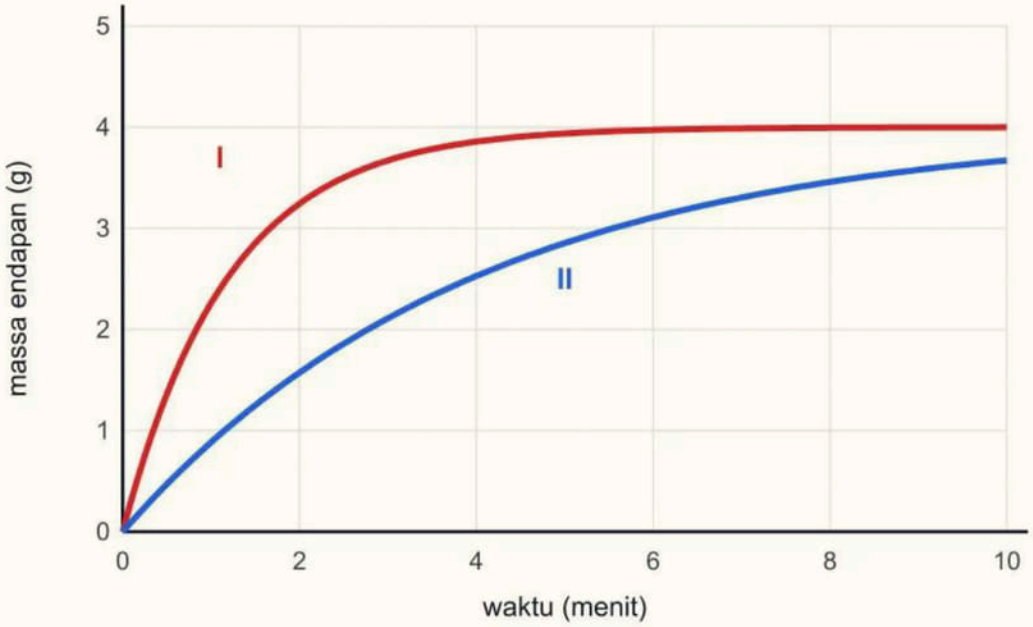
Larutan	pH
HCl	1,0
CH_3COOH	2,9
NH_3	11,1
NaOH	13,0

Pernyataan yang tepat berdasarkan data tersebut adalah ....

A. $[OH^-]$ NH_3 $\pm 1{,}3 \times 10^{-3}$ M karena terion sebagian.
B. $[H^+]$ larutan CH_3COOH 2,9 kali $[H^+]$ larutan HCl.
C. Larutan NaOH memiliki $[OH^-] = 10^{-13}$ M.
D. HCl dan CH_3COOH sama kuat karena konsentrasinya sama.
E. Larutan NH_3 bersifat asam karena pH-nya bukan 14.

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

19. Reaksi pembentukan endapan belerang dari larutan natrium tiosulfat dan asam klorida dilakukan dua kali dengan jumlah pereaksi yang sama, tetapi pada suhu berbeda: 25 °C dan 45 °C. Massa endapan yang terbentuk ditimbang secara berkala, dan data hasilnya ditunjukkan pada grafik dengan kurva I dan II.
Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik adalah ....



A. Kurva I adalah percobaan pada 45 °C karena kemiringan awalnya lebih besar.
B. Kurva II adalah percobaan pada 45 °C karena endapannya terbentuk lebih lambat.
C. Massa endapan akhir pada 45 °C lebih banyak daripada pada 25 °C.
D. Laju reaksi pada kedua suhu sama karena jumlah pereaksinya sama.
E. Kurva I menunjukkan reaksi yang memakai pereaksi lebih banyak.

20. Rasa asam yoghurt berasal dari asam laktat (asam monoprotik, Mr = 90) yang dihasilkan bakteri. Untuk memeriksa mutu produk, Sinta menimbang 10,0 g yoghurt, mengencerkannya dengan akuades sampai 100 mL, lalu mengambil 25 mL larutan itu dan menitrasinya dengan NaOH 0,020 M. Titik akhir tercapai setelah penambahan 15,0 mL NaOH. Zat asam lain dianggap tidak ada.
Situasi disusun untuk latihan soal; tokoh fiktif.
Kadar asam laktat dalam yoghurt tersebut adalah ....

A. 0,11 %
B. 0,27 %
C. 0,54 %
D. 1,08 %
E. 2,16 %

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

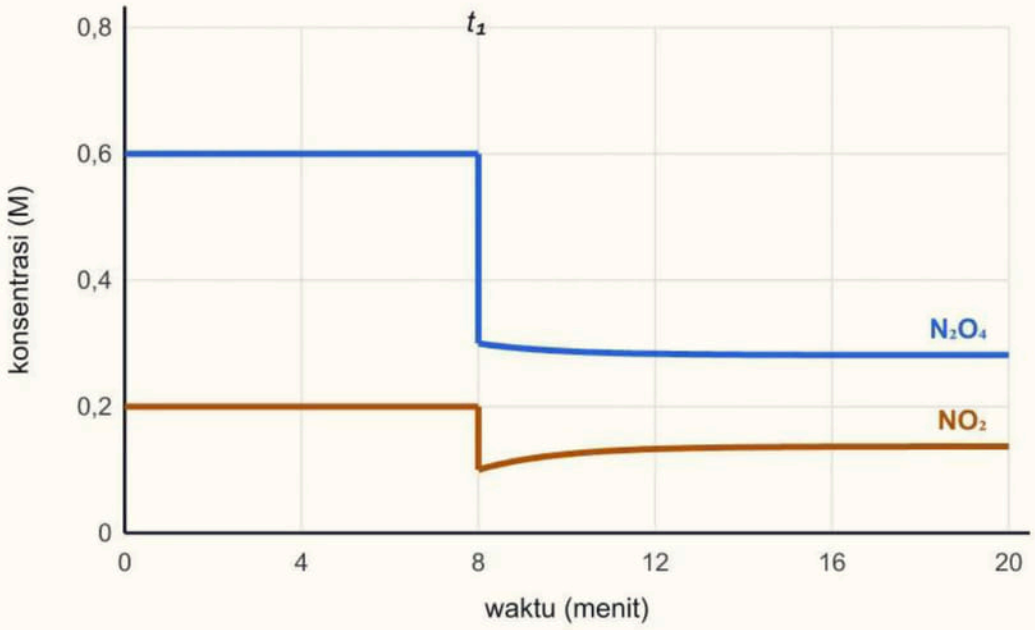
21. Bioetanol dicampurkan ke bensin untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Untuk membandingkan energi per liter, seorang siswa memakai data berikut (bensin dianggap oktana).

Bahan bakar	Mr	ΔHc (kJ/mol)	Massa jenis (g/mL)
Oktana (C_8H_{18})	114	−5.470	0,70
Etanol (C_2H_5OH)	46	−1.367	0,79

Volume etanol yang menghasilkan energi sama dengan 1,0 L oktana adalah sekitar ....

A. 0,25 L
B. 0,70 L
C. 1,00 L
D. 1,43 L
E. 4,00 L

22. Kesetimbangan $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ berlangsung dalam sebuah silinder berpiston pada suhu tetap. Grafik berikut menunjukkan konsentrasi kedua gas. Pada saat t_1 dilakukan satu perubahan, lalu sistem mencapai kesetimbangan baru.
Perubahan pada t_1 dan arah pergeseran kesetimbangan yang tepat adalah ....



A. Volume diperbesar; kesetimbangan bergeser ke kanan.
B. Volume diperbesar; kesetimbangan bergeser ke kiri.
C. NO_2 dikeluarkan; kesetimbangan bergeser ke kanan.
D. Suhu diturunkan; kesetimbangan bergeser ke kiri.
E. Volume diperkecil; kesetimbangan bergeser ke kanan.

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

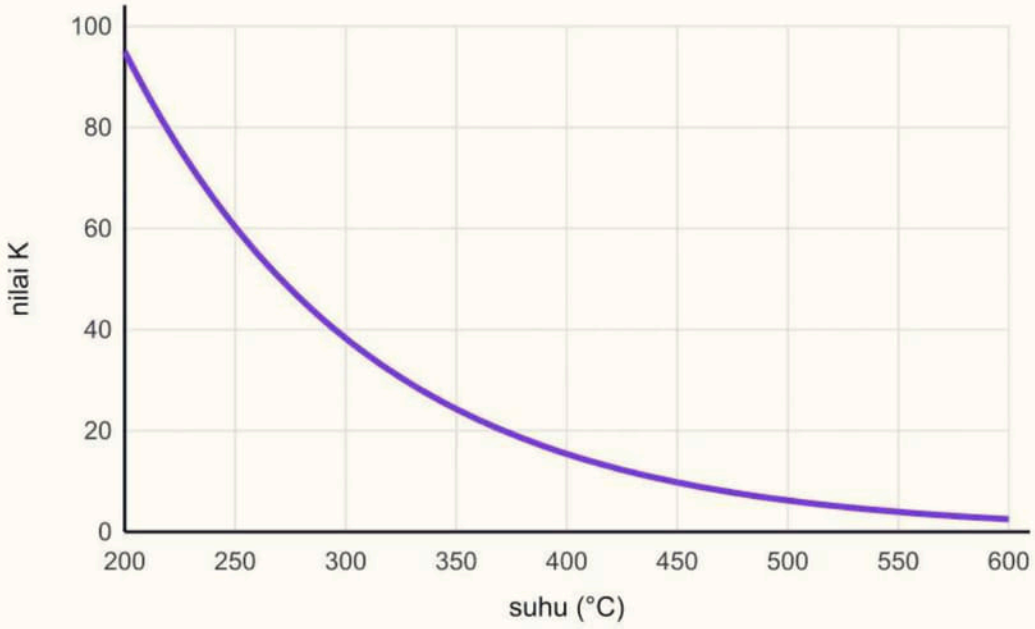
23. Grafik berikut menunjukkan nilai tetapan kesetimbangan K pada berbagai suhu untuk suatu reaksi industri dalam fase gas:

$A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$

Insinyur ingin memperoleh hasil C sebanyak mungkin tetapi tetap dengan laju yang wajar.

Nilai disederhanakan untuk latihan soal.

Pernyataan yang tepat berdasarkan grafik dan reaksi tersebut adalah ....



A. Reaksi ke kanan endoterm, sehingga suhu tinggi menaikkan hasil C.
B. Reaksi eksoterm; dipakai tekanan tinggi, suhu sedang, dan katalis.
C. Menaikkan tekanan menaikkan nilai K sehingga hasil C bertambah.
D. Katalis menaikkan nilai K sehingga reaksi dapat dilakukan pada suhu tinggi.
E. Reaksi ke kanan eksoterm, sehingga tekanan rendah menaikkan hasil C.

24. Baterai litium berbentuk koin dipakai pada jam tangan dan kalkulator. Reaksi yang menghasilkan listrik dapat ditulis secara sederhana:

$Li(s) + MnO_2(s) \rightarrow LiMnO_2(s)$

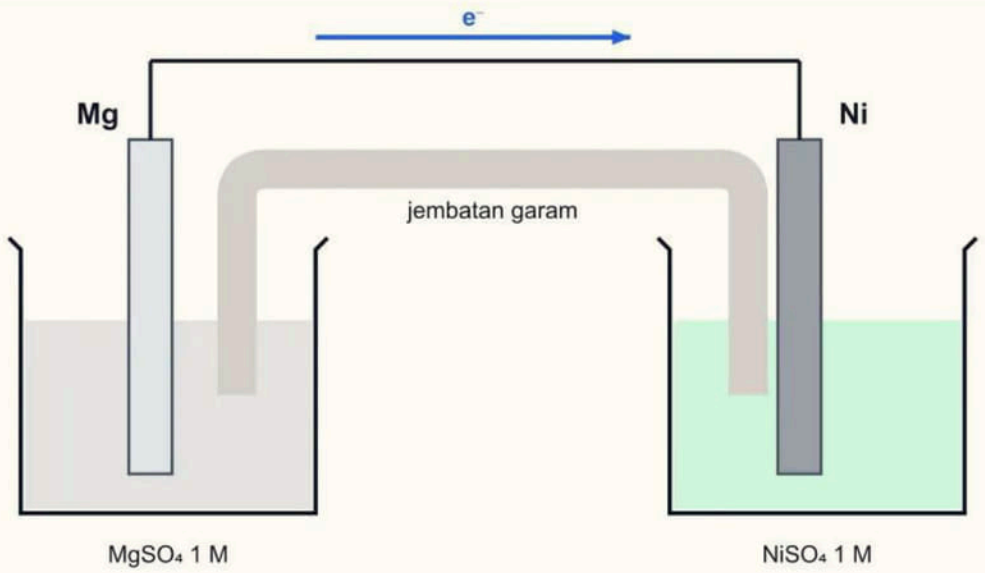
Dalam senyawa $LiMnO_2$, litium berada sebagai ion Li^+. Seorang siswa ingin menentukan zat yang bertindak sebagai reduktor.

Zat yang bertindak sebagai reduktor adalah ....

A. MnO_2, karena bilangan oksidasi Mn turun
B. $LiMnO_2$, karena terbentuk dari dua zat
C. MnO_2, karena mengandung atom oksigen
D. $LiMnO_2$, karena mengandung ion litium
E. Li, karena biloksnya naik dari 0 ke +1

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

25. Sebuah sel volta disusun dari elektrode magnesium dan nikel seperti pada gambar, dengan arah aliran elektron pada kawat ditunjukkan oleh panah. Sel ini dirangkai siswa untuk menyalakan jam digital kecil. Diketahui E° Mg^{2+}/Mg = −2,37 V dan E° Ni^{2+}/Ni = −0,25 V. Pernyataan yang tepat tentang sel tersebut adalah ....



A. Konsentrasi ion Ni^{2+} bertambah karena nikel teroksidasi.
B. Elektrode Mg bertindak sebagai katode.
C. Konsentrasi ion Ni^{2+} berkurang dan E°sel = 2,12 V.
D. E°sel = 2,62 V karena kedua nilai E° dijumlahkan.
E. Massa elektrode Mg bertambah selama sel bekerja.

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 6, 7, 8, 10): 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 1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat	1, 2	___ / 2	Ulangi hlm. 36
Sub bab 1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas	4, 5	___ / 2	Ulangi hlm. 50
Sub bab 2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk	6, 9	___ / 2	Ulangi hlm. 80
Sub bab 2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit	11	___ / 1	Ulangi hlm. 94
Sub bab 2.3 · Sifat koligatif larutan	13, 14, 15, 16	___ / 4	Ulangi hlm. 106
Sub bab 2.4 · Teori asam-basa dan pH	12	___ / 1	Ulangi hlm. 124
Sub bab 2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator	18, 20	___ / 2	Ulangi hlm. 136
Sub bab 2.7 · Kelarutan dan Ksp	17	___ / 1	Ulangi hlm. 162
Sub bab 3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi	21	___ / 1	Ulangi hlm. 200
Sub bab 3.2 · Laju reaksi	19	___ / 1	Ulangi hlm. 213
Sub bab 3.3 · Kesetimbangan kimia	22, 23	___ / 2	Ulangi hlm. 226
Sub bab 3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia	24, 25	___ / 2	Ulangi hlm. 242
Sub bab 4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer	8, 10	___ / 2	Ulangi hlm. 273
Sub bab 4.2 · Minyak bumi dan fraksinya	7	___ / 1	Ulangi hlm. 287
Sub bab 4.3 · Sifat dan reaksi hidrokarbon	3	___ / 1	Ulangi hlm. 301

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

Konsep: ion X^{2+} terbentuk ketika atom X melepas 2 elektron dari kulit terluar (4s lebih dulu, bukan 3d). Golongan unsur transisi = jumlah elektron ns + (n−1)d.

Langkah 1 – Konfigurasi atom X. Kembalikan 2 elektron ke 4s: X = [Ar] $3d^5\ 4s^2$ → Z = 18 + 7 = 25 (mangan).
Langkah 2 – Letak. Kulit terluar n = 4 → periode 4. Elektron 4s + 3d = 2 + 5 = 7, berakhir di subkulit d → golongan VIIB (golongan 7).

Analisis opsi:
• A ✓ Golongan VIIB, periode 4.
• B ✗ Konfigurasi ion dianggap konfigurasi atom ($3d^5$ saja → 5 elektron valensi). *Jebakan: lupa mengembalikan elektron yang dilepas.*
• C ✗ Hanya menghitung $4s^2$.
• D ✗ 7 elektron valensi dianggap golongan utama.
• E ✗ Dua elektron yang dilepas ditambahkan ke 3d ($3d^7$).

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: isotop memiliki nomor atom (jumlah proton) sama tetapi nomor massa berbeda. Ar adalah rata-rata massa isotop yang ditimbang menurut kelimpahannya.

Pernyataan 1. Keduanya 17 proton; neutron ^{35}Cl = 18 dan ^{37}Cl = 20 → **Benar**.
Pernyataan 2. Ar = 35 × 0,7576 + 37 × 0,2424 ≈ 35,5 adalah **rata-rata**; tidak ada atom klorin yang bermassa 35,5 → **Salah**. *Jebakan: menganggap Ar sebagai massa satu atom.*
Pernyataan 3. Rata-rata tertimbang selalu lebih dekat ke isotop yang lebih melimpah. Bila ^{37}Cl lebih dari 50 %, rata-ratanya lebih dari (35 + 37) ÷ 2 = 36 → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 3 Kunci: E

Konsep: dalam satu golongan, jari-jari atom bertambah ke bawah sehingga elektron terluar makin mudah dilepas; dalam satu periode, jari-jari mengecil ke kanan dan keelektronegatifan bertambah. Gas mulia (golongan 18) stabil.

Langkah – Kenali unsur. P = golongan 1 periode 3 (Na), Q = golongan 17 periode 2 (F), R = golongan 1 periode 4 (K), S = golongan 16 periode 3 (S), T = golongan 18 periode 2 (Ne).

Analisis opsi:
• A ✗ Q (F) berada di kanan atas, jari-jarinya justru paling kecil di antara unsur golongan 1–17 itu. *Jebakan: mengira lebih banyak elektron valensi berarti atom lebih besar.*
• B ✗ Q di kanan atas adalah unsur paling elektronegatif.
• C ✗ T gas mulia; konfigurasinya sudah stabil sehingga tidak cenderung membentuk ion.
• D ✗ P membentuk ion P^+ dan S membentuk ion S^{2-}, sehingga rumusnya P_2S.

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

• E ✓ R berada satu periode di bawah P; elektron terluarnya lebih jauh dari inti sehingga lebih mudah dilepas.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 1.2

No. 1 Kunci: D

Konsep: mendidih memutus gaya antarmolekul, bukan ikatan kovalen di dalam molekul. Gaya London makin kuat bila Mr makin besar; ikatan hidrogen hanya terjadi bila H terikat langsung pada F, O, atau N.

Langkah. HCl → HBr → HI: Mr naik, gaya London makin kuat, titik didih naik. HF jauh lebih tinggi daripada pola itu karena molekul HF membentuk ikatan hidrogen.

Analisis opsi:

• A ✗ Mr kecil justru membuat gaya London lemah.

• B ✗ Saat mendidih, ikatan H–F tidak putus; yang diputus adalah gaya antarmolekul (ikatan hidrogen). *Jebakan: tertukar ikatan dalam molekul dan gaya antarmolekul.*

• C ✗ HI paling kurang polar di antara keempatnya; kenaikan titik didih disebabkan gaya London.

• D ✓ Pola HCl → HI dijelaskan oleh gaya London.

• E ✗ Hanya HF yang membentuk ikatan hidrogen.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A, C, D

Konsep: senyawa logam–nonlogam membentuk ikatan ion; logam membentuk ikatan logam; atom C dalam grafit dan intan membentuk jaringan kovalen raksasa; molekul kovalen sederhana disatukan gaya antarmolekul.

Analisis setiap pasangan:

• A ✓ Na (logam) dan Cl (nonlogam) → ion Na^+ dan Cl^-.

• B ✗ Tembaga adalah logam → ikatan logam (lautan elektron), itulah sebabnya menghantar listrik. *Jebakan: menganggap semua zat padat berikatan kovalen.*

• C ✓ Grafit adalah jaringan kovalen atom C (dengan elektron bebas di antara lapisan).

• D ✓ Molekul H_2O dalam es disatukan ikatan hidrogen.

• E ✗ CO_2 adalah molekul kovalen; es kering disatukan gaya London yang lemah sehingga mudah menyublim.

Jawaban: A, C, dan D.

No. 3 Kunci: A

Konsep: "sejenis melarutkan sejenis": zat nonpolar larut dalam pelarut nonpolar, zat polar atau ion larut dalam pelarut polar seperti air.

Langkah. Cat minyak dan tiner sama-sama hidrokarbon nonpolar; gaya London di antara keduanya sebanding, sehingga keduanya bercampur. Air polar dan molekulnya saling terikat kuat oleh ikatan hidrogen, sehingga tidak mau bercampur dengan cat.

Analisis opsi:

• A ✓ Keduanya nonpolar.

• B ✗ Air tidak merusak zat warna; air hanya tidak dapat melarutkan cat.

• C ✗ Hidrokarbon tidak membentuk ikatan hidrogen. *Jebakan: menganggap pelarut yang baik selalu membentuk ikatan hidrogen.*

• D ✗ Senyawa ion justru larut dalam air, bukan dalam tiner.

• E ✗ Titik didih tidak menentukan kemampuan melarutkan.

Jawaban: A.

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

Latihan sub bab 1.3

No. 1 Kunci: B

Konsep: % Fe = (jumlah atom Fe × 56) ÷ Mr × 100 %.

Langkah.

- Hematit: 112 ÷ 160 = 70,0 %
- Magnetit: 168 ÷ 232 = 72,4 %
- Siderit: 56 ÷ 116 = 48,3 %
- Pirit: 56 ÷ 120 = 46,7 %
- Goetit: 56 ÷ 89 = 62,9 %

Analisis opsi:

- A ✗ 70,0 %, sedikit lebih rendah daripada magnetit. *Jebakan: memilih hematit karena paling dikenal tanpa menghitung.*
- B ✓ 72,4 %.
- C ✗ 48,3 %.
- D ✗ 46,7 %.
- E ✗ 62,9 %; Mr kecil tidak berarti kadar Fe tinggi.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: B

Konsep: jumlah partikel = mol × bilangan Avogadro; mol = massa ÷ Ar.

Langkah 1 – Massa. 0,2 karat × 0,2 g/karat = 0,04 g.
Langkah 2 – Mol. 0,04 ÷ 12 = 3,33 × 10^{-3} mol.
Langkah 3 – Atom. 3,33 × 10^{-3} × 6,02 × 10^{23} = **2,0 × 10^{21}** atom.

Analisis opsi:

- A ✗ Ini jumlah mol, belum dikalikan bilangan Avogadro.
- B ✓ 2,0 × 10^{21}.
- C ✗ Massa karat tidak diubah ke gram (0,2 g dipakai langsung). *Jebakan: lupa konversi satuan.*
- D ✗ Massa tidak dibagi Ar.
- E ✗ Massa dikalikan Ar, bukan dibagi.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: anggap 100 g senyawa; ubah setiap persen menjadi mol, lalu cari perbandingan bilangan bulat terkecil. Rumus molekul = $(\text{rumus empiris})_n$ dengan n = Mr ÷ Mr empiris.

Pernyataan 1. C = 54,5 ÷ 12 = 4,54; H = 9,1 ÷ 1 = 9,1; O = 36,4 ÷ 16 = 2,275. Dibagi 2,275 → 2 : 4 : 1 → C_2H_4O → **Benar**.
Pernyataan 2. Mr C_2H_4O = 44; n = 88 ÷ 44 = 2 → $C_4H_8O_2$ → **Benar**.
Pernyataan 3. Satu molekul memuat 4 atom C, jadi 0,5 mol senyawa memuat 0,5 × 4 = **2 mol** atom C → **Salah**. *Jebakan: lupa mengalikan dengan jumlah mol senyawa.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Latihan sub bab 1.4

No. 1 Kunci: C

Konsep: hasil teoretis dihitung dari pereaksi pembatas; rendemen = hasil nyata ÷ hasil teoretis × 100 %.

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

Langkah 1 – Mol pereaksi. Asam salisilat = 2,76 ÷ 138 = 0,020 mol; anhidrida asetat = 3,06 ÷ 102 = 0,030 mol.
Langkah 2 – Pembatas. Perbandingan 1 : 1 → asam salisilat (0,020 mol) pembatas.
Langkah 3 – Hasil teoretis. 0,020 × 180 = 3,60 g aspirin.
Langkah 4 – Rendemen. 2,70 ÷ 3,60 × 100 % = **75 %**.

Analisis opsi:
• A ✗ 2,70 dibagi jumlah massa kedua pereaksi (5,82 g); massa pereaksi bukan hasil teoretis.
• B ✗ Hasil teoretis dihitung dari anhidrida asetat (0,030 mol → 5,40 g). *Jebakan: memakai pereaksi berlebih sebagai dasar.*
• C ✓ 75 %.
• D ✗ 2,70 dibagi massa anhidrida asetat (3,06 g).
• E ✗ 2,70 dibagi massa asam salisilat (2,76 g); massa pereaksi bukan hasil teoretis.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: D

Konsep: hukum perbandingan tetap (Proust): perbandingan massa unsur dalam suatu senyawa selalu tetap. Dari percobaan 1, Fe : S = 7 : 4.

Langkah 1 – Pembatas. 21 g Fe memerlukan 21 × 4/7 = 12 g S, tetapi S hanya 8 g → S pembatas.
Langkah 2 – Fe yang bereaksi. 8 g S bereaksi dengan 8 × 7/4 = 14 g Fe.
Langkah 3 – Hasil. FeS = 14 + 8 = **22 g**; sisa Fe = 21 − 14 = **7 g**.

Analisis opsi:
• A ✗ Semua massa dijumlahkan tanpa memeriksa perbandingan. *Jebakan: menganggap semua pereaksi pasti habis.*
• B ✗ Tidak mungkin; massa FeS melebihi massa Fe + S yang bereaksi.
• C ✗ Yang tersisa adalah Fe, bukan S.
• D ✓ 22 g FeS, sisa Fe 7 g.
• E ✗ Fe dianggap pembatas.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: C

Konsep: perbandingan mol = perbandingan koefisien; volume gas = mol × volume molar.

Langkah. n NaN_3 = 65 ÷ 65 = 1 mol → n N_2 = 3/2 × 1 = 1,5 mol → V = 1,5 × 24 = **36 L**.

Analisis opsi:
• A ✗ Perbandingan koefisien dibalik (2/3).
• B ✗ Mol N_2 dianggap sama dengan mol NaN_3. *Jebakan: lupa perbandingan koefisien.*
• C ✓ 36 L.
• D ✗ Mol NaN_3 dikalikan 2.
• E ✗ Koefisien 3 dipakai tanpa dibagi 2.

Jawaban: C.

Kuis Akhir Bab 1

No. 1 Kunci: B

Konsep: jenis unsur ditentukan oleh **jumlah proton** (nomor atom). Jumlah neutron boleh berbeda (isotop), dan jumlah elektron boleh berbeda (ion).

Langkah 1 – Kelompokkan menurut proton. P = 17, Q = 17, R = 18, S = 19, T = 20.
Langkah 2 – Cari yang protonnya sama. Hanya P dan Q (17 proton, unsur klorin). P adalah atom ^{35}Cl; Q adalah ion $^{37}Cl^-$ (elektron 18 = 17 + 1).

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

Cek: Q berbeda neutron (20) dan elektron (18) dari P, tetapi tetap klorin karena protonnya 17.

Analisis opsi:
• A ✗ P dan R sama neutronnya (18); keduanya isoton, bukan unsur yang sama. *Jebakan: melihat kolom neutron.*
• B ✓ P dan Q sama-sama 17 proton.
• C ✗ Q dan R sama elektronnya (18); keduanya isoelektronik. *Jebakan: melihat kolom elektron.*
• D ✗ Q dan S sama neutron dan elektronnya, tetapi protonnya berbeda (17 dan 19).
• E ✗ S dan T sama neutronnya (20), tetapi protonnya berbeda.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: A

Konsep: setiap energi ionisasi berikutnya selalu lebih besar. Lonjakan **paling tajam** terjadi saat elektron mulai diambil dari kulit yang lebih dalam. Jumlah elektron sebelum lonjakan itu = jumlah elektron valensi.

Langkah 1 – Perbandingan tiap kenaikan. 1.451 ÷ 738 ≈ 2,0; 7.733 ÷ 1.451 ≈ **5,3**; 10.543 ÷ 7.733 ≈ 1,4; 13.630 ÷ 10.543 ≈ 1,3.
Langkah 2 – Lonjakan terbesar antara energi ionisasi ke-2 dan ke-3 → X punya **2 elektron valensi** (golongan 2) dan membentuk ion X^{2+}.
Langkah 3 – Rumus dengan klorin. Cl membentuk Cl^-. Muatan setara: $X^{2+} + 2Cl^- \rightarrow \mathbf{XCl_2}$.

Cek: data ini cocok dengan magnesium ($MgCl_2$), unsur golongan 2 periode 3.

Analisis opsi:
• A ✓ XCl_2.
• B ✗ XCl: mengira lonjakan sudah terjadi dari ke-1 ke ke-2 (naik hampir 2 kali). *Jebakan: kenaikan pertama dikira lonjakan.*
• C ✗ X_2Cl: muatan ion tertukar.
• D ✗ XCl_3: menganggap jumlah elektron valensi = nomor energi ionisasi tempat lonjakan (ke-3).
• E ✗ XCl_4: menghitung semua batang sebelum batang terakhir.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: konfigurasi atom Fe (26 elektron) adalah [Ar] $4s^2$ $3d^6$. Saat membentuk ion, logam transisi melepas elektron **4s lebih dulu**, baru 3d. Elektron dalam subkulit d mengisi orbital satu per satu dulu (aturan Hund).

Pernyataan 1. Fe^{2+} melepas 2 elektron 4s → [Ar] $3d^6$ → **Benar**.
Pernyataan 2. Fe^{2+} sudah tidak punya elektron 4s; elektron ketiga yang dilepas berasal dari 3d ($3d^6$ → $3d^5$) → **Salah**. *Jebakan: mengira 4s selalu masih terisi.*
Pernyataan 3. Fe^{3+} = [Ar] $3d^5$. Lima elektron mengisi lima orbital d satu per satu → 5 elektron tidak berpasangan → **Benar**.

Cek: jumlah elektron Fe^{3+} = 26 − 3 = 23 = 18 (Ar) + 5 ✓.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 4 Kunci: A

Konsep: dalam satu periode, jumlah kulit sama, tetapi proton bertambah dari kiri ke kanan. Tarikan inti makin kuat, sehingga **jari-jari mengecil** dan energi ionisasi umumnya **naik** seiring bertambahnya nomor atom.

Langkah 1 – Urutkan jari-jari dari terbesar. Y (186) > W (160) > Z (110) > X (99). Jari-jari terbesar = paling kiri = nomor atom terkecil.
Langkah 2 – Urutan nomor atom: Y, W, Z, X.

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

Langkah 3 – Cek dengan energi ionisasi: Y (496) < W (738) < Z (1.012) < X (1.251), naik sesuai urutan yang sama ✓.

Analisis opsi:
• A ✓ Y, W, Z, X.
• B ✗ X, Z, W, Y: urutan terbalik; mengira jari-jari kecil berarti nomor atom kecil. *Jebakan: tren dibalik.*
• C ✗ W, Y, Z, X: dua unsur pertama tertukar.
• D ✗ Z, X, Y, W: tidak mengikuti data mana pun.
• E ✗ Y, W, X, Z: dua unsur terakhir tertukar; X justru paling kecil dan energi ionisasinya paling besar.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: C

Konsep: Ar adalah rata-rata **tertimbang** massa isotop menurut kelimpahannya:
$A_r = \sum(\text{massa isotop} \times \text{kelimpahan})$.

Langkah 1 – Ubah persen ke pecahan. 19,9 % = 0,199; 80,1 % = 0,801.
Langkah 2 – Hitung. $A_r = 10 \times 0{,}199 + 11 \times 0{,}801 = 1{,}99 + 8{,}811 = 10{,}80$.

Cek: hasil lebih dekat ke 11 karena ^{11}B jauh lebih melimpah ✓.

Analisis opsi:
• A ✗ 10,20: kelimpahan tertukar ($10 \times 0{,}801 + 11 \times 0{,}199$). *Jebakan: memasangkan persen dengan isotop yang salah.*
• B ✗ 10,50: rata-rata biasa $(10 + 11) \div 2$, mengabaikan kelimpahan.
• C ✓ 10,80.
• D ✗ 10,90: salah satu langkah hitung keliru (11 × 0,801 dihitung 8,91).
• E ✗ 11,00: hanya memakai isotop yang paling melimpah.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: B

Konsep: arus listrik memerlukan **partikel bermuatan yang bebas bergerak**. Senyawa ion: padatan tidak menghantar (ion terkunci di kisi), lelehan dan larutan menghantar (ion bebas). Senyawa kovalen polar: murni/lelehan tidak menghantar, larutannya bisa menghantar bila bereaksi dengan air membentuk ion. Logam: menghantar walaupun padat (elektron bebas).

Langkah 1 – Zat K. Padatan tidak menghantar, lelehan menghantar → ion baru bebas setelah kisi rusak → **senyawa ion**. Titik leleh tinggi (770 °C) mendukung.
Langkah 2 – Zat L. Tidak menghantar dalam bentuk apa pun dan titik leleh rendah → senyawa kovalen yang tidak terionisasi (nonelektrolit).
Langkah 3 – Zat M. Lelehan tidak menghantar → tidak ada ion pada zat murninya → kovalen. Larutannya menghantar lemah → sebagian molekulnya terionisasi oleh air → **kovalen polar**, elektrolit lemah.
Langkah 4 – Zat N. Padatannya menghantar → ada elektron bebas → **logam**.

Cek: hanya pernyataan tentang K yang jenis ikatan dan alasannya sama-sama benar.

Analisis opsi:
• A ✗ Larutan menghantar tidak cukup untuk menyimpulkan ikatan ion; lelehan M tidak menghantar, jadi M kovalen polar. *Jebakan: menyamakan "larutannya menghantar" dengan "senyawa ion".*
• B ✓ Lelehan menghantar sedangkan padatan tidak → ciri senyawa ion.
• C ✗ Padatan yang menghantar adalah ciri logam, bukan senyawa ion. *Jebakan: lupa bahwa padatan ion tidak menghantar.*
• D ✗ Logam justru menghantar dalam keadaan padat dan umumnya bertitik leleh tinggi; L tidak menghantar sama sekali.

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

• E ✗ Larutan M menghantar (lemah), jadi M polar, bukan nonpolar. *Jebakan: hanya melihat satu kolom data.*

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: E

Konsep (VSEPR): bentuk molekul ditentukan oleh jumlah pasangan elektron ikatan (PEI) **dan** pasangan elektron bebas (PEB) pada atom pusat. Molekul polar bila ikatannya polar dan bentuknya tidak simetris.

Langkah 1 – BCl_3. B: 3 PEI, 0 PEB → segitiga datar, simetris → **nonpolar** (tarikan ketiga ikatan saling meniadakan).
Langkah 2 – PCl_3. P: 3 PEI, 1 PEB → **piramida segitiga**, tidak simetris → **polar**.
Langkah 3 – H_2S. S: 2 PEI, 2 PEB → **bentuk V**, polar.

Analisis opsi:
• A ✗ PCl_3 punya 1 PEB sehingga berbentuk piramida segitiga. *Jebakan: hanya menghitung atom terikat, mengabaikan PEB.*
• B ✗ Ikatan B–Cl memang polar, tetapi BCl_3 simetris sehingga molekulnya nonpolar. *Jebakan: ikatan polar dikira pasti molekul polar.*
• C ✗ H_2S punya 2 PEB pada S sehingga bengkok, seperti H_2O.
• D ✗ Ikatan identik tidak menjamin nonpolar; bentuk piramida membuat tarikannya tidak saling meniadakan.
• E ✓ PEB membuat PCl_3 berbentuk piramida segitiga yang tidak simetris.

Jawaban: E.

No. 8 Kunci: A

Konsep: saat mendidih, yang diputus adalah **gaya antarmolekul**, bukan ikatan kovalen. Alkohol punya gugus –OH sehingga molekulnya saling terikat **ikatan hidrogen** (satu per gugus –OH), ditambah gaya London. Alkana hanya punya gaya London. Gaya London makin kuat bila rantai makin panjang.

Langkah 1 – Baca selisih titik didih. C1: 64,7 − (−161,5) = 226,2 °C; C2: 167,0; C3: 139,3; C4: 118,2; C5: 101,9 °C. Selisihnya **makin kecil**.
Langkah 2 – Jelaskan. Jumlah ikatan hidrogen per molekul alkohol tetap (satu gugus –OH), sedangkan gaya London kedua deret bertambah seiring panjang rantai. Akibatnya, sumbangan ikatan hidrogen terhadap titik didih makin kecil dibandingkan gaya London.

Cek: kedua kurva naik (gaya London bertambah), tetapi kurva alkana naik lebih curam karena hanya bergantung pada gaya London.

Analisis opsi:
• A ✓ Selisih mengecil karena gaya London makin dominan.
• B ✗ Data menunjukkan selisih mengecil, bukan membesar. *Jebakan: tidak menghitung selisih dari grafik.*
• C ✗ Mr alkohol memang lebih besar 16, tetapi selisih Mr sekecil itu tidak menjelaskan selisih titik didih lebih dari 100 °C; penyebab utamanya ikatan hidrogen. *Jebakan: memakai Mr sebelum jenis gaya.*
• D ✗ Ikatan kovalen di dalam molekul tidak putus saat mendidih. *Jebakan: menyamakan mendidih dengan menguraikan molekul.*
• E ✗ Yang berperan adalah ikatan hidrogen **antar**molekul, bukan kekuatan ikatan di dalam molekul.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: E

Konsep: aliran dibelokkan bila molekulnya **polar**. Ujung molekul yang bermuatan parsial berlawanan tertarik ke batang bermuatan. Molekul polar bila ikatannya polar **dan** bentuknya tidak simetris.

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

Langkah 1 – Periksa tiap cairan.
• CCl_4: tetrahedral dengan empat atom sama → simetris → nonpolar.
• CS_2: linear (seperti CO_2) → simetris → nonpolar.
• $CHCl_3$: tetrahedral, tetapi satu atom H dan tiga atom Cl → tidak simetris → **polar**.
• C_5H_{12}: hidrokarbon, ikatan C–H hampir nonpolar → nonpolar.
• Br_2: dua atom sama → ikatan nonpolar.
Langkah 2 – Kesimpulan. Hanya kloroform yang dibelokkan.

Analisis opsi:
• A ✗ Ikatan C–Cl polar, tetapi empat ikatan identik tersusun simetris sehingga saling meniadakan. *Jebakan: ikatan polar dikira molekul polar.*
• B ✗ CS_2 linear dan simetris, sama seperti CO_2.
• C ✗ Pentana nonpolar seperti heksana.
• D ✗ Br_2 tersusun atas dua atom sejenis sehingga nonpolar.
• E ✓ $CHCl_3$ tidak simetris sehingga polar.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: A

Konsep: "sejenis melarutkan sejenis". Zat larut bila tarikan antara partikel zat terlarut dan pelarut dapat menggantikan tarikan di dalam masing-masing zat. Molekul air saling terikat kuat oleh ikatan hidrogen; molekul nonpolar seperti I_2 tidak mampu menggantikan tarikan itu.

Langkah 1 – Jenis molekul. I_2: dua atom sama → nonpolar. Heksana: hidrokarbon → nonpolar. Air: polar, berikatan hidrogen.
Langkah 2 – Kesimpulan. I_2 dan heksana sama-sama hanya memiliki gaya London, sehingga I_2 mudah bercampur dengan heksana tetapi sukar masuk di antara molekul air.

Analisis opsi:
• A ✓ Keduanya nonpolar; tarikan London antara I_2 dan heksana mudah terbentuk.
• B ✗ Warna ungu adalah warna I_2 itu sendiri dalam pelarut nonpolar; tidak ada reaksi. *Jebakan: perubahan warna dikira reaksi kimia.*
• C ✗ Melarutkan tidak memutus ikatan kovalen; I_2 tetap I_2.
• D ✗ Heksana tidak memiliki H yang terikat pada N, O, atau F, jadi tidak membentuk ikatan hidrogen. *Jebakan: setiap H dianggap bisa berikatan hidrogen.*
• E ✗ Kelarutan ditentukan oleh jenis gaya antarmolekul, bukan semata-mata massa molekul.

Jawaban: A.

No. 11 Kunci: A

Konsep: massa unsur $= \dfrac{\text{jumlah atom unsur} \times A_r}{M_r} \times$ massa senyawa. Rumus molekul dibaca dari struktur, termasuk atom H yang tidak digambar.

Langkah 1 – Hitung atom dari struktur.
• C: 6 (cincin) + 1 (C=O) + 1 (CH_3) = **8**.
• H: 4 (pada C cincin; setiap C cincin punya 4 ikatan, dua C sudah mengikat O dan N) + 1 (OH) + 1 (NH) + 3 (CH_3) = **9**.
• N: 1; O: 2 (OH dan C=O). Rumus molekul: $\mathbf{C_8H_9NO_2}$.
Langkah 2 – Mr. $8(12) + 9(1) + 14 + 2(16) = 96 + 9 + 14 + 32 = 151$.
Langkah 3 – Massa N. $\dfrac{14}{151} \times 500\ \text{mg} = 46{,}4\ \text{mg}$.
Cek ulang: massa C, H, O, N $= 317{,}9 + 29{,}8 + 106{,}0 + 46{,}4 = 500{,}1 \approx 500$ mg ✓.

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

Analisis opsi:

• A ✓ 46,4 mg.

• B ✗ 47,6 mg: lupa 4 atom H pada cincin, sehingga Mr dianggap 147. *Jebakan: H yang tidak digambar.*

• C ✗ 92,7 mg: menghitung 2 atom N (atom N dan H di bawahnya dikira dua gugus N).

• D ✗ 106,0 mg: ini massa **oksigen**, bukan nitrogen.

• E ✗ 317,9 mg: ini massa **karbon**.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: D

Konsep: $\%\,\mathrm{K} = \dfrac{\text{jumlah atom K} \times A_r\,\mathrm{K}}{M_r} \times 100\,\%$. Bila jumlah atom K berbeda, Mr terkecil belum tentu berkadar tertinggi.

Langkah 1 – Hitung kadar K.

• KCl: 39 ÷ 74,5 = 52,3 %

• K_2SO_4: 78 ÷ 174 = 44,8 %

• KNO_3: 39 ÷ 101 = 38,6 %

• K_2CO_3: 78 ÷ 138 = **56,5 %**

• KH_2PO_4: 39 ÷ 136 = 28,7 %

Langkah 2 – Bandingkan. Kadar tertinggi: K_2CO_3.

Cek: K_2CO_3 dan K_2SO_4 sama-sama berisi 2 atom K; Mr K_2CO_3 lebih kecil, jadi kadarnya lebih tinggi ✓.

Analisis opsi:

• A ✗ KCl punya Mr terkecil, tetapi hanya 1 atom K. *Jebakan: membandingkan Mr saja tanpa memperhatikan jumlah atom K.*

• B ✗ 2 atom K, tetapi Mr besar.

• C ✗ 38,6 %.

• D ✓ 56,5 %.

• E ✗ 28,7 %.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: C

Konsep: untuk gas pada suhu dan tekanan selain STP, mol dihitung dengan $PV = nRT$, suhu dalam kelvin.

Langkah 1 – Satuan. T = 27 + 273 = 300 K; P = 150 atm; V = 10 L.

Langkah 2 – Mol O_2. $n = \dfrac{PV}{RT} = \dfrac{150 \times 10}{0{,}082 \times 300} = \dfrac{1.500}{24{,}6} = 61{,}0$ mol.

Langkah 3 – Massa. Mr O_2 = 32 → $m = 61{,}0 \times 32 = 1.951$ g ≈ **1,95 kg**.

Cek: tabung bertekanan tinggi memang memuat jauh lebih banyak gas daripada volumenya pada 1 atm (10 L × 150 = 1.500 L gas bila tekanannya 1 atm).

Analisis opsi:

• A ✗ 0,014 kg: memakai volume molar 22,4 L pada 10 L, mengabaikan tekanan 150 atm. *Jebakan: menganggap kondisi STP.*

• B ✗ 0,98 kg: memakai Mr O_2 = 16 (lupa O_2 diatomik).

• C ✓ 1,95 kg.

• D ✗ 2,14 kg: memakai T = 273 K, bukan 300 K.

• E ✗ 21,7 kg: memakai T = 27 tanpa diubah ke kelvin. *Jebakan: lupa konversi °C ke K.*

Jawaban: C.

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

No. 14 Kunci: B

Konsep: 1 ppm volume = 10^{-6} bagian volume. Volume gas pencemar = kadar (pecahan) × volume udara; mol dihitung dengan $PV = nRT$.

Langkah 1 – Kadar yang harus dibuang. 25 − 10 = 15 ppm = 15 × 10^{-6}.

Langkah 2 – Volume H_2S yang dibuang. 60 m^3 = 60.000 L → $V = 15 \times 10^{-6} \times 60.000 = 0{,}90$ L.

Langkah 3 – Mol. $n = \dfrac{1 \times 0{,}90}{0{,}082 \times 300} = 0{,}0366$ mol.

Langkah 4 – Massa. $m = 0{,}0366 \times 34 = 1{,}24$ g.

Cek: kadar awal 25 ppm setara 2,07 g H_2S; sisa 10 ppm setara 0,83 g; selisihnya 2,07 − 0,83 = 1,24 g ✓.

Analisis opsi:

- A ✗ 0,83 g: massa H_2S yang **tersisa** (10 ppm), bukan yang dibuang.
- B ✓ 1,24 g.
- C ✗ 1,37 g: memakai volume molar 22,4 L (keadaan 0 °C), padahal suhu 27 °C. *Jebakan: kondisi gas salah.*
- D ✗ 2,07 g: massa seluruh H_2S awal (25 ppm). *Jebakan: tidak mengurangkan batas aman.*
- E ✗ 12,4 g: salah konversi m^3 ke L (dikali 10.000).

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: 1S 2B 3S

Konsep: pada pembakaran sempurna, semua C menjadi CO_2 dan semua H menjadi H_2O. Mol C = mol CO_2; mol H = 2 × mol H_2O; massa O = massa sampel − massa C − massa H.

Langkah 1 – Karbon. mol CO_2 = 8,8 ÷ 44 = 0,2 mol → C = 0,2 mol = **2,4 g**.

Langkah 2 – Hidrogen. mol H_2O = 5,4 ÷ 18 = 0,3 mol → H = 2 × 0,3 = **0,6 mol** = 0,6 g.

Langkah 3 – Oksigen. 4,6 − 2,4 − 0,6 = 1,6 g = 0,1 mol.

Langkah 4 – Perbandingan. C : H : O = 0,2 : 0,6 : 0,1 = 2 : 6 : 1 → rumus empiris C_2H_6O (Mr 46). Karena Mr cairan juga 46, rumus molekulnya **C_2H_6O**.

Pernyataan 1: massa C 2,4 g, bukan 1,2 g → **Salah**. *Jebakan: memakai 0,1 mol karena membagi 8,8 dengan 88.*

Pernyataan 2: Benar.

Pernyataan 3: 0,3 adalah mol H_2O; atom H = 0,6 mol → **Salah**. *Jebakan: lupa setiap H_2O berisi dua atom H.*

Cek: 2,4 + 0,6 + 1,6 = 4,6 g ✓.

Jawaban: Salah, Benar, Salah.

No. 16 Kunci: C

Konsep: massa → mol (÷ Mr) → jumlah molekul (× N_A) → jumlah atom (× jumlah atom dalam rumus).

Langkah 1 – Mol sukrosa. 85,5 ÷ 342 = 0,25 mol.

Langkah 2 – Mol atom C. Setiap molekul berisi 12 atom C → 0,25 × 12 = 3 mol atom C.

Langkah 3 – Jumlah atom C. 3 × 6,02 × 10^{23} = **1,81 × 10^{24}** atom.

Analisis opsi:

- A ✗ 1,51 × 10^{23} adalah jumlah **molekul** sukrosa. *Jebakan: berhenti sebelum mengalikan jumlah atom C.*
- B ✗ 1,66 × 10^{24} adalah jumlah atom **O** (11 per molekul).
- C ✓ 1,81 × 10^{24} atom C.
- D ✗ 3,31 × 10^{24} adalah jumlah atom **H** (22 per molekul).
- E ✗ 6,77 × 10^{24} adalah jumlah **semua** atom (45 per molekul).

Jawaban: C.

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

No. 17 Kunci: E

Konsep: pemanasan melepaskan air kristal. Massa yang hilang = massa air; massa sisa = massa garam anhidrat (tanpa air). x = mol H_2O ÷ mol garam anhidrat.

Langkah 1 – Massa dari timbangan. Hidrat = 34,92 − 30,00 = 4,92 g; $MgSO_4$ = 32,40 − 30,00 = 2,40 g; air = 34,92 − 32,40 = 2,52 g.
Langkah 2 – Mol. $MgSO_4$: Mr = 24 + 32 + 64 = 120 → 2,40 ÷ 120 = 0,020 mol. H_2O: 2,52 ÷ 18 = 0,140 mol.
Langkah 3 – x. 0,140 ÷ 0,020 = **7** → $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.

Analisis opsi:
• A ✗ 1: membagi **massa** air dengan **massa** $MgSO_4$ (2,52 ÷ 2,40). *Jebakan: membandingkan massa, bukan mol.*
• B ✗ 3: memakai massa hidrat (4,92 g) sebagai massa $MgSO_4$.
• C ✗ 4: Mr $MgSO_4$ dihitung 72 (hanya satu atom O).
• D ✗ 5: menyamakan dengan tembaga sulfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) tanpa menghitung.
• E ✓ 7.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: D

Konsep: pada 0 °C dan 1 atm (STP), 1 mol gas apa pun bervolume 22,4 L. Mr = massa 1 mol.

Langkah 1 – Baca grafik. Pada 11,2 L, massa gas X = 32 g.
Langkah 2 – Mol pada 11,2 L. 11,2 ÷ 22,4 = 0,5 mol.
Langkah 3 – Mr. 32 g ÷ 0,5 mol = **64**.

Cek dengan oksigen: pada 11,2 L massa O_2 16 g → 16 ÷ 0,5 = 32 = Mr O_2 ✓. Gas X dua kali lebih berat daripada O_2 pada volume yang sama, sehingga Mr-nya dua kali Mr O_2.

Analisis opsi:
• A ✗ 16: membaca nilai O_2 (16 g) sebagai jawaban.
• B ✗ 32: membaca massa gas X pada 11,2 L langsung sebagai Mr, padahal itu baru 0,5 mol. *Jebakan: lupa mengubah volume ke mol.*
• C ✗ 44: menebak CO_2 tanpa membaca grafik.
• D ✓ 64.
• E ✗ 128: membagi 32 g dengan 0,25 mol (11,2 dibagi 44,8).

Jawaban: D.

No. 19 Kunci: E

Konsep: pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis lebih dulu. Untuk menentukannya, bandingkan jumlah partikel (atau mol) dibagi koefisien pada persamaan setara.

Langkah 1 – Persamaan setara. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$.
Langkah 2 – Hitung molekul sebelum reaksi. N_2 = 3 molekul; H_2 = 6 molekul.
Langkah 3 – Bagi dengan koefisien. N_2: 3 ÷ 1 = 3; H_2: 6 ÷ 3 = 2 → yang terkecil H_2 → **H_2 pembatas**.
Langkah 4 – Hitung yang bereaksi. 6 H_2 bereaksi dengan 2 N_2 menghasilkan 4 NH_3. N_2 tersisa 3 − 2 = **1 molekul**.

Cek ulang dengan gambar: sesudah reaksi tampak 4 molekul NH_3 dan 1 molekul N_2, tanpa H_2 ✓. Jumlah atom N: sebelum 6, sesudah 4 + 2 = 6 ✓; atom H: sebelum 12, sesudah 4 × 3 = 12 ✓.

Analisis opsi:
• A ✗ Jumlah molekul yang lebih sedikit belum tentu pembatas; koefisien H_2 tiga kali N_2. *Jebakan: membandingkan jumlah tanpa membagi koefisien.*
• B ✗ Perbandingan yang diperlukan 1 : 3, bukan 1 : 2.

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

- C ✗ Salah menghitung N_2 yang bereaksi (dianggap 1 molekul).
- D ✗ Pembatas tertukar; gambar sesudah reaksi tidak memuat H_2.
- E ✓ H_2 habis, N_2 tersisa 1 molekul.

Jawaban: E.

No. 20 Kunci: C

Konsep: selama Pb^{2+} masih ada, setiap tambahan KI menambah endapan. Saat grafik mendatar, semua $Pb(NO_3)_2$ sudah habis bereaksi; tambahan KI setelah itu tidak menambah endapan. Titik patah grafik menunjukkan saat pereaksi tepat habis.

Langkah 1 – Baca titik patah. Grafik mendatar mulai 25 mL KI, dengan massa endapan maksimum 1,15 g.
Langkah 2 – Mol KI pada titik patah. $n = M \times V = 0{,}2 \times 0{,}025 = 0{,}005$ mol.
Langkah 3 – Perbandingan koefisien. $Pb(NO_3)_2$: KI = 1 : 2 → mol $Pb(NO_3)_2 = \frac{1}{2} \times 0{,}005 = 0{,}0025$ mol.
Langkah 4 – Konsentrasi. $M = \dfrac{0{,}0025}{0{,}050\ \text{L}} = 0{,}050$ M.

Cek ulang dengan massa endapan: mol PbI_2 maksimum $= 1{,}15 \div 461 = 0{,}0025$ mol = mol $Pb(NO_3)_2$ ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ 0,0025 adalah **mol** $Pb(NO_3)_2$, belum dibagi volume.
- B ✗ 0,033 M: membagi mol dengan volume campuran (50 + 25 = 75 mL), padahal yang ditanyakan konsentrasi larutan limbah awal.
- C ✓ 0,050 M.
- D ✗ 0,10 M: menganggap mol $Pb(NO_3)_2$ sama dengan mol KI. *Jebakan: lupa koefisien 2 pada KI.*
- E ✗ 0,20 M: menyamakan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi KI.

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: C

Konsep: bila dua pereaksi diketahui jumlahnya, hasil reaksi dihitung dari **pereaksi pembatas** (mol ÷ koefisien terkecil).

Langkah 1 – Mol pereaksi. Mg = 4,8 ÷ 24 = 0,20 mol. HCl = 1 × 0,25 = 0,25 mol.
Langkah 2 – Bagi koefisien. Mg: 0,20 ÷ 1 = 0,20; HCl: 0,25 ÷ 2 = 0,125 → **HCl pembatas**.
Langkah 3 – Mol H_2. H_2 : HCl = 1 : 2 → 0,125 mol.
Langkah 4 – Volume. 0,125 × 24,4 = **3,05 L**.

Cek: Mg yang bereaksi 0,125 mol; Mg tersisa 0,075 mol (masih ada pita yang belum larut) ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ 1,53 L: membagi dua sekali lagi (menganggap H_2 = ¼ mol HCl).
- B ✗ 2,80 L: memakai volume molar 22,4 L, padahal suhu 25 °C.
- C ✓ 3,05 L.
- D ✗ 4,88 L: menganggap Mg pembatas (0,20 mol H_2). *Jebakan: membandingkan mol tanpa membagi koefisien.*
- E ✗ 6,10 L: menganggap mol H_2 = mol HCl (lupa koefisien 2).

Jawaban: C.

No. 22 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep (hukum Proust): perbandingan massa unsur dalam suatu senyawa selalu tetap. Dari percobaan 1, MgO tersusun atas 1,2 g Mg dan 0,8 g O → Mg : O = 3 : 2.

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

Pernyataan 1. 1,2 : 0,8 = 3 : 2 → **Benar**.
Pernyataan 2. Percobaan 3: 2,0 g O_2 memerlukan Mg = 2,0 × 3/2 = 3,0 g. Mg tersedia 3,6 g → Mg berlebih 0,6 g; yang habis adalah **O_2**. MgO = 3,0 + 2,0 = 5,0 g (cocok dengan data) → **Salah**. *Jebakan: menganggap pereaksi yang massanya lebih kecil (O_2) pasti berlebih.*
Pernyataan 3. 6,0 g Mg memerlukan O = 6,0 × 2/3 = 4,0 g (tersedia 5,0 g, berlebih 1,0 g). MgO = 6,0 + 4,0 = 10,0 g → **Benar**.

Cek percobaan 2: 2,4 g Mg memerlukan 1,6 g O; MgO = 4,0 g; O_2 bersisa 0,4 g ✓.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 23 Kunci: A, D, E

Konsep: pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume gas = perbandingan koefisien. Untuk campuran, misalkan volume salah satu gas x.

Langkah 1 – Permisalan. CO = x L; CH_4 = (20 − x) L.
Langkah 2 – O_2 yang diperlukan. CO memerlukan ½x; CH_4 memerlukan 2(20 − x).
½x + 40 − 2x = 25 → 1,5x = 15 → **x = 10**. Jadi CO = 10 L dan CH_4 = 10 L.
Langkah 3 – Hasil. CO_2 = 10 (dari CO) + 10 (dari CH_4) = 20 L. H_2O = 2 × 10 = 20 L. O_2 untuk CO = 5 L; untuk CH_4 = 20 L.

Analisis pernyataan:
• A ✓ CO = 10 L.
• B ✗ Uap air 20 L, bukan 40 L. *Jebakan: mengalikan 2 dengan seluruh volume campuran.*
• C ✗ O_2 untuk CO hanya 5 L, jauh lebih kecil daripada 20 L untuk CH_4.
• D ✓ CO_2 total 20 L.
• E ✓ 20 L CH_4 memerlukan 2 × 20 = 40 L O_2.

Cek: O_2 total 5 + 20 = 25 L ✓.

Jawaban: A, D, dan E.

No. 24 Kunci: C

Konsep: pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume gas yang bereaksi = perbandingan koefisien (hukum Gay-Lussac). Yang dipakai adalah volume yang **bereaksi** atau **terbentuk**, bukan volume awal.

Langkah 1 – Volume yang bereaksi dan terbentuk. N_xO_Y bereaksi 20 mL; H_2 bereaksi 50 − 10 = 40 mL; N_2 terbentuk 10 mL; H_2O terbentuk 40 mL.
Langkah 2 – Perbandingan koefisien. 20 : 40 : 10 : 40 = 2 : 4 : 1 : 4 → $2N_xO_Y + 4H_2 \rightarrow N_2 + 4H_2O$.
Langkah 3 – Setarakan atom. N: 2x = 2 → x = 1. O: 2y = 4 → y = 2. Rumusnya **NO_2**.

Cek ulang: $2NO_2 + 4H_2 \rightarrow N_2 + 4H_2O$; N: 2 = 2 ✓; O: 4 = 4 ✓; H: 8 = 8 ✓.

Analisis opsi:
• A ✗ N_2O: perbandingan N : O terbalik.
• B ✗ NO: hanya memakai perbandingan N_2 : H_2O (10 : 40) tanpa memperhatikan bahwa N_2 beratom dua.
• C ✓ NO_2.
• D ✗ N_2O_4 mempunyai perbandingan N : O yang sama (1 : 2), tetapi 20 mL N_2O_4 akan menghasilkan 20 mL N_2, bukan 10 mL. *Jebakan: berhenti pada perbandingan atom, tidak memeriksa volume.*
• E ✗ N_2O_5: memakai volume H_2 awal (50 mL), bukan yang bereaksi (40 mL). *Jebakan: membaca kolom "sebelum".*

Jawaban: C.

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

No. 25 Kunci: D

Konsep: rendemen = hasil nyata ÷ hasil **teoretis** × 100 %. Hasil teoretis dihitung dari pereaksi pembatas.

Langkah 1 – Mol pereaksi. Fe = 8,4 ÷ 56 = 0,15 mol. $CuSO_4$: Mr = 63,5 + 32 + 64 = 159,5 → 15,95 ÷ 159,5 = 0,10 mol.
Langkah 2 – Pembatas. Koefisien 1 : 1 → $CuSO_4$ (0,10 mol) pembatas; Fe berlebih.
Langkah 3 – Cu teoretis. 0,10 mol × 63,5 = 6,35 g.
Langkah 4 – Rendemen. 5,08 ÷ 6,35 × 100 % = **80,0 %**.

Analisis opsi:
• A ✗ 31,8 %: membagi massa Cu dengan massa $CuSO_4$. *Jebakan: rendemen dihitung terhadap massa pereaksi.*
• B ✗ 40,0 %: menganggap hasil teoretis 2 × 6,35 g.
• C ✗ 53,3 %: menganggap Fe pembatas (Cu teoretis 0,15 mol = 9,525 g). *Jebakan: tidak membandingkan mol kedua pereaksi.*
• D ✓ 80,0 %.
• E ✗ 125,0 %: pembagian terbalik (teoretis ÷ nyata); rendemen tidak mungkin lebih dari 100 %.

Jawaban: D.

Latihan sub bab 2.1

No. 1 Kunci: C

Konsep: molaritas = mol zat terlarut ÷ volume larutan (L).

Langkah. n NaCl = 2,6 ÷ 58,5 = 0,0444 mol dalam 1 L → **0,044 M**.

Analisis opsi:
• A ✗ Hasil dibagi 10 lagi (salah menggeser koma).
• B ✗ Massa dibagi 100, bukan dibagi Mr. *Jebakan: menganggap gram per liter sama dengan mol per liter.*
• C ✓ 0,044 M.
• D ✗ Dikali 10.
• E ✗ Massa (g/L) dianggap molaritas.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: mol = M × V; pada pencampuran, mol dijumlahkan; pada pengenceran, mol tetap ($M_1V_1 = M_2V_2$).

Pernyataan 1. n = 2,0 × 0,100 = 0,20 mol → massa = 0,20 × 40 = 8,0 g → **Benar**.
Pernyataan 2. n total = 0,20 + 0,50 × 0,300 = 0,35 mol; V = 0,400 L → 0,35 ÷ 0,400 = 0,875 M → **Benar**.
Pernyataan 3. 2,0 × 100 = 0,50 × V_2 → V_2 = 400 mL. Volume akhir 400 mL, jadi air yang ditambahkan hanya 300 mL → **Salah**. *Jebakan: menganggap V_2 sebagai volume air yang ditambahkan.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 3 Kunci: D

Konsep: molalitas = mol zat terlarut ÷ massa **pelarut** (kg). Anggap 100 g larutan.

Langkah 1. 100 g larutan berisi 40 g etilen glikol dan 60 g air.
Langkah 2. n = 40 ÷ 62 = 0,645 mol.
Langkah 3. m = 0,645 ÷ 0,060 kg = **10,8 m**.

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

Analisis opsi:

- A ✗ Massa air tidak diubah ke kilogram.
- B ✗ Kesalahan menggeser koma.
- C ✗ Dibagi massa **larutan** (0,100 kg), bukan massa pelarut. *Jebakan: menyamakan molalitas dengan mol per kg larutan.*
- D ✓ 10,8 m.
- E ✗ Dibagi massa etilen glikol (0,040 kg).

Jawaban: D.

Latihan sub bab 2.2

No. 1 Kunci: A

Konsep: senyawa kovalen polar seperti HCl tidak mengandung ion dalam wujud murninya, tetapi dapat terion ketika bereaksi dengan air: $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$.

Analisis opsi:

- A ✓ HCl kovalen polar yang terion dalam air.
- B ✗ HCl bukan senyawa ion; gas HCl tersusun dari molekul. *Jebakan: menganggap semua elektrolit adalah senyawa ion.*
- C ✗ Air murni hampir tidak menghantarkan listrik.
- D ✗ Gas HCl murni tidak mengandung ion sama sekali.
- E ✗ Ionisasi terjadi karena reaksi dengan air, bukan karena arus listrik.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: D

Konsep: derajat ionisasi α = mol terion ÷ mol mula-mula; $i = 1 + (n - 1)\alpha$, dengan n = jumlah ion dari satu satuan rumus.

Langkah. $\alpha = 0{,}15 \div 0{,}20 = 0{,}75$. $AB_2 \rightarrow A^{2+} + 2B^- \rightarrow n = 3$. $i = 1 + (3 - 1) \times 0{,}75 =$ **2,5**.

Analisis opsi:

- A ✗ 0,75 adalah α, bukan i.
- B ✗ n dianggap 2 (hanya A^{2+} dan B^-).
- C ✗ i dihitung sebagai $n \times \alpha$.
- D ✓ 2,5.
- E ✗ Dianggap terion sempurna (i = n). *Jebakan: lupa bahwa ionisasinya hanya sebagian.*

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: B

Konsep: elektrolit kuat terion sempurna (semua partikel berupa ion), elektrolit lemah terion sebagian (sebagian besar molekul utuh), nonelektrolit tidak terion.

Langkah. I: semua berupa ion → elektrolit kuat → KNO_3 (garam). II: sebagian kecil terion → elektrolit lemah → HF (asam lemah). III: semua molekul utuh → nonelektrolit → etanol.

Analisis opsi:

- A ✗ HF asam lemah, tidak terion sempurna. *Jebakan: menganggap semua asam halida kuat.*
- B ✓ I = KNO_3, II = HF, III = etanol.
- C ✗ Etanol tidak terion.
- D ✗ Etanol tidak terion sebagian.
- E ✗ KNO_3 terion sempurna.

Jawaban: B.

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

Latihan sub bab 2.3

No. 1 Kunci: C

Konsep: $\Delta Tb = Kb \times m \times i$; untuk NaCl, i = 2.

Langkah. n = 11,7 ÷ 58,5 = 0,20 mol; m = 0,20 ÷ 0,500 = 0,40 m. $\Delta Tb = 0{,}52 \times 0{,}40 \times 2 = 0{,}416$ °C → Tb = **100,42 °C**.

Analisis opsi:

- A ✗ Molalitas dianggap 0,2 (massa air diabaikan) dan i diabaikan.
- B ✗ i (= 2) diabaikan. *Jebakan: menganggap garam seperti zat nonelektrolit.*
- C ✓ 100,42 °C.
- D ✗ i dikalikan dua kali.
- E ✗ Molalitas dianggap 1.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: E

Konsep: $\Delta Tf = Kf \times m \times i$. Pada molalitas sama, penurunan titik beku sebanding dengan i.

Langkah. Untuk i = 1: $\Delta Tf = 1{,}86 \times 0{,}10 = 0{,}186$ °C → P dan S (urea, glukosa). i = 2 → 0,372 °C → Q (NaCl). i = 3 → 0,558 °C → R ($CaCl_2$).

Analisis opsi:

- A ✗ P menunjukkan i = 1.
- B ✗ Q dan R menunjukkan i lebih dari 1.
- C ✗ Q tidak mungkin glukosa karena penurunannya dua kali urea.
- D ✗ NaCl dan $CaCl_2$ tertukar. *Jebakan: tidak menghitung jumlah ion $CaCl_2$ (3 ion).*
- E ✓ P, S nonelektrolit; Q NaCl; R $CaCl_2$.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: hukum Raoult: $P = X_{pelarut} \times P°$, sehingga $\Delta P = X_{terlarut} \times P°$. Untuk elektrolit, jumlah partikel bertambah sesuai faktor i.

Pernyataan 1. Grafik berupa garis lurus menurun; $\Delta P = X_{glukosa} \times 31{,}8$ → **Benar**.
Pernyataan 2. $P = (1 - 0{,}10) \times 31{,}8 = 28{,}6$ mmHg → **Benar**.
Pernyataan 3. NaCl terion menjadi Na^+ dan Cl^-, sehingga jumlah partikel terlarut lebih banyak dan tekanan uap lebih rendah daripada larutan glukosa → **Salah**. *Jebakan: lupa bahwa elektrolit menghasilkan lebih banyak partikel.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

Latihan sub bab 2.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: untuk asam lemah, $[H^+] = \sqrt{(Ka \times M)}$. Pada konsentrasi sama, Ka terkecil memberi $[H^+]$ terkecil dan pH tertinggi.

Langkah. Ka terkecil adalah HCN ($6{,}2 \times 10^{-10}$). $[H^+] = \sqrt{(6{,}2 \times 10^{-11})} \approx 7{,}9 \times 10^{-6}$ → pH ≈ 5,1, paling tinggi di antara kelimanya.

Analisis opsi:

- A ✗ Ka terbesar → asam terkuat → pH terendah. *Jebakan: mengira Ka besar berarti pH besar.*
- B ✗ Ka besar.
- C ✗ Ka sedang.

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

- D ✗ Ka lebih besar daripada HCN.
- E ✓ Asam sianida.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: D

Konsep: untuk basa lemah, $[OH^-] = \sqrt{(Kb \times M)}$; pOH = −log $[OH^-]$; pH = 14 − pOH.

Langkah. $[OH^-] = \sqrt{(10^{-5} \times 10^{-1})} = 10^{-3}$ M → pOH = 3 → pH = **11**.

Analisis opsi:

- A ✗ 3 adalah pOH, belum diubah ke pH. *Jebakan: berhenti di pOH.*
- B ✗ Kb diperlakukan seperti $[OH^-]$ tanpa akar.
- C ✗ Kesalahan menghitung akar.
- D ✓ 11.
- E ✗ Amonia dianggap basa kuat ($[OH^-]$ = 0,1 M).

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: B

Konsep: warna indikator menunjukkan rentang pH larutan; pH di atas 7 berarti basa.

Langkah. Pada gambar, warna hijau muncul pada pH sekitar 10–11 → larutan sabun bersifat basa.

Analisis opsi:

- A ✗ pH 1–2 berwarna merah.
- B ✓ Hijau ↔ pH 10–11.
- C ✗ pH 7 berwarna ungu kebiruan.
- D ✗ pH 5–6 berwarna ungu.
- E ✗ pH 14 berwarna kuning. *Jebakan: menganggap setiap sabun pasti basa sangat kuat.*

Jawaban: B.

Latihan sub bab 2.5

No. 1 Kunci: B

Konsep: titrasi balik: asam berlebih bereaksi dengan sampel, lalu sisanya dititrasi. Mol asam yang bereaksi dengan sampel = mol asam awal − mol asam sisa.

Langkah 1. HCl awal = 50,0 × 0,50 = 25,0 mmol. HCl sisa = NaOH = 15,0 × 0,50 = 7,5 mmol.
Langkah 2. HCl yang bereaksi dengan $Mg(OH)_2$ = 25,0 − 7,5 = 17,5 mmol → $Mg(OH)_2$ = 17,5 ÷ 2 = 8,75 mmol.
Langkah 3. Massa = 8,75 × 58 = 507,5 mg ≈ **0,51 g**.

Analisis opsi:

- A ✗ Mol sisa (7,5 mmol) dianggap mol yang bereaksi dengan tablet. *Jebakan: tertukar HCl sisa dan HCl yang bereaksi.*
- B ✓ 0,51 g.
- C ✗ Seluruh HCl awal dianggap bereaksi dengan tablet.
- D ✗ Perbandingan koefisien 1 : 2 tidak dipakai.
- E ✗ Seluruh HCl dianggap bereaksi dan koefisien tidak dipakai.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: C

Konsep: setiap indikator menunjukkan warna asam di bawah trayeknya dan warna basa di atas trayeknya. Gabungkan batasan dari semua indikator.

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

Langkah. Metil jingga kuning → pH ≥ 4,4. Bromtimol biru kuning → pH ≤ 6,0. Fenolftalein tak berwarna → pH ≤ 8,3. Irisan: **4,4–6,0**.

Analisis opsi:

- A ✗ Bertentangan dengan metil jingga kuning.
- B ✗ Pada rentang itu metil jingga masih jingga atau merah.
- C ✓ 4,4–6,0.
- D ✗ Bromtimol biru akan berwarna hijau atau biru. *Jebakan: membaca satu indikator saja.*
- E ✗ Fenolftalein akan berwarna merah muda.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: B

Konsep: mol NaOH = 2 × mol asam oksalat yang dititrasi; hanya 25,0 mL dari 100,0 mL larutan yang dipakai.

Langkah 1. n asam oksalat total = 0,63 ÷ 126 = 0,0050 mol → konsentrasi = 0,050 M.
Langkah 2. Dalam 25,0 mL: 0,050 × 25,0 = 1,25 mmol → NaOH = 2 × 1,25 = 2,50 mmol.
Langkah 3. M NaOH = 2,50 ÷ 20,0 = **0,125 M**.

Analisis opsi:

- A ✗ Faktor 2 (asam diprotik) tidak dipakai.
- B ✓ 0,125 M.
- C ✗ Mr dihitung tanpa air kristal (90), sehingga mol asam oksalat terlalu besar.
- D ✗ Seluruh 5,0 mmol asam oksalat dianggap dititrasi dan faktor 2 tidak dipakai. *Jebakan: lupa bahwa hanya seperempat larutan yang dititrasi.*
- E ✗ Seluruh asam oksalat dianggap dititrasi dengan faktor 2.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 2.6

No. 1 Kunci: D

Konsep: pH penyangga asam lemah = pKa + log ([basa konjugasi] ÷ [asam]).

Langkah. pH = 6,1 + log 20 = 6,1 + (log 2 + log 10) = 6,1 + 1,3 = **7,4**.

Analisis opsi:

- A ✗ Perbandingan dibalik (log 1/20 = −1,3).
- B ✗ Hanya pKa; perbandingan konsentrasi tidak dipakai.
- C ✗ log 20 dianggap 1.
- D ✓ 7,4.
- E ✗ log 20 dianggap 2. *Jebakan: menyamakan log 20 dengan log 100.*

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: NH_4Cl adalah garam dari basa lemah dan asam kuat; ion NH_4^+ terhidrolisis menghasilkan H^+, sehingga larutannya asam. $[H^+] = \sqrt{((Kw \div Kb) \times [\text{garam}])}$.

Langkah. $[H^+] = \sqrt{((10^{-14} \div 10^{-5}) \times 10^{-1})} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}$ M → pH = **5**.

Analisis opsi:

- A ✗ Garam dianggap asam kuat.
- B ✓ 5.
- C ✗ Semua garam dianggap netral. *Jebakan: lupa hidrolisis.*

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

- D ✗ Rumus untuk garam basa (pOH) dipakai sebagai pH.
- E ✗ Larutan dianggap basa seperti amonia.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A, B, D

Konsep: penyangga terdiri atas asam lemah + basa konjugasinya atau basa lemah + asam konjugasinya. Penyangga juga terbentuk bila asam lemah direaksikan dengan basa kuat (atau sebaliknya) dan yang lemah **bersisa**.

Analisis setiap campuran:

- A ✓ CH_3COOH dan CH_3COO^-.
- B ✓ NH_3 dan NH_4^+.
- C ✗ HCl asam kuat; tidak membentuk penyangga.
- D ✓ CH_3COOH 20 mmol + NaOH 10 mmol → sisa CH_3COOH 10 mmol dan terbentuk CH_3COONa 10 mmol.
- E ✗ NH_3 5 mmol dan HCl 5 mmol habis bereaksi → hanya NH_4Cl (hidrolisis). *Jebakan: tidak menghitung apakah pereaksi lemah bersisa.*

Jawaban: A, B, dan D.

Latihan sub bab 2.7

No. 1 Kunci: C

Konsep: endapan mulai terbentuk ketika $[Ag^+]$ mencapai Ksp ÷ $[X^-]$. Garam yang memerlukan $[Ag^+]$ paling kecil mengendap paling awal.

Langkah. $[Ag^+]$ yang diperlukan: AgCl = $1{,}8 \times 10^{-8}$ M; AgBr = $5{,}0 \times 10^{-11}$ M; AgI = $8{,}3 \times 10^{-15}$ M. Yang terkecil AgI.

Analisis opsi:

- A ✗ AgCl memerlukan $[Ag^+]$ paling besar, jadi mengendap paling akhir. *Jebakan: mengira Ksp terbesar mengendap lebih dulu.*
- B ✗ AgBr mengendap setelah AgI.
- C ✓ AgI.
- D ✗ $[Ag^+]$ yang diperlukan berbeda jauh.
- E ✗ $AgNO_3$ terus ditambahkan sehingga Ksp tercapai.

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: C

Konsep: $PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2I^-$; bila kelarutan s mol/L, maka Ksp = $s \times (2s)^2 = 4s^3$.

Langkah. $4s^3 = 4 \times 10^{-9} \rightarrow s^3 = 10^{-9} \rightarrow s = 10^{-3}$ mol/L. Dalam gram: $10^{-3} \times 461 =$ **0,46 g/L**.

Analisis opsi:

- A ✗ Kelarutan dalam mol/L ditulis sebagai g/L.
- B ✗ Ksp dianggap s^2 (rumus garam AB).
- C ✓ 0,46 g/L.
- D ✗ Ksp dianggap $2s^3$ (lupa mengkuadratkan 2s). *Jebakan: menulis Ksp = s(2s) bukan s(2s)².*
- E ✗ Ksp dianggap s^3.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: ion senama menurunkan kelarutan; ion yang bereaksi dengan salah satu ion hasil pelarutan menaikkan kelarutan. Ksp hanya bergantung pada suhu.

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

Pernyataan 1. H^+ bereaksi dengan OH^- membentuk air → $[OH^-]$ turun → kesetimbangan bergeser ke kanan → lebih banyak $Mg(OH)_2$ larut → **Benar**. (Itulah cara obat ini menetralkan asam lambung.)
Pernyataan 2. NaOH menambah ion senama OH^- → kesetimbangan bergeser ke kiri → kelarutan **turun** → **Salah**. *Jebakan: mengira penambahan zat apa pun menambah kelarutan.*
Pernyataan 3. $MgCl_2$ mengubah kelarutan, tetapi Ksp tetap karena suhu tetap → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 2.8

No. 1 Kunci: D

Konsep: partikel koloid dapat bermuatan listrik dan bergerak dalam medan listrik (prinsip elektroforesis). Pada pengendap Cottrell, partikel asap diberi muatan oleh elektrode bertegangan tinggi, lalu tertarik ke pelat bermuatan berlawanan dan menggumpal.

Analisis opsi:
• A ✗ Efek Tyndall hanya penghamburan cahaya; tidak memisahkan debu.
• B ✗ Tidak ada membran dalam alat ini.
• C ✗ Adsorpsi bukan prinsip alat ini.
• D ✓ Muatan listrik partikel koloid.
• E ✗ Tidak ada larutan garam yang ditambahkan. *Jebakan: menganggap setiap penggumpalan adalah koagulasi oleh elektrolit.*

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: A

Konsep: koloid pelindung adalah koloid yang membungkus partikel koloid lain sehingga partikel itu tidak menggumpal atau membentuk kristal besar.

Analisis opsi:
• A ✓ Gelatin melindungi butiran agar tetap halus.
• B ✗ Pengkoagulasi justru menggumpalkan partikel. *Jebakan: menganggap zat tambahan selalu menggumpalkan.*
• C ✗ Adsorben menyerap zat lain pada permukaannya (misalnya norit).
• D ✗ Gelatin bukan elektrolit.
• E ✗ Medium pendispersi es krim adalah cairan adonan, bukan gelatin.

Jawaban: A.

No. 3 Kunci: B

Konsep: kondensasi = partikel kecil (ion atau molekul) bergabung menjadi partikel koloid; dispersi = partikel besar dipecah menjadi partikel koloid, misalnya digerus (mekanik) atau dengan zat pemecah (peptisasi).

Langkah. (1) Hidrolisis $FeCl_3$ membentuk $Fe(OH)_3$ dari ion-ion → kondensasi. (2) Belerang digerus → dispersi mekanik. (3) Endapan dipecah oleh sedikit elektrolit (HCl) → peptisasi.

Analisis opsi:
• A ✗ Percobaan (1) dan (2) tertukar.
• B ✓ Kondensasi, dispersi mekanik, peptisasi.
• C ✗ (2) bukan peptisasi karena tidak ada zat pemecah.
• D ✗ (1) membentuk partikel dari ion, bukan memecah endapan. *Jebakan: menganggap setiap penambahan larutan adalah peptisasi.*
• E ✗ (3) memecah endapan, bukan menggabungkan ion.

Jawaban: B.

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

Kuis Akhir Bab 2

No. 1 Kunci: E

Konsep: % volume = volume zat murni ÷ volume larutan × 100 %. Bila bahan yang dicampurkan tidak murni, hitung dulu volume zat murninya.

Langkah 1 – Hitung kadar setiap batch.

- A: 350 ÷ 500 = 70,0 %
- B: 700 ÷ 1.000 = 70,0 %
- C: 1.500 ÷ 2.000 = 75,0 %
- D: 580 ÷ 800 = 72,5 %
- E: etanol murni = 0,96 × 720 = 691,2 mL → 691,2 ÷ 1.000 = 69,1 %

Langkah 2 – Bandingkan dengan syarat "minimal 70 %". 70,0 % masih memenuhi; hanya E yang di bawah 70 %.

Analisis opsi:

- A ✗ Kadarnya tepat 70 %; "minimal 70 %" berarti 70 % sudah memenuhi. *Jebakan: membaca "minimal" sebagai "lebih dari".*
- B ✗ Sama dengan A, 70 %.
- C ✗ 75 % memenuhi.
- D ✗ 72,5 % memenuhi.
- E ✓ 69,1 %. *Jebakan: menghitung 720 ÷ 1.000 = 72 % tanpa memperhitungkan bahwa etanolnya hanya 96 %.*

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: C

Konsep: pengenceran tidak mengubah mol zat terlarut: $M_1V_1 = M_2V_2$.

Langkah. $5 \times V_1 = 0{,}5 \times 250 \rightarrow V_1 = 125 \div 5 = 25$ mL.

Cek: larutan diencerkan 250 ÷ 25 = 10 kali, dan 5 M ÷ 10 = 0,5 M ✓.

Analisis opsi:

- A ✗ 2,5 mL: salah menggeser koma (membagi 125 dengan 50).
- B ✗ 12,5 mL: membagi hasil dua kali.
- C ✓ 25 mL.
- D ✗ 50 mL: memakai perbandingan 1 : 5, bukan 1 : 10.
- E ✗ 225 mL: ini volume **air** yang ditambahkan (250 − 25), bukan volume HCl 5 M. *Jebakan: menjawab yang tidak ditanyakan.*

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: $M = \dfrac{10 \times \rho \times \%\ \text{massa}}{M_r}$; massa larutan = volume × massa jenis; pengenceran $M_1V_1 = M_2V_2$.

Pernyataan 2 (dihitung dulu). $M = \dfrac{10 \times 1{,}40 \times 65}{63} = 14{,}4$ M → **Benar**.

Pernyataan 1. $V_1 = \dfrac{1{,}0 \times 500}{14{,}4} = 34{,}7$ mL, bukan 50 mL → **Salah**. *Jebakan: membulatkan molaritas menjadi 10 M.*

Pernyataan 3. 100 mL × 1,40 g/mL = 140 g → **Benar**.

Cek: 1 L larutan = 1.400 g; HNO_3 = 0,65 × 1.400 = 910 g = 14,4 mol ✓.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

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

No. 4 Kunci: D

Konsep: elektrolit kuat (terion sempurna) → lampu terang, banyak gelembung; elektrolit lemah (terion sebagian) → redup, sedikit gelembung; nonelektrolit → tidak menyala, tanpa gelembung.

Langkah 1 – Kelompokkan zat. Elektrolit kuat: HCl, NaCl. Elektrolit lemah: CH_3COOH, NH_3. Nonelektrolit: C_2H_5OH.
Langkah 2 – Kelompokkan data. Kuat: 1 dan 4. Lemah: 2 dan 5. Nonelektrolit: 3.
Langkah 3 – Periksa setiap pasangan. Kedua bagian pasangan harus cocok.

Analisis opsi:
• A ✗ Larutan 1 terang, padahal etanol nonelektrolit.
• B ✗ Larutan 3 tidak menyala, padahal asam asetat elektrolit lemah. *Jebakan: menganggap asam lemah tidak menghantar sama sekali.*
• C ✗ Larutan 2 redup, padahal NaCl elektrolit kuat.
• D ✓ Larutan 2 redup cocok untuk NH_3 (basa lemah), larutan 4 terang cocok untuk HCl.
• E ✗ Larutan 3 tidak menyala, padahal NH_3 elektrolit lemah.

Jawaban: D.

No. 5 Kunci: C

Konsep: lampu redup = elektrolit lemah, yaitu zat yang hanya sebagian kecil terion di dalam air.

Langkah 1 – Periksa tiap zat.
• Urea: molekul kovalen yang tidak terion dalam air → nonelektrolit.
• Etanol: gugus –OH terikat kovalen pada karbon dan tidak lepas sebagai ion → nonelektrolit.
• Asam asetat: gugus –COOH melepas H^+ ke air, tetapi hanya sebagian kecil molekul → **elektrolit lemah**.
• Natrium asetat: senyawa ion yang terurai sempurna → elektrolit kuat (lampu terang).

Analisis opsi:
• A ✗ Urea tidak terion; lampu tidak menyala.
• B ✗ Gugus –OH pada etanol bukan ion hidroksida. *Jebakan: setiap zat yang memiliki "OH" dikira basa.*
• C ✓ Asam asetat terion sebagian.
• D ✗ Natrium asetat terion sempurna sehingga lampu terang.
• E ✗ Etanol tidak terion; pernyataan hanya benar untuk asam asetat.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: E

Konsep: makin banyak partikel terlarut, makin rendah tekanan uap larutan, sehingga garis larutan pada diagram P–T makin bergeser: titik beku makin ke kiri (rendah) dan titik didih makin ke kanan (tinggi). Jumlah partikel sebanding dengan $m \times i$.

Langkah 1 – Jumlah partikel. Glukosa: 0,5 × 1 = 0,5. NaCl: 0,5 × 2 = 1,0. NaCl memiliki partikel dua kali lebih banyak.
Langkah 2 – Baca diagram. Larutan II (hijau) bergeser paling jauh dari garis air: titik bekunya paling kiri dan titik didihnya paling kanan. Jadi larutan II = NaCl, larutan I = glukosa.

Analisis opsi:
• A ✗ Garis yang paling dekat dengan air adalah larutan dengan partikel paling sedikit, yaitu glukosa.
• B ✗ Sifat koligatif bergantung pada jumlah partikel, bukan ukuran partikel. *Jebakan: menganggap partikel besar berpengaruh lebih besar.*
• C ✗ Pada 1 atm, titik didih larutan II berada paling kanan, jadi lebih tinggi daripada larutan I.
• D ✗ Titik beku larutan II paling kiri, jadi paling rendah.
• E ✓ NaCl menggeser titik beku dan titik didih paling besar.

Jawaban: E.

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

No. 7 Kunci: D

Konsep: pada osmosis, pelarut (air) berpindah melalui membran semipermeabel ke larutan yang **konsentrasi partikelnya lebih besar**. Konsentrasi partikel = M × i.

Langkah 1 – Konsentrasi partikel. Glukosa: 0,1 × 1 = 0,1 M partikel. NaCl: 0,1 × 2 = 0,2 M partikel (Na^+ dan Cl^-).
Langkah 2 – Arah perpindahan air. Dari kiri (0,1) ke kanan (0,2) → permukaan kanan naik.

Cek: tekanan osmotik NaCl = 2 × tekanan osmotik glukosa pada molaritas sama.

Analisis opsi:
• A ✗ Molaritas sama, tetapi jumlah partikel berbeda karena NaCl elektrolit. *Jebakan: melupakan faktor i.*
• B ✗ Ukuran partikel tidak menentukan arah osmosis.
• C ✗ Membran hanya dilalui air; ion tidak berpindah.
• D ✓ Air berpindah ke sisi NaCl.
• E ✗ Arah dibalik; air justru bergerak menuju larutan yang lebih pekat.

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: C

Konsep: $\Delta T_f = K_f \times m \times i$; titik beku larutan = 0 °C − ΔTf.

Langkah 1 – Molalitas. mol $CaCl_2$ = 222 ÷ 111 = 2 mol dalam 1 kg air → m = 2.
Langkah 2 – Faktor i. $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- \rightarrow$ 3 ion → i = 3.
Langkah 3 – ΔTf. 1,86 × 2 × 3 = 11,16 °C → titik beku = **−11,16 °C**.

Analisis opsi:
• A ✗ −3,72 °C: lupa faktor i (dianggap nonelektrolit).
• B ✗ −7,44 °C: memakai i = 2 (mengira $CaCl_2$ hanya menghasilkan 2 ion). *Jebakan: menyamakan dengan NaCl.*
• C ✓ −11,16 °C.
• D ✗ −14,88 °C: memakai i = 4.
• E ✗ 11,16 °C: ini ΔTf, bukan titik beku; titik beku larutan berada di bawah 0 °C.

Jawaban: C.

No. 9 Kunci: C

Konsep: $\Delta T_f = K_f \times m \times i$. Kf air tidak diberikan, tetapi dapat ditentukan dari data larutan urea (nonelektrolit, i = 1).

Langkah 1 – Kf dari urea. mol urea = 3,0 ÷ 60 = 0,05 mol; m = 0,05 ÷ 0,100 kg = 0,5 m. Kf = 0,93 ÷ 0,5 = 1,86 °C/m.
Langkah 2 – Molalitas X. m = 0,62 ÷ 1,86 = 0,333 m → mol X = 0,333 × 0,100 = 0,0333 mol.
Langkah 3 – Mr X. 4,0 ÷ 0,0333 = **120**.

Cek dengan KCl: 3,725 ÷ 74,5 = 0,05 mol → 0,5 m × 2 (i) × 1,86 = 1,86 °C ✓, sehingga Kf yang dipakai konsisten.

Analisis opsi:
• A ✗ 12: membagi dengan 1 kg, bukan 0,1 kg (salah satuan massa pelarut).
• B ✗ 60: menyamakan X dengan urea karena massanya hampir sama.
• C ✓ 120.
• D ✗ 240: memakai i = 2 untuk X, padahal X nonelektrolit. *Jebakan: meniru data KCl.*
• E ✗ 1.200: memakai massa pelarut 100 kg.

Jawaban: C.

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

No. 10 Kunci: B

Konsep: $\pi = M \times R \times T \times i$, dengan T dalam kelvin. Isotonik berarti tekanan osmotiknya sama dengan darah.

Langkah 1 – Hitung RT. T = 310 K → RT = 0,082 × 310 = 25,4.

Langkah 2 – π setiap larutan.

- NaCl 0,075 M: 0,075 × 2 × 25,4 = 3,8 atm
- NaCl 0,15 M: 0,15 × 2 × 25,4 = **7,6 atm**
- NaCl 0,30 M: 15,2 atm
- glukosa 0,15 M: 0,15 × 1 × 25,4 = 3,8 atm
- $CaCl_2$ 0,15 M: 0,15 × 3 × 25,4 = 11,4 atm

Langkah 3 – Bandingkan dengan 7,7 atm. Yang paling dekat: NaCl 0,15 M.

Analisis opsi:

- A ✗ 3,8 atm, hipotonik.
- B ✓ 7,6 atm.
- C ✗ 15,2 atm, hipertonik. *Jebakan: menghitung tanpa i lalu memilih konsentrasi 0,30 M agar hasilnya 7,6.*
- D ✗ 3,8 atm, karena glukosa tidak terion. *Jebakan: menyamakan glukosa dengan NaCl pada molaritas sama.*
- E ✗ 11,4 atm, karena $CaCl_2$ menghasilkan 3 ion.

Jawaban: B.

No. 11 Kunci: A

Konsep: kenaikan titik didih sebanding dengan jumlah partikel terlarut, $m \times i$.

Langkah. Urea: 0,1 × 1 = 0,1. KCl → $K^+ + Cl^-$: 0,1 × 2 = 0,2. $MgCl_2$ → $Mg^{2+} + 2Cl^-$: 0,1 × 3 = 0,3. Makin banyak partikel, makin tinggi titik didih → urutan dari terendah: urea, KCl, $MgCl_2$.

Analisis opsi:

- A ✓ urea, KCl, $MgCl_2$.
- B ✗ Urutan terbalik (dari tertinggi). *Jebakan: tertukar dengan urutan titik beku.*
- C ✗ KCl punya partikel lebih banyak daripada urea.
- D ✗ $MgCl_2$ menghasilkan 3 ion, lebih banyak daripada KCl.
- E ✗ Molalitas sama, tetapi jumlah partikel berbeda karena faktor i.

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: E

Konsep: pasangan asam–basa konjugat adalah dua spesi yang hanya berbeda **tepat satu H^+**. Ikuti arah perpindahan H^+.

Langkah 1 – Ikuti H^+. HSO_4^- melepas H^+ menjadi SO_4^{2-} → HSO_4^- asam, SO_4^{2-} basa konjugatnya. CO_3^{2-} menerima H^+ menjadi HCO_3^- → CO_3^{2-} basa, HCO_3^- asam konjugatnya.

Langkah 2 – Pasangan konjugat. HSO_4^-/SO_4^{2-} dan HCO_3^-/CO_3^{2-}. Yang ada di pilihan: HSO_4^- dan SO_4^{2-}.

Analisis opsi:

- A ✗ HSO_4^- dan CO_3^{2-} adalah pasangan asam dan basa yang **bereaksi**, bukan pasangan konjugat. *Jebakan: memasangkan dua pereaksi.*
- B ✗ Keduanya basa dan berasal dari dua pasangan yang berbeda.
- C ✗ Keduanya asam (pemberi H^+).
- D ✗ Dua hasil reaksi; bukan pasangan konjugat.
- E ✓ Berbeda tepat satu H^+.

Jawaban: E.

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

No. 13 Kunci: D

Konsep: asam kuat terion sempurna: pengenceran 10 kali menurunkan [H⁺] 10 kali dan menaikkan pH 1 satuan. Asam lemah: $[\mathrm{H}^+] = \sqrt{K_a \times M}$, sehingga pengenceran 10 kali hanya menurunkan [H⁺] $\sqrt{10}$ ≈ 3,2 kali, atau pH naik sekitar 0,5.

Langkah – Baca grafik. HCl: 1 → 2 → 3 → 4 (naik 1 tiap 10 kali). Asam asetat: 3 → 3,5 → 4 → 4,5 (naik 0,5).

Analisis opsi:

- A ✗ Hanya berlaku untuk HCl. *Jebakan: menyamakan asam lemah dengan asam kuat.*
- B ✗ pH lebih tinggi berarti [H⁺] lebih kecil; asam asetat lebih lemah.
- C ✗ Asam yang diencerkan hanya mendekati pH 7, tidak melewatinya.
- D ✓ Kenaikan 0,5 per pengenceran 10 kali.
- E ✗ Pada asam lemah, makin encer justru makin banyak molekul yang terion (α naik); itulah sebabnya pH naik kurang dari 1.

Jawaban: D.

No. 14 Kunci: B

Konsep: untuk asam lemah, $[\mathrm{H}^+] = \sqrt{K_a \times M}$.

Langkah 1. $[\mathrm{H}^+] = \sqrt{10^{-4} \times 0{,}04} = \sqrt{4 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{-3}$ M.

Langkah 2. pH = 3 − log 2 = 3 − 0,3 = **2,7**.

Cek: pH asam lemah 0,04 M harus lebih tinggi daripada pH asam kuat 0,04 M (1,4) ✓.

Analisis opsi:

- A ✗ 1,4: menghitung seperti asam kuat ([H⁺] = 0,04). *Jebakan: lupa bahwa asam format lemah.*
- B ✓ 2,7.
- C ✗ 3,0: lupa faktor 2 (memakai [H⁺] = 10^{-3}).
- D ✗ 5,4: lupa mengakarkan ([H⁺] = 4×10^{-6}).
- E ✗ 11,3: menukar pH dengan pOH (14 − 2,7).

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: A

Konsep: titik ekuivalen adalah titik tengah lonjakan pH. Pada titik itu mol HA = mol NaOH. Indikator yang tepat adalah yang trayeknya berada di dalam lonjakan pH di sekitar titik ekuivalen.

Langkah 1 – Baca titik ekuivalen. Lonjakan terjadi pada 20 mL NaOH.
Langkah 2 – Konsentrasi HA. mol NaOH = 0,1 × 20 = 2 mmol = mol HA → M = 2 ÷ 25 = **0,08 M**.
Langkah 3 – Indikator. Titik ekuivalen berada di sekitar pH 8,3 (di atas 7, karena garamnya terhidrolisis basa). Trayek fenolftalein (8,0–10,0) berada di dalam lonjakan.

Analisis opsi:

- A ✓ 0,08 M dan fenolftalein.
- B ✗ 0,10 M: menganggap volume NaOH sama dengan volume asam (25 mL).
- C ✗ Metil merah berubah warna pada pH 4,2–6,3, jauh sebelum titik ekuivalen. *Jebakan: memilih indikator seperti titrasi asam kuat.*
- D ✗ 0,05 M: membagi mol dengan volume total campuran (40 mL).
- E ✗ 0,16 M: mengalikan dua (menganggap HA melepas 2 H⁺).

Jawaban: A.

No. 16 Kunci: C

Konsep: pada titik ekuivalen mol HCl = mol NaOH. Data yang menyimpang dibuang sebelum dirata-ratakan. Hitung mundur: alikuot → larutan encer → sampel asli.

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

Langkah 1 – Volume rata-rata. (22,4 + 22,6) ÷ 2 = 22,5 mL.
Langkah 2 – mmol HCl dalam 25,0 mL alikuot. 0,200 × 22,5 = 4,50 mmol.
Langkah 3 – mmol dalam 250,0 mL larutan encer. 4,50 × (250 ÷ 25) = 45,0 mmol.
Langkah 4 – Konsentrasi sampel asli. Semua 45,0 mmol berasal dari 10,0 mL cairan → 45,0 ÷ 10,0 = **4,50 M**.

Analisis opsi:
• A ✗ 0,450 M: lupa faktor 250 ÷ 25 (memakai mmol alikuot).
• B ✗ 1,80 M: membagi 45,0 mmol dengan 25,0 mL (volume alikuot), bukan volume sampel asli.
• C ✓ 4,50 M.
• D ✗ 4,66 M: memakai rata-rata ketiga data, termasuk data yang menyimpang. *Jebakan: tidak membuang data percobaan 3.*
• E ✗ 9,00 M: mengalikan dua, seolah-olah HCl melepas dua H^+.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: E

Konsep: indikator berubah warna sesuai trayeknya. Fenolftalein merah muda hanya pada pH 8,0–10,0.

Langkah. Bandingkan pH setiap sampel dengan 8,0. Hanya sampel T (pH 9,2) yang berada di dalam trayek merah muda.

Analisis opsi:
• A ✗ pH 3,1, asam → tidak berwarna.
• B ✗ pH 6,5 → tidak berwarna.
• C ✗ pH 7,0 netral → tidak berwarna. *Jebakan: mengira larutan netral sudah merah muda.*
• D ✗ pH 7,8 sedikit basa, tetapi masih di bawah 8,0. *Jebakan: menyamakan "basa" dengan "merah muda".*
• E ✓ pH 9,2.

Jawaban: E.

No. 18 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: $a \times M_a \times V_a = b \times M_b \times V_b$; H_2SO_4 melepas 2 H^+ (a = 2). Garam dari asam kuat dan basa kuat bersifat netral.

Pernyataan 1. 2 × Ma × 25,0 = 1 × 0,10 × 30,0 → Ma = 3,0 ÷ 50 = **0,06 M**, bukan 0,12 M → **Salah**. *Jebakan: lupa a = 2.*
Pernyataan 2. $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$. Na_2SO_4 berasal dari asam kuat dan basa kuat sehingga tidak terhidrolisis → netral → **Benar**.
Pernyataan 3. Pada titrasi asam kuat–basa kuat, lonjakan pH sangat panjang (sekitar pH 3–11), sehingga metil merah (4,2–6,3) maupun fenolftalein berubah warna hampir pada volume yang sama → **Benar**.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 19 Kunci: B

Konsep: penyangga basa: $[\mathrm{OH^-}] = K_b \times \frac{n_{\mathrm{NH_3}}}{n_{\mathrm{NH_4^+}}}$. HCl bereaksi dengan sebagian NH_3 membentuk NH_4^+.

Langkah 1 – [OH⁻] yang diinginkan. pH 9 → pOH 5 → $[OH^-] = 10^{-5}$ = Kb. Jadi mol NH_3 sisa harus sama dengan mol NH_4^+.
Langkah 2 – Tabel reaksi (misalkan HCl = x mmol). NH_3 mula-mula 20 mmol. Setelah reaksi: NH_3 = 20 − x; NH_4^+ = x.
Langkah 3. 20 − x = x → x = 10 mmol → V HCl = 10 ÷ 0,2 = **50 mL**.

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

Cek: $[OH^-] = 10^{-5} \times 10 \div 10 = 10^{-5}$ → pH 9 ✓.

Analisis opsi:
• A ✗ 25 mL: NH_3 sisa 15, NH_4^+ 5 → pH 9,48.
• B ✓ 50 mL.
• C ✗ 75 mL: NH_3 sisa 5, NH_4^+ 15 → pH 8,52.
• D ✗ 100 mL: semua NH_3 habis; larutan hanya NH_4Cl yang terhidrolisis asam, bukan penyangga. *Jebakan: menyamakan volume HCl dengan volume NH_3.*
• E ✗ 200 mL: HCl berlebih; larutan bersifat asam kuat.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: A

Konsep: lakmus biru menjadi merah dalam larutan asam; lakmus merah menjadi biru dalam larutan basa; dalam larutan netral keduanya tidak berubah. Sifat larutan garam mengikuti induk yang kuat.

Langkah 1 – Baca gambar. K: lakmus biru menjadi merah → **asam**. L: kedua lakmus tidak berubah → **netral**. M dan N: lakmus merah menjadi biru → **basa**.
Langkah 2 – Sifat garam. NH_4Cl (asam kuat + basa lemah) → asam. KNO_3 (asam kuat + basa kuat) → netral. CH_3COONa dan Na_2CO_3 (asam lemah + basa kuat) → basa.
Langkah 3 – Cocokkan. K = NH_4Cl; L = KNO_3; M dan N = CH_3COONa dan Na_2CO_3 (urutannya tidak dapat dibedakan dengan lakmus).

Analisis opsi:
• A ✓ K asam (NH_4Cl), L netral (KNO_3).
• B ✗ K bersifat asam, bukan netral; M bersifat basa, bukan asam.
• C ✗ L netral, padahal CH_3COONa basa; N basa, padahal KNO_3 netral.
• D ✗ M basa, padahal NH_4Cl asam.
• E ✗ K asam, padahal CH_3COONa basa. *Jebakan: menganggap garam yang mengandung "asam" asetat bersifat asam.*

Jawaban: A.

No. 21 Kunci: C

Konsep: Q dihitung seperti Ksp, dengan konsentrasi ion **setelah dicampur**. $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$ → $Q = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$. Endapan terbentuk bila Q lebih besar daripada Ksp.

Langkah 1 – Konsentrasi setelah dicampur (volume menjadi dua kali). $[Ag^+] = 1 \times 10^{-4}$ M; $[CrO_4^{2-}] = 1 \times 10^{-4}$ M.
Langkah 2 – Q. $(1 \times 10^{-4})^2 \times (1 \times 10^{-4}) = 1 \times 10^{-12}$.
Langkah 3 – Bandingkan. 1×10^{-12} lebih kecil daripada $1{,}1 \times 10^{-12}$ → belum jenuh, **tidak mengendap**.

Analisis opsi:
• A ✗ 8×10^{-12} diperoleh dari konsentrasi sebelum dicampur. *Jebakan: lupa pengenceran saat dicampur.*
• B ✗ 1×10^{-8} diperoleh tanpa memangkatkan $[Ag^+]$ dengan 2.
• C ✓ $Q = 1 \times 10^{-12}$, lebih kecil daripada Ksp.
• D ✗ Nilai Q salah (tanpa pangkat), dan 1×10^{-8} justru lebih besar daripada Ksp.
• E ✗ Q tidak sama dengan Ksp.

Jawaban: C.

No. 22 Kunci: D

Konsep: hidroksida mulai mengendap saat Q = Ksp. Hidroksida yang memerlukan $[OH^-]$ paling kecil mengendap lebih dulu. Untuk $M(OH)_2$: $[OH^-] = \sqrt{K_{sp} \div [M^{2+}]}$.

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

Langkah – $[OH^-]$ minimum (semua $[M^{2+}] = 0{,}01$ M):
• $Cu(OH)_2$: $\sqrt{(2{,}2 \times 10^{-18})} = 1{,}5 \times 10^{-9}$ M
• $Zn(OH)_2$: $\sqrt{(3{,}0 \times 10^{-15})} = 5{,}5 \times 10^{-8}$ M
• $Mg(OH)_2$: $\sqrt{(1{,}8 \times 10^{-9})} = 4{,}2 \times 10^{-5}$ M
• $Ca(OH)_2$: $\sqrt{(5{,}5 \times 10^{-4})} = 2{,}3 \times 10^{-2}$ M
Urutan dari $[OH^-]$ terkecil: Cu, Zn, Mg, Ca.

Cek: karena keempat hidroksida berjenis rumus sama dan konsentrasi ionnya sama, urutannya sama dengan urutan Ksp dari terkecil.

Analisis opsi:
• A ✗ Urutan terbalik. *Jebakan: mengira Ksp besar berarti cepat mengendap.*
• B ✗ Mg dan Zn tertukar; Zn memerlukan $[OH^-]$ jauh lebih kecil.
• C ✗ Zn dan Cu tertukar, dan Ca ditempatkan sebelum Mg.
• D ✓ Cu, Zn, Mg, Ca.
• E ✗ Konsentrasi sama, tetapi Ksp berbeda, sehingga $[OH^-]$ yang diperlukan berbeda.

Jawaban: D.

No. 23 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$, $Ksp = [Ag^+][Cl^-]$. Bila larutan sudah mengandung salah satu ion tersebut (**ion senama**), kesetimbangan bergeser ke kiri dan kelarutan turun: $s \approx Ksp \div [\text{ion senama}]$.

Pernyataan 1. NaCl 0,01 M: $s = 1{,}8 \times 10^{-10} \div 0{,}01 = 1{,}8 \times 10^{-8}$. NaCl 0,1 M: $s = 1{,}8 \times 10^{-9}$. Perbandingannya 10 kali → **Benar**.
Pernyataan 2. KNO_3 tidak mengandung Ag^+ maupun Cl^-, sehingga bukan ion senama; grafik menunjukkan kelarutannya sama dengan dalam air murni → **Salah**. *Jebakan: menganggap setiap garam terlarut menurunkan kelarutan.*
Pernyataan 3. $AgNO_3$ 0,01 M memberi $[Ag^+] = 0{,}01$; $s = Ksp \div 0{,}01 = 1{,}8 \times 10^{-8}$, sama dengan NaCl 0,01 M → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 24 Kunci: E

Konsep: larutan sejati: berkas cahaya tidak tampak dan tidak mengendap. Koloid: berkas cahaya tampak (efek Tyndall) dan tidak mengendap. Suspensi: partikel besar, lama-lama mengendap.

Langkah 1 – Golongkan. P: berkas tidak tampak → larutan sejati. Q: berkas tampak, tidak ada endapan → koloid. R: mengendap → suspensi.
Langkah 2 – Cocokkan contoh. Larutan gula = larutan sejati; santan = koloid (emulsi); air kapur keruh atau air berlumpur = suspensi.

Analisis opsi:
• A ✗ Susu adalah koloid sehingga akan menunjukkan efek Tyndall; larutan garam tidak mengendap.
• B ✗ Larutan cuka adalah larutan sejati, bukan koloid.
• C ✗ Kabut adalah koloid (aerosol cair); air sungai berlumpur adalah suspensi.
• D ✗ Larutan garam tidak menunjukkan efek Tyndall; santan tidak mengendap. *Jebakan: menganggap campuran keruh selalu suspensi.*
• E ✓ P larutan gula (larutan), Q santan encer (koloid).

Jawaban: E.

No. 25 Kunci: A, C, E

Konsep: tentukan apa yang sebenarnya terjadi pada partikel dalam setiap peristiwa.

Analisis setiap pasangan:
• A ✓ Partikel debu menghamburkan cahaya sehingga berkas sinar tampak → efek Tyndall.

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

• B ✗ Tawas menggumpalkan koloid tanah liat (koagulasi) dan menyerap kotoran (adsorpsi); tidak ada membran yang memisahkan ion. *Jebakan: menukar dialisis dengan koagulasi.*
• C ✓ Koloid tanah liat sungai menggumpal saat bertemu ion-ion garam di air laut → koagulasi.
• D ✗ Norit bekerja dengan menyerap racun pada permukaannya → adsorpsi, bukan elektroforesis.
• E ✓ Darah dialirkan melalui membran; urea dan ion kecil keluar, sedangkan protein dan sel tertahan → dialisis.

Jawaban: A, C, dan E.

Latihan sub bab 3.1

No. 1 Kunci: B

Konsep: ΔH = Σ energi ikatan yang diputus − Σ energi ikatan yang dibentuk.

Langkah 1 – Diputus. 1 N≡N + 3 H–H = 945 + 3(436) = 2.253 kJ.
Langkah 2 – Dibentuk. 2 NH_3 × 3 N–H = 6(391) = 2.346 kJ.
Langkah 3. ΔH = 2.253 − 2.346 = **−93 kJ**.

Analisis opsi:
• A ✗ Hanya satu H–H yang dihitung. *Jebakan: lupa koefisien 3 pada H_2.*
• B ✓ −93 kJ.
• C ✗ Ini ΔH per mol NH_3; soal meminta untuk persamaan yang ditulis (2 mol NH_3).
• D ✗ Rumus dibalik (dibentuk − diputus).
• E ✗ Hanya energi ikatan yang dibentuk, tanpa tanda yang benar.

Jawaban: B.

No. 2 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: reaksi endoterm (ΔH positif) menghasilkan zat yang entalpinya lebih tinggi. Reaksi kebalikannya memiliki ΔH yang sama besar dengan tanda berlawanan. ΔH sebanding dengan jumlah mol.

Pernyataan 1. Garis hasil berada di atas garis pereaksi → entalpi hasil lebih tinggi → **Benar**.
Pernyataan 2. Pembakaran glukosa adalah kebalikan fotosintesis → ΔH = −2.803 kJ (melepaskan 2.803 kJ) → **Benar**.
Pernyataan 3. 0,5 mol glukosa → 0,5 × 2.803 = 1.401,5 kJ, bukan 5.606 kJ → **Salah**. *Jebakan: mengalikan dengan 2, padahal mol berkurang setengahnya.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 3 Kunci: C

Konsep: hukum Hess: susun persamaan-persamaan yang diketahui (balik dan kalikan bila perlu) agar jumlahnya sama dengan reaksi yang ditanyakan.

Langkah. Kalikan persamaan 1 dengan 2: −788 kJ. Pakai persamaan 2 apa adanya: −286 kJ. Balik persamaan 3: +1.300 kJ. Jumlahkan: −788 − 286 + 1.300 = **+226 kJ**.

Analisis opsi:
• A ✗ Semua ΔH dijumlahkan tanpa membalik persamaan 3.
• B ✗ Tanda terbalik.
• C ✓ +226 kJ.
• D ✗ Persamaan 1 tidak dikalikan 2. *Jebakan: lupa koefisien 2 pada karbon.*
• E ✗ Hanya membalik persamaan pembakaran etuna.

Jawaban: C.

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

Latihan sub bab 3.2

No. 1 Kunci: C

Konsep: laju berbanding terbalik dengan waktu ($v \propto 1/t$). Dari data, orde reaksi terhadap tiosulfat dapat ditentukan.

Langkah 1 – Orde. Konsentrasi dijadikan setengah, waktu menjadi dua kali (laju setengahnya) → orde 1.

Langkah 2 – Waktu. Laju $\propto [S_2O_3^{2-}]$; 0,25 ÷ 0,20 = 1,25 kali → waktu = 20 ÷ 1,25 = **16 s**.

Analisis opsi:

- A ✗ Laju dianggap dua kali lipat hanya karena konsentrasi dinaikkan.
- B ✗ Reaksi dianggap berorde 2.
- C ✓ 16 s.
- D ✗ Reaksi dianggap berorde 0.
- E ✗ Waktu dianggap sebanding dengan konsentrasi. *Jebakan: lupa bahwa waktu berbanding terbalik dengan laju.*

Jawaban: C.

No. 2 Kunci: E

Konsep: suhu menentukan energi kinetik partikel. Pada suhu rendah, partikel bergerak lebih lambat dan hanya sedikit yang memiliki energi sama dengan atau lebih besar daripada energi aktivasi, sehingga tumbukan efektif jarang terjadi.

Analisis opsi:

- A ✗ Energi aktivasi tidak berubah karena suhu. *Jebakan: menganggap suhu mengubah energi aktivasi.*
- B ✗ Lemari pendingin tidak menambahkan zat apa pun.
- C ✗ Suhu tidak mengubah luas permukaan.
- D ✗ Katalis justru mempercepat reaksi.
- E ✓ Jumlah tumbukan efektif berkurang.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: E

Konsep: energi aktivasi = puncak kurva − energi keadaan awal. Untuk reaksi balik, keadaan awalnya adalah hasil (B).

Langkah. Puncak tanpa katalis = 170 kJ; energi B = 20 kJ. Ea balik = 170 − 20 = **150 kJ**. (Ea maju tanpa katalis = 170 − 50 = 120 kJ; ΔH maju = 20 − 50 = −30 kJ.)

Analisis opsi:

- A ✗ 30 kJ adalah besar ΔH.
- B ✗ Ea maju dikurangi ΔH (120 − 30).
- C ✗ Ea balik dengan katalis (120 − 20).
- D ✗ Ea maju tanpa katalis. *Jebakan: membaca Ea dari pereaksi untuk reaksi balik.*
- E ✓ 150 kJ.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 3.3

No. 1 Kunci: D

Konsep: perubahan konsentrasi atau volume membuat konsentrasi melonjak tiba-tiba pada saat gangguan. Perubahan suhu tidak membuat lonjakan; konsentrasi berubah perlahan sesuai arah pergeseran.

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

Langkah 1 – Bentuk grafik. Pada t_1 tidak ada lonjakan; $[NO_2]$ naik perlahan dan $[N_2O_4]$ turun perlahan → bergeser ke kiri.
Langkah 2 – Penyebab. Reaksi ke kanan eksoterm, jadi ke kiri endoterm. Pergeseran ke arah endoterm terjadi bila suhu **dinaikkan**.

Analisis opsi:
- A ✗ Penambahan NO_2 membuat $[NO_2]$ melonjak tiba-tiba, lalu bergeser ke kanan.
- B ✗ Pengecilan volume membuat semua konsentrasi melonjak dan bergeser ke kanan.
- C ✗ Katalis tidak menggeser kesetimbangan.
- D ✓ Suhu dinaikkan.
- E ✗ Penurunan suhu menggeser ke kanan (eksoterm). *Jebakan: tertukar arah eksoterm dan endoterm.*

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: B

Konsep: Kp ditulis seperti Kc, tetapi memakai tekanan parsial gas: Kp = (P hasil) ÷ (P pereaksi), masing-masing dipangkatkan koefisiennya.

Langkah. Kp = (P_CO × P_Cl_2) ÷ P_$COCl_2$ = (0,2 × 0,2) ÷ 0,5 = **0,08**.

Analisis opsi:
- A ✗ Penyebut tidak dipakai.
- B ✓ 0,08.
- C ✗ Hanya satu tekanan parsial hasil yang dipakai.
- D ✗ Kebalikan 0,4.
- E ✗ Rumus dibalik (pereaksi ÷ hasil). *Jebakan: menulis Kp terbalik.*

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: zat padat dan cair murni tidak ditulis dalam rumus K dan tidak menggeser kesetimbangan. Untuk reaksi ini, Kc = $[CO_2]$.

Pernyataan 1. Konsentrasi padatan tetap → tidak menggeser → **Benar**.
Pernyataan 2. Padatan tidak dituliskan; Kc = $[CO_2]$ → **Salah**. *Jebakan: menuliskan semua zat dalam rumus K.*
Pernyataan 3. CO_2 dikeluarkan → $[CO_2]$ turun → bergeser ke kanan → $CaCO_3$ terus terurai → **Benar**. (Itulah sebabnya tanur kapur dibuat terbuka di bagian atas.)

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Latihan sub bab 3.4

No. 1 Kunci: E

Konsep: E°sel = E°katode − E°anode; nilai terbesar diperoleh dari pasangan E° terkecil (anode) dan E° terbesar (katode). Notasi sel: anode | ion anode || ion katode | katode.

Langkah. Anode Mg (−2,37 V), katode Ag (+0,80 V). E°sel = 0,80 − (−2,37) = **3,17 V**; notasi Mg | Mg^{2+} || Ag^+ | Ag.

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

Analisis opsi:

- A ✗ Nilai benar, tetapi notasinya terbalik (katode ditulis di kiri). *Jebakan: urutan notasi sel.*
- B ✗ E° Mg dipakai tanpa tanda negatif (2,37 − 0,80).
- C ✗ Bukan pasangan dengan E°sel terbesar.
- D ✗ E°sel Mg–Cu lebih kecil daripada Mg–Ag.
- E ✓ Mg | Mg^{2+} || Ag^{+} | Ag, 3,17 V.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: B

Konsep: pada reaksi redoks, jumlah elektron yang diterima oksidator sama dengan yang dilepas reduktor.

Langkah 1 – Perubahan biloks. Mn: +7 → +2 (menerima $5e^-$ per MnO_4^-). C: +3 → +4; satu $C_2O_4^{2-}$ berisi 2 atom C → melepas $2e^-$.
Langkah 2 – Perbandingan. $5e^- \times 2 = 2e^- \times 5 \rightarrow 2MnO_4^- : 5C_2O_4^{2-}$. Persamaan setara: $2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$.
Langkah 3. mol MnO_4^- = 2/5 × 0,010 = **0,004 mol**.

Analisis opsi:

- A ✗ Elektron per oksalat dianggap 1 (2 atom C diabaikan).
- B ✓ 0,004 mol.
- C ✗ Perbandingan dianggap 1 : 1. *Jebakan: tidak menyetarakan elektron.*
- D ✗ Perbandingan dibalik (5/2).
- E ✗ Dikali 5.

Jawaban: B.

No. 3 Kunci: A

Konsep: pada penyepuhan, benda yang dilapisi dijadikan katode (kutub negatif), tempat ion logam pelapis tereduksi menjadi logam. Logam pelapis dijadikan anode agar larut dan menggantikan ion yang terpakai.

Langkah. Sendok (P) ke kutub negatif: $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ (menempel di sendok). Batang perak (Q) ke kutub positif: $Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$.

Analisis opsi:

- A ✓ Sendok sebagai katode.
- B ✗ Bila menjadi anode, sendok besi justru teroksidasi dan larut. *Jebakan: menganggap benda yang dilapisi adalah anode.*
- C ✗ Perak hanya larut bila menjadi anode (kutub positif).
- D ✗ Rangkaian tidak bekerja.
- E ✗ Ion Ag^+ bermuatan positif tertarik ke katode (negatif), dan harus tereduksi agar menempel.

Jawaban: A.

Kuis Akhir Bab 3

No. 1 Kunci: D

Konsep: kalor yang diterima larutan dihitung dengan $q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Kalor itu berasal dari reaksi, sehingga ΔH reaksi = −q dibagi jumlah mol zat yang bereaksi.

Langkah 1 – Kalor yang diterima larutan. $q = 100 \times 4{,}2 \times (35{,}6 - 25{,}0) = 4.452$ J = 4,452 kJ.
Langkah 2 – Mol NaOH. n = 4,0 ÷ 40 = 0,10 mol.
Langkah 3 – ΔH per mol. Suhu naik → reaksi eksoterm → ΔH = −4,452 ÷ 0,10 = −44,5 kJ/mol.

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

Analisis opsi:

• A ✗ Tandanya terbalik. Suhu larutan naik berarti sistem melepas kalor, jadi ΔH negatif. *Jebakan: memakai tanda q untuk ΔH.*
• B ✗ Hasil membagi 4,452 kJ dengan massa NaOH (4,0 g), bukan dengan mol.
• C ✗ Ini kalor total (kJ), belum dibagi jumlah mol.
• D ✓ −44,5 kJ/mol.
• E ✗ Mol NaOH salah dihitung menjadi 0,01 mol.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: reaksi endoterm menyerap kalor dari lingkungan sehingga lingkungan menjadi dingin; entalpi hasil lebih tinggi daripada pereaksi dan ΔH positif.

Pernyataan 1. Kulit terasa dingin karena kalor dari kulit dan udara (lingkungan) diserap oleh proses pelarutan (sistem) → **Benar**.
Pernyataan 2. Penurunan suhu yang dirasakan adalah suhu lingkungan. Sistem menyerap kalor, sehingga ΔH bernilai **positif → Salah**. *Jebakan: "suhu turun" diartikan ΔH negatif.*
Pernyataan 3. Pada reaksi endoterm, H hasil lebih tinggi daripada H pereaksi → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 3 Kunci: B

Konsep: menurut hukum Hess, ΔH hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir. Jalur langsung = jalur bertahap.

Langkah 1 – Cari ΔH_2 ($SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$). $-396 = -297 + \Delta H_2 \rightarrow \Delta H_2 = -99$ kJ.
Langkah 2 – Balik arah reaksi. Penguraian SO_3 adalah kebalikan ΔH_2, jadi ΔH = **+99 kJ**.

Analisis opsi:

• A ✗ −99 kJ adalah ΔH pembentukan SO_3 dari SO_2; arah reaksi belum dibalik. *Jebakan: lupa membalik tanda.*
• B ✓ +99 kJ.
• C ✗ +198 kJ berlaku untuk 2 mol SO_3; soal meminta 1 mol.
• D ✗ +297 kJ hanya membalik ΔH pembentukan SO_2.
• E ✗ +693 kJ = 297 + 396; kedua nilai dijumlahkan, padahal seharusnya dikurangkan.

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: C

Konsep: ΔH = Σ energi ikatan yang diputus − Σ energi ikatan yang dibentuk. Memutus ikatan menyerap energi, membentuk ikatan melepas energi.

Langkah 1 – Ikatan yang diputus (pereaksi). C=C + 4 C–H + H–H = 614 + 4(413) + 436 = 2.702 kJ.
Langkah 2 – Ikatan yang dibentuk (hasil). C–C + 6 C–H = 348 + 6(413) = 2.826 kJ.
Langkah 3. ΔH = 2.702 − 2.826 = **−124 kJ**.
(Cara ringkas: hanya ikatan yang berubah. Diputus C=C + H–H = 1.050; dibentuk C–C + 2 C–H = 1.174; ΔH = −124 kJ.)

Analisis opsi:

• A ✗ −560 kJ: ikatan H–H yang diputus tidak dihitung.
• B ✗ −266 kJ: hanya membandingkan C=C dengan C–C dan tandanya pun terbalik.
• C ✓ −124 kJ.
• D ✗ +124 kJ: rumus dibalik (dibentuk − diputus). *Jebakan: tertukar urutan pengurangan.*
• E ✗ +702 kJ: dua ikatan C–H baru pada etana lupa dihitung.

Jawaban: C.

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

No. 5 Kunci: D

Konsep: kalor yang diserap air = m·c·ΔT. Karena hanya 60 % kalor pembakaran yang sampai ke air, kalor pembakaran yang diperlukan lebih besar daripada kalor yang diserap air.

Langkah 1 – Kalor yang diserap air. q = 2.000 × 4,2 × 75 = 630.000 J = 630 kJ.
Langkah 2 – Kalor pembakaran yang diperlukan. 630 ÷ 0,60 = 1.050 kJ.
Langkah 3 – Massa butana. n = 1.050 ÷ 2.877 = 0,365 mol → massa = 0,365 × 58 = **21,2 g**.

Analisis opsi:
• A ✗ 0,36 adalah jumlah mol butana, belum diubah menjadi massa.
• B ✗ 7,6 g: efisiensi 60 % dipakai sebagai pengali (630 × 0,6), padahal seharusnya pembagi. *Jebakan: arah efisiensi terbalik.*
• C ✗ 12,7 g: efisiensi diabaikan.
• D ✓ 21,2 g.
• E ✗ 28,2 g: ΔT dianggap 100 °C, padahal suhu awal 25 °C.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: C

Konsep: ΔH reaksi = ΣΔHf° hasil − ΣΔHf° pereaksi. Nilai ini berlaku per mol reaksi, lalu dikalikan jumlah mol yang bereaksi.

Langkah 1 – ΔH per mol. ΔH = [(−635) + (−394)] − (−1.207) = +178 kJ/mol (endoterm, perlu pemanasan).
Langkah 2 – Mol $CaCO_3$. 500 kg = 500.000 g → n = 500.000 ÷ 100 = 5.000 mol.
Langkah 3 – Kalor total. 5.000 × 178 = 890.000 kJ = **$8{,}9 \times 10^5$ kJ**.

Analisis opsi:
• A ✗ +178 kJ hanya untuk 1 mol $CaCO_3$.
• B ✗ Massa 500 kg tidak diubah ke gram, sehingga mol dianggap 5.
• C ✓ $+8{,}9 \times 10^5$ kJ.
• D ✗ Tanda negatif berarti melepas kalor, padahal penguraian $CaCO_3$ menyerap kalor. *Jebakan: rumus dibalik (pereaksi − hasil).*
• E ✗ Semua ΔHf° dijumlahkan tanpa memperhatikan hasil dan pereaksi.

Jawaban: C.

No. 7 Kunci: E

Konsep: konsentrasi pereaksi turun dan konsentrasi hasil naik. Perbandingan laju perubahan konsentrasi = perbandingan koefisien reaksi.

Langkah 1 – Kenali kurva. Kurva I turun → pereaksi N_2O_5. Kurva II dan III naik → hasil. Koefisien NO_2 (4) empat kali koefisien O_2 (1), jadi kurva yang naik paling curam (II) adalah NO_2, dan kurva III adalah O_2.
Langkah 2 – Perbandingan laju. laju N_2O_5 : laju NO_2 : laju O_2 = 2 : 4 : 1. Pada akhir grafik, kenaikan II (0,70 M) memang empat kali kenaikan III (0,175 M).

Analisis opsi:
• A ✗ Kurva I turun, jadi kurva itu pereaksi (N_2O_5), bukan hasil. *Jebakan: tertukar pereaksi dan hasil.*
• B ✗ Kenaikan paling curam milik zat berkoefisien terbesar, yaitu NO_2.
• C ✗ Kemiringan kurva I makin landai; laju makin kecil karena pereaksi makin sedikit.
• D ✗ Laju NO_2 dua kali laju N_2O_5 (4 : 2).
• E ✓ Kurva III = O_2; laju O_2 : laju NO_2 = 1 : 4.

Jawaban: E.

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

No. 8 Kunci: D

Konsep: orde reaksi ditentukan dari data percobaan, bukan dari koefisien. Bandingkan dua percobaan yang hanya berbeda pada satu pereaksi.

Langkah 1 – Orde NO (percobaan 1 dan 2). [NO] naik 2 kali, laju naik 4 kali → $2^m = 4$ → m = 2.
Langkah 2 – Orde H_2 (percobaan 1 dan 3). $[H_2]$ naik 3 kali, laju naik 3 kali → n = 1.
Langkah 3 – Tetapan laju. $v = k[\mathrm{NO}]^2[\mathrm{H_2}] \rightarrow k = 2{,}0 \times 10^{-4} \div (0{,}10^2 \times 0{,}10) = 0{,}20.$
Langkah 4. $v = 0{,}20 \times 0{,}30^2 \times 0{,}20 = 3{,}6 \times 10^{-3}$ M/s.

Analisis opsi:
- A ✗ Kedua pereaksi dianggap berorde 1.
- B ✗ Hanya NO yang diperhitungkan (orde H_2 dianggap 0).
- C ✗ Orde kedua pereaksi tertukar (NO orde 1, H_2 orde 2).
- D ✓ $3{,}6 \times 10^{-3}$ M/s.
- E ✗ Orde diambil dari koefisien reaksi (2 dan 2). *Jebakan: orde = koefisien.*

Jawaban: D.

No. 9 Kunci: A

Konsep: untuk menyelidiki pengaruh satu faktor, hanya faktor itu yang dibedakan (variabel bebas); faktor lain dibuat sama (variabel terkontrol).

Langkah. Cari dua percobaan dengan suhu berbeda, tetapi bentuk magnesium dan konsentrasi HCl sama. P (pita, 1 M, 25 °C) dan T (pita, 1 M, 40 °C) hanya berbeda suhunya.

Analisis opsi:
- A ✓ Hanya suhu yang berbeda.
- B ✗ P dan Q berbeda bentuk magnesium; pasangan ini menyelidiki luas permukaan.
- C ✗ Q dan S berbeda konsentrasi dan suhu sekaligus, sehingga pengaruh suhu tidak dapat dipisahkan. *Jebakan: memilih pasangan yang suhunya berbeda tanpa memeriksa faktor lain.*
- D ✗ R dan T berbeda konsentrasi dan suhu.
- E ✗ P dan S berbeda pada ketiga faktor.

Jawaban: A.

No. 10 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: katalis mempercepat reaksi dengan menyediakan jalur berenergi aktivasi lebih rendah. Katalis tidak mengubah jumlah hasil reaksi dan tidak menaikkan suhu.

Pernyataan 1. Kedua kurva mendatar mendekati 60 mL. Jumlah H_2O_2 sama, jadi O_2 total sama; katalis hanya mempercepat tercapainya volume akhir → **Benar**.
Pernyataan 2. Pada kurva I, volume O_2 pada detik ke-50 = 50 mL. Laju rata-rata = 50 mL ÷ 50 s = 1,0 mL/s → **Benar**.
Pernyataan 3. Energi kinetik rata-rata partikel ditentukan oleh suhu, dan suhu kedua percobaan sama. MnO_2 menurunkan energi aktivasi sehingga lebih banyak tumbukan yang efektif → **Salah**. *Jebakan: menyamakan peran katalis dengan peran suhu.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 11 Kunci: B

Konsep: laju rata-rata = perubahan konsentrasi ÷ selang waktu; perbandingan laju antarzat = perbandingan koefisien.

Langkah 1. Laju pembentukan HI = 0,24 ÷ 60 = $4{,}0 \times 10^{-3}$ M/s.
Langkah 2. Koefisien H_2 : HI = 1 : 2, jadi laju berkurangnya H_2 = ½ × $4{,}0 \times 10^{-3}$ = **$2{,}0 \times 10^{-3}$ M/s**.

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

Analisis opsi:

• A ✗ Laju HI dibagi 4.

• B ✓ $2{,}0 \times 10^{-3}$ M/s.

• C ✗ Ini laju pembentukan HI; perbandingan koefisien belum dipakai. *Jebakan: menganggap semua zat berubah dengan laju yang sama.*

• D ✗ Laju HI malah dikalikan 2.

• E ✗ 0,24 dibagi 2 tanpa dibagi waktu.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: D

Konsep: makin luas permukaan bidang sentuh, makin banyak partikel yang dapat bertumbukan, sehingga frekuensi tumbukan efektif dan laju reaksi meningkat.

Langkah. Tepung dalam karung hanya bersentuhan dengan oksigen pada permukaan luarnya. Debu tepung berupa butiran sangat halus yang tersebar di udara, sehingga hampir setiap butir dikelilingi oksigen. Tumbukan dengan oksigen menjadi sangat sering dan pembakaran berlangsung sangat cepat (meledak).

Analisis opsi:

• A ✗ Zatnya sama, sehingga energi aktivasinya sama; yang berbeda adalah luas permukaannya. *Jebakan: mengira bentuk zat mengubah energi aktivasi.*

• B ✗ Suhu udara ruang produksi tidak berubah karena debu.

• C ✗ Percikan api memberi energi awal untuk melampaui energi aktivasi; api bukan katalis.

• D ✓ Luas permukaan sangat besar → tumbukan sangat sering.

• E ✗ Tidak ada alasan kadar oksigen di ruang itu lebih tinggi.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: A

Konsep: kesetimbangan bersifat dinamis: reaksi maju dan balik tetap berlangsung dengan laju yang sama, sehingga konsentrasi tetap (tetapi tidak harus sama besar).

Langkah 1 – Baca grafik. Setelah t_1: $[CO] = [H_2O] = 0{,}10$ M; $[CO_2] = [H_2] = 0{,}30$ M.

Langkah 2 – Hitung Kc. $K_c = \dfrac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \dfrac{0{,}30 \times 0{,}30}{0{,}10 \times 0{,}10} = 9.$

Analisis opsi:

• A ✓ Kc = 9 dan kesetimbangan dinamis.

• B ✗ Nilai Kc benar, tetapi reaksi tidak berhenti saat setimbang. *Jebakan: "konsentrasi tetap" diartikan "reaksi berhenti".*

• C ✗ Kc = 3 diperoleh dari 0,30 ÷ 0,10 tanpa mengalikan dua konsentrasi.

• D ✗ 0,11 adalah kebalikan Kc (pereaksi dibagi hasil).

• E ✗ Konsentrasi zat saat setimbang tidak sama (0,10 M dan 0,30 M).

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: A, B, E

Konsep: menurut asas Le Chatelier, kenaikan suhu menggeser kesetimbangan ke arah endoterm, dan kenaikan tekanan menggeser ke arah jumlah mol gas yang lebih kecil. Hanya suhu yang mengubah nilai K; katalis hanya mempercepat tercapainya kesetimbangan.

Analisis setiap pernyataan:

• A ✓ Kadar metanol turun saat suhu naik → kesetimbangan bergeser ke kiri (arah endoterm) → reaksi ke kanan eksoterm.

• B ✓ Pereaksi 3 mol gas, hasil 1 mol gas. Tekanan naik → bergeser ke kanan; data 50 atm → 100 atm

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

memang menaikkan kadar.

• C ✗ Untuk reaksi eksoterm, suhu naik membuat K makin kecil (kadar metanol turun). *Jebakan: mengira suhu tinggi selalu memperbesar hasil.*

• D ✗ Katalis tidak menggeser kesetimbangan; kadar setimbang tidak berubah, hanya lebih cepat tercapai.

• E ✓ Suhu rendah memberi kadar tinggi, tetapi laju terlalu lambat; industri memilih suhu kompromi.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 15 Kunci: E

Konsep: bila konsentrasi suatu zat ditambah, kesetimbangan bergeser menjauhi zat itu; bila zat dikurangi, kesetimbangan bergeser ke arah zat itu. Perubahan konsentrasi tidak mengubah Kc.

Langkah 1 – Tabung 1 (+ Fe^{3+}). Kesetimbangan bergeser ke kanan: Fe^{3+} dan SCN^- bereaksi membentuk $FeSCN^{2+}$ (makin merah). SCN^- ikut terpakai, jadi [SCN^-] lebih kecil daripada di tabung K. [Fe^{3+}] tetap lebih besar daripada di K karena pergeseran hanya mengurangi sebagian tambahan.
Langkah 2 – Tabung 3 (Fe^{3+} diikat). [Fe^{3+}] berkurang → bergeser ke kiri: $FeSCN^{2+}$ terurai (memudar), sehingga [SCN^-] bertambah.

Analisis opsi:

• A ✗ Kc hanya berubah bila suhu berubah. *Jebakan: menganggap warna makin pekat berarti Kc naik.*

• B ✗ Fe^{3+} berkurang → kesetimbangan bergeser ke kiri, bukan ke kanan.

• C ✗ Pergeseran tidak menghabiskan seluruh tambahan Fe^{3+}.

• D ✗ Bergeser ke kiri menghasilkan SCN^-, jadi [SCN^-] lebih besar.

• E ✓ SCN^- ikut bereaksi dengan Fe^{3+} tambahan.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: B

Konsep: gunakan tabel mula–reaksi–setimbang (dalam mol), lalu ubah ke konsentrasi (mol ÷ volume) sebelum dimasukkan ke rumus Kc.

Langkah 1 – Mol yang terurai. 40 % × 0,50 = 0,20 mol.
Langkah 2 – Tabel M–R–S (mol). PCl_5: 0,50 → 0,30; PCl_3: 0 → 0,20; Cl_2: 0 → 0,20.
Langkah 3 – Konsentrasi (V = 2,0 L). [PCl_5] = 0,15 M; [PCl_3] = [Cl_2] = 0,10 M.
Langkah 4. $K_c = \dfrac{0{,}10 \times 0{,}10}{0{,}15} = 0{,}067.$

Analisis opsi:

• A ✗ Penyebutnya memakai konsentrasi PCl_5 mula-mula (0,25 M), bukan saat setimbang.

• B ✓ 0,067.

• C ✗ Mol tidak dibagi volume. *Jebakan: memasukkan mol langsung ke rumus Kc padahal jumlah mol kedua ruas berbeda.*

• D ✗ 40 % dianggap 0,40 mol yang terurai.

• E ✗ Rumus Kc dibalik (pereaksi dibagi hasil).

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: C

Konsep: bandingkan kuosien reaksi $Q = \dfrac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ dengan Kc. Q lebih kecil daripada Kc → bergeser ke kanan; Q lebih besar daripada Kc → bergeser ke kiri; Q = Kc → setimbang.

Langkah – Hitung Q.

• I: $0{,}20^2 \div 0{,}20 = 0{,}20$ (lebih kecil daripada 0,36) → ke kanan.

• II: $0{,}60^2 \div 0{,}50 = 0{,}72$ (lebih besar) → ke kiri.

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

- III: $0{,}30^2 \div 0{,}25 = 0{,}36$ (sama) → setimbang.
- IV: $0{,}30^2 \div 0{,}10 = 0{,}90$ (lebih besar) → ke kiri.

Analisis opsi:

- A ✗ Campuran I bergeser ke kanan.
- B ✗ Campuran III sudah setimbang.
- C ✓ II dan IV ke kiri, III setimbang.
- D ✗ II bergeser ke kiri dan IV tidak setimbang. *Jebakan: lupa memangkatkan $[NO_2]$ dengan koefisien 2.*
- E ✗ III sudah setimbang.

Jawaban: C.

No. 18 Kunci: A

Konsep: reaksi endoterm bergeser ke kanan bila suhu dinaikkan. Zat padat tidak memengaruhi posisi kesetimbangan. Perubahan volume/tekanan hanya memengaruhi jumlah mol gas.

Langkah. ΔH positif → reaksi ke kanan endoterm → suhu dinaikkan menggeser ke kanan → H_2 bertambah. Jumlah mol gas: kiri 1 (H_2O), kanan 2 ($CO + H_2$); karbon padat tidak dihitung.

Analisis opsi:

- A ✓ Bergeser ke arah endoterm (kanan).
- B ✗ Kokas berupa padatan; konsentrasinya tetap sehingga tidak menggeser kesetimbangan. *Jebakan: menambah pereaksi padat dianggap menggeser ke kanan.*
- C ✗ Volume diperkecil → bergeser ke jumlah mol gas lebih kecil (kiri) → H_2 berkurang.
- D ✗ Katalis tidak menggeser kesetimbangan.
- E ✗ CO adalah hasil reaksi; menambahkannya menggeser ke kiri.

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: D

Konsep: pengurangan volume menaikkan konsentrasi semua gas secara serentak dengan faktor yang sama, lalu kesetimbangan bergeser ke arah jumlah mol gas yang lebih kecil.

Langkah 1 – Baca lonjakan pada t_1. Ketiga konsentrasi naik tiba-tiba menjadi dua kali semula (N_2 0,4 → 0,8; H_2 1,2 → 2,4; NH_3 0,4 → 0,8). Hanya perubahan volume yang mengubah semua konsentrasi sekaligus; volume diperkecil menjadi setengahnya.
Langkah 2 – Baca pergeseran setelah t_1. N_2 dan H_2 turun, NH_3 naik → bergeser ke kanan (4 mol gas → 2 mol gas), sesuai dengan pengurangan volume.

Analisis opsi:

- A ✗ Penambahan N_2 hanya membuat $[N_2]$ melonjak; H_2 dan NH_3 tidak melonjak.
- B ✗ Suhu tetap (diketahui di soal), dan kenaikan suhu tidak membuat konsentrasi melonjak serentak; reaksi eksoterm akan bergeser ke kiri.
- C ✗ Katalis tidak mengubah konsentrasi kesetimbangan.
- D ✓ Semua konsentrasi melonjak dua kali, lalu bergeser ke kanan.
- E ✗ Pengeluaran NH_3 membuat $[NH_3]$ turun tiba-tiba, bukan naik. *Jebakan: hanya melihat bahwa NH_3 akhirnya bertambah.*

Jawaban: D.

No. 20 Kunci: E

Konsep: jumlah bilangan oksidasi semua atom dalam senyawa netral = 0; O = −2, H = +1, logam golongan 1 = +1, golongan 2 = +2.

Langkah – Hitung biloks Cl.

- NaClO: +1 + Cl − 2 = 0 → Cl = +1.
- HCl: Cl = −1.

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

- $Ca(ClO)_2$: +2 + 2(Cl − 2) = 0 → Cl = +1.
- ClO_2: Cl + 2(−2) = 0 → Cl = +4.
- $KClO_3$: +1 + Cl + 3(−2) = 0 → Cl = **+5**.

Analisis opsi:

- A ✗ Cl = +1.
- B ✗ Cl = −1.
- C ✗ Cl = +1; indeks 2 berlaku untuk seluruh gugus ClO. *Jebakan: menganggap $Ca(ClO)_2$ berisi satu Cl.*
- D ✗ Cl = +4.
- E ✓ Cl = +5.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: zat yang biloksnya naik (teroksidasi) adalah reduktor; zat yang biloksnya turun (tereduksi) adalah oksidator. Biloks satu atom C dalam senyawa organik dihitung dari atom yang terikat padanya: tiap H = −1 bagi C, tiap ikatan ke O = +1 bagi C, ikatan C–C = 0.

Pernyataan 1. Atom C pada etanol teroksidasi (biloks naik), jadi etanol adalah **reduktor** dan melepas elektron → **Salah**. *Jebakan: tertukar istilah oksidator dan reduktor.*
Pernyataan 2. Dalam $Cr_2O_7^{2-}$: 2Cr + 7(−2) = −2 → Cr = +6; dalam Cr^{3+} biloks Cr = +3. Biloks turun → dikromat tereduksi → oksidator → **Benar**.
Pernyataan 3. C pada etanol terikat 2 H (−2), 1 O (+1), 1 C (0) → −1. C pada asam asetat terikat O rangkap dua (+2), O pada OH (+1), 1 C (0) → +3 → **Benar**.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 22 Kunci: B

Konsep: pada sel volta, elektroda dengan E° lebih besar menjadi katode (reduksi), yang lebih kecil menjadi anode (oksidasi). E°sel = E°katode − E°anode; nilai E° tidak dikalikan koefisien.

Langkah 1 – Tentukan elektroda. E° Ag lebih besar → katode = Ag ($Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$, perak mengendap); anode = Ni ($Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$, nikel larut).
Langkah 2 – E°sel. 0,80 − (−0,25) = 1,05 V.
Langkah 3 – Aliran. Elektron mengalir dari Ni ke Ag melalui kawat. Di wadah Ni terbentuk ion Ni^{2+} sehingga anion NO_3^- dari jembatan garam bergerak ke wadah Ni.

Analisis opsi:

- A ✗ Elektron mengalir dari anode (Ni) ke katode (Ag).
- B ✓ Perak mengendap di katode, E°sel = 1,05 V.
- C ✗ Ni larut sehingga massanya berkurang; 0,55 V diperoleh dari 0,80 − 0,25 (tanda E° Ni diabaikan).
- D ✗ Anion bergerak ke wadah anode (Ni) untuk menetralkan ion Ni^{2+} yang terbentuk.
- E ✗ Ni adalah anode; 1,85 V diperoleh dari 2 × 0,80 + 0,25 (E° dikalikan koefisien). *Jebakan: mengalikan E° dengan koefisien reaksi.*

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: E

Konsep: logam dengan E° lebih kecil dapat mereduksi ion logam yang E°-nya lebih besar (reaksi spontan bila E°sel positif).

Langkah 1 – Reaksi besi dengan terusi. $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$. E°sel = E° Cu − E° Fe = 0,34 − (−0,44) = +0,78 V (spontan). Besi larut sehingga ember berlubang, dan tembaga mengendap.
Langkah 2 – Logam lain. Zn (E°sel = +1,10 V) dan Pb (E°sel = +0,47 V) juga bereaksi dengan Cu^{2+}, bahkan Zn lebih cepat.

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

Analisis opsi:

• A ✗ E° Fe lebih kecil daripada E° Cu, jadi besi lebih mudah teroksidasi. *Jebakan: membaca deret volta terbalik.*

• B ✗ E° seng lebih kecil berarti seng lebih mudah bereaksi, jadi lebih tidak aman.

• C ✗ E°sel = 0,34 − (−0,13) = +0,47 V, positif; timbal juga bereaksi.

• D ✗ Yang mereduksi adalah Fe, bukan Cu; +0,10 V diperoleh dari menjumlahkan E° begitu saja.

• E ✓ Fe mereduksi Cu^{2+}, E°sel = +0,78 V.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: C

Konsep: hukum Faraday: mol elektron = I × t ÷ 96.500 (t dalam detik). Pada katode, $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$, sehingga mol Cu = ½ mol elektron.

Langkah 1. t = 30 × 60 = 1.800 s. Mol elektron = 2,0 × 1.800 ÷ 96.500 = 0,0373 mol.
Langkah 2. Mol Cu = 0,0373 ÷ 2 = 0,0187 mol.
Langkah 3. Massa Cu = 0,0187 × 63,5 = **1,18 g**.

Analisis opsi:

• A ✗ Waktu tidak diubah ke detik (30 dianggap detik).

• B ✗ Mol elektron dibagi 4.

• C ✓ 1,18 g.

• D ✗ Muatan ion Cu^{2+} diabaikan (mol Cu dianggap sama dengan mol elektron). *Jebakan: lupa membagi dengan muatan ion.*

• E ✗ Mol elektron malah dikalikan 2.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: B

Konsep: korosi besi adalah oksidasi besi (anode) dengan oksigen dan air (katode). Bila besi bersentuhan dengan logam lain, logam yang E°-nya lebih kecil menjadi anode dan teroksidasi lebih dulu.

Langkah.

• II: E° Mg lebih kecil daripada Fe → Mg menjadi anode (teroksidasi), besi menjadi katode → besi terlindung (anode korban).

• III: E° Cu lebih besar daripada Fe → besi menjadi anode → besi berkarat lebih cepat daripada paku I.

• IV: air yang dididihkan hampir tidak mengandung oksigen, dan minyak mencegah oksigen masuk → paku hampir tidak berkarat.

Analisis opsi:

• A ✗ Mg melindungi besi, bukan mempercepat korosinya.

• B ✓ Besi menjadi anode terhadap tembaga.

• C ✗ Kesimpulannya benar, tetapi alasannya terbalik: Mg menjadi anode, besi menjadi katode. *Jebakan: pada perlindungan katodik, logam pelindung justru anode.*

• D ✗ Pendidihan mengusir oksigen terlarut.

• E ✗ Sentuhan dengan tembaga mempercepat korosi paku III.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 4.1

No. 1 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: isomer rantai memiliki rumus molekul sama dengan kerangka berbeda. Atom C tersier terikat pada 3 atom C lain. Makin bercabang, gaya London makin lemah dan titik didih makin rendah.

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

Pernyataan 1. Keduanya berisi 6 atom C dan jenuh → C_6H_{14}; kerangkanya berbeda → isomer rantai → **Benar**.
Pernyataan 2. C2 dan C3 masing-masing terikat pada 3 atom C → dua C tersier → **Benar**.
Pernyataan 3. Lebih bercabang berarti luas sentuh lebih kecil dan titik didih lebih **rendah** (nilai baku: 58 °C dibanding 69 °C) → **Salah**. *Jebakan: menganggap cabang menambah gaya antarmolekul.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 2 Kunci: D

Konsep: pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume gas = perbandingan koefisien. $C_xH_y + (x + y/4)\ O_2 \rightarrow x\ CO_2 + (y/2)\ H_2O$.

Langkah 1. Perbandingan $C_xH_y : O_2 : CO_2 = 10 : 50 : 30 = 1 : 5 : 3 \rightarrow x = 3$.
Langkah 2. $x + y/4 = 5 \rightarrow y/4 = 2 \rightarrow y = 8 \rightarrow \mathbf{C_3H_8}$ (propana).

Analisis opsi:
- A ✗ x harus 3 karena CO_2 tiga kali volume hidrokarbon.
- B ✗ Oksigen yang diperlukan hanya 4 bagian.
- C ✗ Oksigen yang diperlukan 4,5 bagian. *Jebakan: menebak alkena tanpa memakai data oksigen.*
- D ✓ C_3H_8.
- E ✗ CO_2 akan 40 mL.

Jawaban: D.

No. 3 Kunci: B

Konsep: alkana berumus C_nH_{2n+2}. Rumus C_nH_{2n} (alkena/sikloalkana) dan C_nH_{2n-2} (alkuna/alkadiena) bukan alkana.

Langkah. P: 2(5) + 2 = 12 ✓ alkana. Q: $C_6H_{12} = C_nH_{2n}$ ✗. R: $C_4H_6 = C_nH_{2n-2}$ ✗. S: 2(3) + 2 = 8 ✓. T: 2(7) + 2 = 16 ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ P dan S alkana.
- B ✓ Q dan R.
- C ✗ T alkana.
- D ✗ R juga bukan alkana. *Jebakan: hanya memeriksa satu rumus.*
- E ✗ Ketiganya alkana.

Jawaban: B.

Latihan sub bab 4.2

No. 1 Kunci: E

Konsep: angka oktan adalah ukuran ketahanan bensin terhadap ketukan, dibandingkan dengan campuran acuan isooktana (100) dan n-heptana (0).

Analisis opsi:
- A ✗ Bensin tidak benar-benar mengandung 92 % isooktana. *Jebakan: menganggap angka oktan sebagai komposisi.*
- B ✗ Angka oktan tidak menyatakan energi.
- C ✗ Angka oktan bukan kadar hidrokarbon.
- D ✗ Bensin adalah campuran dengan rentang titik didih.
- E ✓ Ukuran ketahanan terhadap ketukan.

Jawaban: E.

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

No. 2 Kunci: C

Konsep: reformasi mengubah bentuk molekul tanpa mengubah jumlah atom C; senyawa siklik dan aromatik lebih tahan ketukan sehingga bilangan oktan naik. Pembentukan cincin dan ikatan rangkap melepaskan H_2.

Langkah. $C_6H_{14} \rightarrow C_6H_{12} + H_2 \rightarrow C_6H_6 + 3H_2$. Jumlah atom C tetap 6.

Analisis opsi:

- A ✗ Jumlah atom C tetap.
- B ✗ Itu perengkahan, bukan reformasi. *Jebakan: tertukar perengkahan dan reformasi.*
- C ✓ H_2 dilepas dan bilangan oktan naik.
- D ✗ H_2 justru dilepas (dehidrogenasi), bukan diadisi.
- E ✗ Rumus molekulnya berbeda (C_6H_{14}, C_6H_{12}, C_6H_6), jadi bukan isomer.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: E

Konsep: mol hasil = mol pereaksi × perbandingan koefisien; volume = massa ÷ massa jenis; volume campuran = volume etanol ÷ fraksi volume etanol.

Langkah 1. Glukosa = 90.000 ÷ 180 = 500 mol → etanol = 1.000 mol → 46.000 g.
Langkah 2. Volume etanol = 46.000 ÷ 0,79 = 58.228 mL ≈ 58,2 L.
Langkah 3. E10 = 58,2 ÷ 0,10 = **582 L**.

Analisis opsi:

- A ✗ Ini volume etanol saja, belum dibagi 10 %.
- B ✗ Koefisien 2 pada etanol tidak dipakai.
- C ✗ Massa dikalikan massa jenis, padahal seharusnya dibagi. *Jebakan: tertukar rumus massa jenis.*
- D ✗ Massa etanol (46 kg) dianggap sama dengan volumenya (46 L).
- E ✓ 582 L.

Jawaban: E.

Latihan sub bab 4.3

No. 1 Kunci: A, B, D

Konsep: alkena mengalami adisi pada ikatan rangkap; adisi HX dan H_2O mengikuti aturan Markovnikov (H masuk ke C rangkap yang mengikat H lebih banyak). Alkena juga dapat berpolimerisasi adisi.

Analisis setiap pernyataan:

- A ✓ Br masuk ke C1 dan C2 → $CH_2Br–CHBr–CH_3$.
- B ✓ H ke C1, OH ke C2 → $CH_3–CH(OH)–CH_3$ (2-propanol).
- C ✗ Menurut Markovnikov, Cl masuk ke C2 → 2-kloropropana. *Jebakan: meletakkan atom X di ujung rantai.*
- D ✓ Propena adalah monomer polipropena (PP).
- E ✗ Propena memiliki ikatan rangkap dan menghilangkan warna air brom.

Jawaban: A, B, dan D.

No. 2 Kunci: C

Konsep: setiap ikatan C=C mengadisi 1 mol Br_2; etana (jenuh) tidak bereaksi; etuna (C≡C) mengadisi 2 mol Br_2.

Langkah. Y: mol Br_2 = 24 ÷ 160 = 0,15 mol → etena = 0,15 mol. Persentase = 0,15 ÷ 0,25 × 100 % = **60 %**. (X = etana karena tidak bereaksi; Z: 80 ÷ 160 = 0,50 mol = 2 × 0,25 → etuna.)

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

Analisis opsi:
• A ✗ Tidak sesuai data.
• B ✗ 40 % adalah persentase etana. *Jebakan: menghitung komponen yang tidak bereaksi.*
• C ✓ 60 %.
• D ✗ Mol Br_2 dianggap 0,15 per 0,20 mol.
• E ✗ Seluruh isi Y dianggap etena.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: gugus –OH yang terikat pada atom C jenuh adalah gugus hidroksil (alkohol); –COOH adalah gugus karboksil (asam karboksilat) yang dapat melepas H^+. Ester (–COO–) tidak memiliki atom H pada O, melainkan gugus karbon.

Pernyataan 1. C2 mengikat –OH; C3 adalah –COOH → **Benar**.
Pernyataan 2. Pada –COOH, O tunggal mengikat H, bukan atom C; jadi gugusnya karboksil, bukan ester → **Salah**. *Jebakan: menyamakan –COOH dengan –COO–.*
Pernyataan 3. –COOH melepas H^+ sebagai asam lemah → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

Kuis Akhir Bab 4

No. 1 Kunci: A

Konsep: jenis atom C ditentukan oleh jumlah atom C lain yang terikat langsung padanya: primer 1, sekunder 2, tersier 3, kuarterner 4.

Langkah – Periksa setiap atom C.
• Dua ujung rantai utama (C1 dan C4) dan tiga cabang metil masing-masing terikat pada 1 atom C → 5 primer.
• C2 terikat pada C1, C3, dan dua metil → 4 atom C → kuarterner.
• C3 terikat pada C2, C4, dan satu metil → 3 atom C → tersier.
• Tidak ada atom C yang terikat tepat pada 2 atom C → sekunder 0.

Analisis opsi:
• A ✓ 5, 0, 1, 1.
• B ✗ Salah satu metil dianggap sekunder.
• C ✗ C2 dianggap sekunder karena tidak mengikat atom H. *Jebakan: menghitung atom H, bukan atom C tetangga.*
• D ✗ Cabang metil tidak dihitung sebagai C primer.
• E ✗ C2 dianggap tersier.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: C

Konsep: rantai induk adalah rantai C terpanjang, walaupun rantai itu membelok melewati cabang. Penomoran dimulai dari ujung yang memberi nomor cabang terkecil.

Langkah 1 – Rantai terpanjang. Mulai dari CH_3 pada gugus etil: $CH_3–CH_2–CH–CH–CH_2–CH_3$ = 6 atom C → heksana. Rantai mendatar hanya 5 atom C.
Langkah 2 – Cabang. Pada rantai heksana itu tersisa dua cabang metil (CH_3 di kiri atas dan CH_3 di bawah C ketiga mendatar).
Langkah 3 – Penomoran. Dari kedua ujung, cabang metil berada di C3 dan C4 → **3,4-dimetilheksana** (C_8H_{18}).

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

Analisis opsi:

• A ✗ Rantai induk 5 C bukan yang terpanjang; cabang etil di C2 selalu menandakan rantai yang belum terpanjang. *Jebakan: memilih rantai yang tergambar lurus.*
• B ✗ Selain rantainya salah, urutan cabang tidak menurut abjad.
• C ✓ 3,4-dimetilheksana.
• D ✗ Penomoran cabang salah; tidak ada cabang pada C2 rantai heksana.
• E ✗ Jumlah C hanya 7; molekul ini berisi 8 atom C.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: C

Konsep: semua C berasal dari CO_2 dan semua H dari H_2O. Perbandingan mol C : H memberi rumus empiris; Mr memberi rumus molekul.

Langkah 1 – Mol C dan H. CO_2: 6,6 ÷ 44 = 0,15 mol → C = 0,15 mol. H_2O: 2,7 ÷ 18 = 0,15 mol → H = 0,30 mol.
Cek massa: 0,15 × 12 + 0,30 × 1 = 2,1 g ✓ (tidak ada O dalam senyawa).
Langkah 2 – Rumus empiris. C : H = 0,15 : 0,30 = 1 : 2 → CH_2.
Langkah 3 – Mr. Pada suhu dan tekanan sama, massa gas sebanding dengan Mr → Mr = 1,4 × 30 = 42. $(CH_2)_n$ = 14n = 42 → n = 3 → **C_3H_6**.

Analisis opsi:

• A ✗ CH_2 baru rumus empiris.
• B ✗ C_2H_4 memiliki Mr 28.
• C ✓ C_3H_6.
• D ✗ C_3H_8 muncul bila mol H dianggap 2 × 0,15 + 2. *Jebakan: menebak alkana tanpa menghitung.*
• E ✗ C_6H_{12} memiliki Mr 84 (dua kali 42).

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: isomer cis-trans hanya ada bila setiap atom C pada ikatan rangkap mengikat dua gugus yang berbeda.

Pernyataan 1. P = 2-pentena. C2 mengikat CH_3 dan H; C3 mengikat C_2H_5 dan H. Keduanya mengikat gugus berbeda → ada cis dan trans → **Benar**.
Pernyataan 2. Q = 2-metil-2-butena. C2 mengikat **dua gugus CH_3 yang sama**, sehingga tidak ada cis-trans → **Salah**. *Jebakan: syaratnya gugus berbeda pada setiap C rangkap, bukan sekadar ada gugus metil.*
Pernyataan 3. P, Q, dan R sama-sama C_5H_{10} dengan struktur berbeda → isomer → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 5 Kunci: E

Konsep: isomer memiliki Mr sama, sehingga titik didihnya ditentukan oleh bentuk molekul. Makin bercabang, molekul makin bulat, luas sentuh makin kecil, gaya London makin lemah, dan titik didih makin rendah.

Langkah. Urutan banyaknya cabang: n-heptana (0) → 2-metilheksana (1) → 3,3-dimetilpentana (2). Jadi urutan titik didih: n-heptana tertinggi (98 °C = Y), lalu 2-metilheksana (90 °C = Z), lalu 3,3-dimetilpentana (86 °C = X).

Analisis opsi:

• A ✗ n-heptana justru bertitik didih tertinggi, bukan terendah. *Jebakan: mengira struktur bercabang "lebih besar" sehingga titik didihnya lebih tinggi.*
• B ✗ X bukan 2-metilheksana; 86 °C adalah yang paling rendah.
• C ✗ Urutan n-heptana dan 2-metilheksana terbalik.

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

- D ✗ Urutan terbalik untuk semua cairan.
- E ✓ X = 3,3-dimetilpentana, Y = n-heptana, Z = 2-metilheksana.

Jawaban: E.

No. 6 Kunci: B

Konsep: rumus umum alkana C_nH_{2n+2}, sehingga Mr = 12n + (2n + 2) = 14n + 2.

Langkah. 14n + 2 = 100 → n = 7 → $\mathbf{C_7H_{16}}$ (n-heptana, acuan bilangan oktan 0).

Analisis opsi:

- A ✗ C_7H_{14} adalah rumus alkena (C_nH_{2n}), Mr 98.
- B ✓ C_7H_{16}.
- C ✗ C_6H_{14} memiliki Mr 86.
- D ✗ C_8H_{18} (oktana) memiliki Mr 114. *Jebakan: mengira senyawa acuan oktan selalu oktana.*
- E ✗ C_7H_{12} adalah rumus alkuna, Mr 96.

Jawaban: B.

No. 7 Kunci: D

Konsep: dua gambar menunjukkan senyawa yang sama bila nama IUPAC-nya sama. Membalik atau memutar gambar tidak mengubah senyawa.

Langkah – Namai setiap gambar.

- (1) rantai 6 C tanpa cabang → n-heksana.
- (2) rantai 5 C, cabang pada C kedua dari kiri → 2-metilpentana.
- (3) rantai 5 C, cabang pada C tengah → 3-metilpentana.
- (4) rantai 5 C, cabang pada C keempat dari kiri = C kedua dari kanan → 2-metilpentana (sama dengan (2)).
- (5) rantai 4 C, dua cabang pada satu atom C → 2,2-dimetilbutana.

Analisis opsi:

- A ✗ n-heksana dan 3-metilpentana berbeda.
- B ✗ Posisi cabang berbeda (C2 dan C3).
- C ✗ 3-metilpentana dan 2,2-dimetilbutana berbeda.
- D ✓ Keduanya 2-metilpentana; (4) hanya gambar (2) yang dibalik. *Jebakan: menganggap "4-metilpentana" senyawa lain.*
- E ✗ 2-metilpentana dan 2,2-dimetilbutana berbeda.

(Isomer kelima yang terlupa adalah 2,3-dimetilbutana.)

Jawaban: D.

No. 8 Kunci: A

Konsep: x = mol CO_2 ÷ mol hidrokarbon; y = 2 × mol H_2O ÷ mol hidrokarbon. Rumus C_nH_{2n} dapat berupa alkena atau sikloalkana; uji air brom membedakannya.

Langkah 1 – Rumus. Semua x = 0,50 ÷ 0,10 = 5. P: y = 2 × 0,60 ÷ 0,10 = 12 → C_5H_{12}. Q: y = 10 → C_5H_{10}. R: y = 8 → C_5H_8.

Langkah 2 – Golongan. P = C_5H_{12} → alkana. Q = C_5H_{10} tetapi tidak menghilangkan warna brom → tidak berikatan rangkap → sikloalkana (siklopentana). R = C_5H_8 → C_nH_{2n-2}, menghilangkan warna brom → memiliki ikatan rangkap (alkuna atau alkadiena).

Analisis opsi:

- A ✓ Rumus dan golongan sesuai data.
- B ✗ Q tidak menghilangkan warna brom, jadi bukan alkena; R adalah C_5H_8.
- C ✗ Rumus P dan R tertukar.

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

• D ✗ Q bukan 1-pentena karena uji brom negatif. *Jebakan: menganggap setiap C_nH_{2n} adalah alkena.*
• E ✗ Mol H_2O tidak dikalikan 2 untuk memperoleh jumlah atom H.

Jawaban: A.

No. 9 Kunci: E

Konsep: isomer harus memiliki rumus molekul sama. Isomer fungsi berbeda golongan (misalnya alkena dan sikloalkana, keduanya C_nH_{2n}).

Analisis opsi:
• A ✗ Keduanya alkena C_5H_{10} yang berbeda letak ikatan rangkap → isomer posisi.
• B ✗ Keduanya alkana C_5H_{12} dengan kerangka berbeda → isomer rantai.
• C ✗ Berbeda susunan ruang di sekitar C=C → isomer geometri.
• D ✗ 1-pentena C_5H_{10} dan 1-pentuna C_5H_8 memiliki rumus berbeda, jadi bukan isomer. *Jebakan: menganggap beda golongan sudah cukup.*
• E ✓ Keduanya C_5H_{10}, tetapi alkena dan sikloalkana.

Jawaban: E.

No. 10 Kunci: D

Konsep: pada jumlah atom C sama (Mr sama), alkana bercabang memiliki luas sentuh lebih kecil sehingga gaya London lebih lemah dan titik didih lebih rendah. Bila jumlah atom C berbeda, Mr yang lebih besar biasanya lebih menentukan.

Langkah – Baca grafik. Pada C_4 sampai C_8, titik 2-metilalkana selalu di bawah titik rantai lurus, dengan selisih ±8–11 °C.

Analisis opsi:
• A ✗ 2-metilpropana −11,7 °C, lebih rendah daripada n-butana −0,5 °C.
• B ✗ 2-metilbutana mendidih pada 27,8 °C, di atas 25 °C, jadi berwujud cair. *Jebakan: membaca titik di dekat garis 25 °C tanpa teliti.*
• C ✗ 2-metilpentana (C_6) 60,3 °C lebih tinggi daripada n-pentana (C_5) 36,1 °C; Mr-nya lebih besar.
• D ✓ Untuk setiap jumlah atom C, kurva biru selalu di bawah kurva merah.
• E ✗ Selisihnya 11,2; 8,3; 8,4; 8,4; 8,1 °C, tidak makin besar.

Jawaban: D.

No. 11 Kunci: A, C, E

Konsep: makin panjang rantai C, makin tinggi titik didihnya dan makin bawah fraksinya keluar dari menara distilasi. Urutan fraksi: gas (C_1–C_4) → bensin (C_5–C_{10}) → kerosin/avtur (C_{11}–C_{14}) → solar (C_{15}–C_{17}) → pelumas (C_{18}–C_{20}) → parafin (lebih dari C_{20}).

Analisis setiap pasangan:
• A ✓ K = propana (C_3, gas pada suhu kamar) → fraksi gas → elpiji.
• B ✗ L = oktana (C_8) → fraksi bensin, bukan avtur.
• C ✓ M (C_{12}, 216 °C) → fraksi kerosin → avtur.
• D ✗ N (C_{16}, 287 °C) → fraksi solar, bahan bakar mesin diesel; pelumas berasal dari rantai yang lebih panjang. *Jebakan: menggeser satu fraksi ke bawah.*
• E ✓ O (C_{25}) → fraksi parafin → lilin.

Jawaban: A, C, dan E.

No. 12 Kunci: B

Konsep: suhu menara makin rendah ke atas. Setiap fraksi mengembun dan keluar pada ketinggian yang suhunya sedikit di bawah titik didihnya.

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

Langkah. Saluran 1 (±25 °C) = gas; saluran 2 (±110 °C) = bensin/nafta; saluran 3 (±200 °C) = kerosin (titik didih 170–250 °C); saluran 4 (±290 °C) = solar; saluran 5 (±350 °C) = pelumas.

Analisis opsi:

- A ✗ Bensin keluar di saluran 2.
- B ✓ Kerosin; diolah menjadi avtur untuk pesawat jet.
- C ✗ Solar keluar di saluran 4.
- D ✗ Pelumas keluar di saluran 5, dekat bagian bawah. *Jebakan: menghitung saluran dari bawah.*
- E ✗ Gas keluar di saluran 1, paling atas.

Jawaban: B.

No. 13 Kunci: A

Konsep: rata-rata tertimbang: RON = $(V_1 \cdot RON_1 + V_2 \cdot RON_2) \div (V_1 + V_2)$.

Langkah. RON = (40 × 90 + 10 × 98) ÷ 50 = (3.600 + 980) ÷ 50 = **91,6**.

Analisis opsi:

- A ✓ 91,6.
- B ✗ 92,0 diperoleh bila tambahan dihitung 90 + 8 × (10 ÷ 40), memakai volume salah satu bensin sebagai pembagi.
- C ✗ 94,0 adalah rata-rata biasa (90 + 98) ÷ 2 tanpa memperhitungkan volume. *Jebakan: lupa pembobotan.*
- D ✗ Volume kedua bensin tertukar.
- E ✗ Bilangan oktan campuran tidak sama dengan bilangan oktan tertinggi.

Jawaban: A.

No. 14 Kunci: C

Konsep: perengkahan (*cracking*) memecah hidrokarbon berantai panjang menjadi rantai pendek (bensin dan gas) dengan panas dan katalis.

Analisis opsi:

- A ✗ Reformasi tidak memendekkan rantai; proses ini menaikkan bilangan oktan dengan membuat rantai bercabang atau aromatik. *Jebakan: tertukar reforming dan cracking.*
- B ✗ Distilasi hanya memisahkan komponen yang sudah ada; tidak mengubah panjang rantai.
- C ✓ Perengkahan memecah rantai panjang menjadi rantai pendek.
- D ✗ Polimerisasi justru membuat rantai lebih panjang.
- E ✗ Hidrogenasi tidak memendekkan rantai.

Jawaban: C.

No. 15 Kunci: E

Konsep: bila oksigen kurang, pembakaran tidak sempurna menghasilkan CO. Bila oksigen tepat cukup, hampir semua C menjadi CO_2. Bila udara berlebih, oksigen bersisa dan gas buang makin encer oleh udara.

Langkah – Baca grafik. Di kiri garis 14,7 (udara kurang), CO tinggi. Di sekitar 14,7, CO_2 mencapai puncak dan CO rendah. Di kanan 14,7 (udara berlebih), O_2 sisa naik dan kadar CO_2 menurun.

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

Analisis opsi:

• A ✗ CO tertinggi justru saat udara kurang (perbandingan kecil).

• B ✗ CO tinggi karena pembakaran **tidak** sempurna. *Jebakan: menganggap CO hasil pembakaran sempurna.*

• C ✗ Di atas 14,7 kadar CO_2 menurun.

• D ✗ O_2 bersisa karena udara berlebih, bukan karena bensin kekurangan oksigen.

• E ✓ Puncak CO_2 berada di sekitar 14,7.

Jawaban: E.

No. 16 Kunci: D

Konsep: bilangan oktan menyatakan ketahanan bensin terhadap ketukan. Alkana rantai lurus mudah terbakar sendiri saat dimampatkan (oktan rendah); makin bercabang, makin tahan ketukan (oktan tinggi).

Langkah. I tidak bercabang (n-heptana, acuan oktan 0); II bercabang satu; III bercabang dua. Urutan dari terendah: **I, II, III**. (Nilai pengukuran: n-heptana 0, 2-metilheksana ±42, 2,4-dimetilpentana ±83.)

Analisis opsi:

• A ✗ Urutan terbalik (dari tertinggi ke terendah). *Jebakan: tertukar dengan urutan titik didih.*

• B ✗ n-heptana adalah yang terendah, bukan II.

• C ✗ III lebih bercabang daripada II.

• D ✓ I, II, III.

• E ✗ Urutan tidak sesuai dengan jumlah cabang.

Jawaban: D.

No. 17 Kunci: D

Konsep: perbandingan mol = perbandingan koefisien; volume udara = volume O_2 ÷ 0,21.

Langkah 1 – Mol propana. 3 kg = 3.000 g → 3.000 ÷ 44 = 68,2 mol.
Langkah 2 – Mol dan volume O_2. 5 × 68,2 = 341 mol → 341 × 22,4 = 7.636 L = 7,6 m^3.
Langkah 3 – Volume udara. 7,6 ÷ 0,21 = **36,4 m^3**.

Analisis opsi:

• A ✗ 1,6 m^3: kadar 21 % dipakai sebagai pengali, padahal seharusnya pembagi.

• B ✗ 7,3 m^3: koefisien O_2 (5) tidak dipakai.

• C ✗ 7,6 m^3 adalah volume O_2, belum diubah menjadi volume udara. *Jebakan: berhenti di volume oksigen.*

• D ✓ 36,4 m^3.

• E ✗ 182 m^3: koefisien 5 dipakai dua kali.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: konverter katalitik berisi logam katalis (misalnya platina, paladium, rodium) yang mengubah CO menjadi CO_2 dan NO menjadi N_2 sebelum gas keluar dari knalpot.

Pernyataan 1. CO turun dari 1,50 % menjadi 0,10 %, sedangkan CO_2 naik → CO dioksidasi menjadi CO_2 → **Benar**.
Pernyataan 2. CO_2 adalah hasil pembakaran **sempurna**; kenaikannya berasal dari CO yang dioksidasi. Pembakaran tidak sempurna justru menghasilkan CO → **Salah**. *Jebakan: menganggap setiap kenaikan gas buang berarti pembakaran memburuk.*
Pernyataan 3. NO turun dari 0,10 % menjadi 0,02 % (diubah menjadi N_2); NO_x ikut membentuk kabut asap → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

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

No. 19 Kunci: B

Konsep: aturan Markovnikov: pada adisi HX ke alkena tidak simetris, atom H masuk ke atom C rangkap yang mengikat H lebih banyak, dan X masuk ke atom C rangkap yang lain.

Langkah. C1 (CH_2=) mengikat 2 H; C2 mengikat 0 H (dua gugus CH_3). H masuk ke C1 dan Cl masuk ke C2 → $(CH_3)_3C–Cl$ = **2-kloro-2-metilpropana**.

Analisis opsi:

• A ✗ Cl masuk ke C1; ini produk yang melanggar aturan Markovnikov. *Jebakan: meletakkan Cl di ujung rantai.*

• B ✓ 2-kloro-2-metilpropana.

• C ✗ Kerangka karbon tidak berubah selama adisi; tidak terbentuk rantai butana lurus.

• D ✗ Produk dua atom Cl terbentuk pada adisi Cl_2, bukan HCl.

• E ✗ Produk ini terbentuk pada adisi H_2.

Jawaban: B.

No. 20 Kunci: C

Konsep: alkena menghilangkan warna air brom dan dapat diadisi H_2; alkana dan sikloalkana tidak. Rumus membedakan alkana (C_nH_{2n+2}) dari alkena dan sikloalkana (C_nH_{2n}).

Langkah. Z = C_6H_{14} → heksana. X dan Y sama-sama C_6H_{12}: X bereaksi dengan Br_2 dan H_2 (membentuk heksana) → 1-heksena; Y tidak bereaksi → sikloheksana.

Analisis opsi:

• A ✗ Sikloheksana tidak menghilangkan warna brom.

• B ✗ Y berumus C_6H_{12}, bukan C_6H_{14}.

• C ✓ X = 1-heksena, Y = sikloheksana, Z = heksana.

• D ✗ Heksana berumus C_6H_{14}, bukan C_6H_{12}.

• E ✗ trans-2-heksena adalah alkena, sehingga akan menghilangkan warna air brom. *Jebakan: mengira hanya 1-alkena yang bereaksi.*

Jawaban: C.

No. 21 Kunci: E

Konsep: setiap ikatan rangkap dua mengadisi 1 mol Br_2; adisi H_2 sempurna tidak mengubah kerangka karbon.

Langkah 1 – Jumlah ikatan rangkap. Mol Br_2 = 16 ÷ 160 = 0,10 mol. Perbandingan Q : Br_2 = 0,05 : 0,10 = 1 : 2. Tanpa ikatan rangkap tiga, Q memiliki **dua ikatan rangkap dua** (alkadiena).
Langkah 2 – Kerangka. Hasil hidrogenasi 2-metilbutana → kerangka 4 C dengan cabang metil pada C2.
Langkah 3. Alkadiena dengan kerangka itu: $CH_2=C(CH_3)–CH=CH_2$ = **2-metil-1,3-butadiena** (isoprena).

Analisis opsi:

• A ✗ 3-metil-1-butuna memang menghasilkan 2-metilbutana, tetapi memiliki ikatan rangkap tiga. *Jebakan: hanya memakai data brom dan hidrogenasi tanpa membaca syarat terakhir.*

• B ✗ 1,3-pentadiena berkerangka lurus; hidrogenasinya menghasilkan n-pentana.

• C ✗ 2-metil-2-butena berumus C_5H_{10} dan hanya memiliki satu ikatan rangkap.

• D ✗ 1,4-pentadiena juga berkerangka lurus.

• E ✓ Isoprena (2-metil-1,3-butadiena), monomer karet alam.

Jawaban: E.

No. 22 Kunci: A

Konsep: pada polimerisasi adisi, satuan berulang polimer berasal dari satu monomer yang ikatan rangkapnya terbuka. Kembalikan satuan berulang menjadi monomer dengan memasang lagi ikatan rangkap di antara kedua atom C-nya.

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

Langkah. Satuan berulang: $-CH_2-CHCl-$. Kedua atom C ini semula dihubungkan ikatan rangkap: $CH_2=CHCl$ (kloroetena atau vinil klorida). Polimernya polivinil klorida (PVC).

Analisis opsi:

- A ✓ Vinil klorida.
- B ✗ Kloroetana tidak memiliki ikatan rangkap, sehingga tidak dapat berpolimerisasi adisi. *Jebakan: menulis satuan berulang sebagai senyawa jenuh.*
- C ✗ Rumus satuan berulang hanya memuat satu Cl per dua atom C.
- D ✗ Polimer terbentuk dari satu jenis monomer; HCl tidak ikut bersambung.
- E ✗ Ikatan rangkap tiga akan meninggalkan ikatan rangkap dua di rantai polimer.

Jawaban: A.

No. 23 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: ester (–COO–) terbentuk dari asam karboksilat dan alkohol. Ikatan hidrogen antarmolekul memerlukan atom H yang terikat langsung pada O (atau N, F).

Pernyataan 1. Atom C keempat mengikat =O dan –O– yang tersambung ke gugus etil → gugus –COO– → ester → **Benar**.
Pernyataan 2. Bagian kiri (4 C, termasuk C=O) berasal dari asam butanoat; bagian kanan (2 C) berasal dari etanol → **Benar**.
Pernyataan 3. Tidak ada atom H yang terikat pada O, sehingga molekul ester tidak membentuk ikatan hidrogen satu sama lain; itulah sebabnya ester lebih mudah menguap dan aromanya tercium → **Salah**. *Jebakan: menganggap setiap senyawa beratom O membentuk ikatan hidrogen.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 24 Kunci: B

Konsep: alkana bereaksi dengan halogen melalui substitusi bila ada cahaya: satu atom H diganti atom halogen, dan terbentuk HX.

Langkah. $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$. Metana jenuh, ikatannya tetap tunggal, dan satu H diganti Cl → substitusi.

Analisis opsi:

- A ✗ Adisi memerlukan ikatan rangkap; metana tidak memilikinya. *Jebakan: mengira klorin selalu beradisi.*
- B ✓ Substitusi.
- C ✗ Eliminasi menghasilkan ikatan rangkap.
- D ✗ Tidak ada rantai panjang yang terbentuk.
- E ✗ Pembakaran memerlukan oksigen dan menghasilkan CO_2 dan H_2O.

Jawaban: B.

No. 25 Kunci: C

Konsep: jumlah produk monosubstitusi = jumlah jenis atom H yang tidak setara.

Langkah. Struktur 2-metilbutana: $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$.

- H pada dua gugus CH_3 yang terikat pada C2 (setara) → jenis 1.
- H pada C2 (CH) → jenis 2.
- H pada C3 (CH_2) → jenis 3.
- H pada C4 (CH_3 ujung) → jenis 4.

Jadi ada **4** produk: 1-kloro-2-metilbutana, 2-kloro-2-metilbutana, 2-kloro-3-metilbutana, dan 1-kloro-3-metilbutana.

Analisis opsi:

- A ✗ Hanya membedakan C ujung dan C tengah.

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

• B ✗ Kedua CH_3 ujung dianggap setara dengan CH_3 cabang, atau C2 terlewat.
• C ✓ 4.
• D ✗ CH_3 cabang dan CH_3 C1 dihitung terpisah, padahal keduanya setara. *Jebakan: tidak mengenali atom H yang setara.*
• E ✗ Setiap atom C dihitung sebagai jenis tersendiri ditambah satu.

Jawaban: C.

Simulasi 1 — Soal Asli TKA 2025

No. 1 Kunci: A

Konsep: kadar (persen massa) unsur dalam senyawa = (jumlah atom unsur × Ar unsur) ÷ Mr senyawa × 100%.

Langkah 1 – Setiap senyawa hanya mengandung 1 atom P, jadi pembilangnya sama, yaitu 31. Senyawa dengan Mr **terkecil** pasti memiliki kadar P **terbesar**.

Langkah 2 – Hitung kadar P setiap senyawa.
1. NaH_2PO_4: 31 ÷ 120 × 100% = **25,8%**
2. Na_2HPO_4: 31 ÷ 142 × 100% = 21,8%
3. Na_3PO_4: 31 ÷ 164 × 100% = 18,9%
4. PCl_3: 31 ÷ 137,5 × 100% = 22,5%
5. PCl_5: 31 ÷ 208,5 × 100% = 14,9%

Cek ulang: Mr terkecil = 120 (NaH_2PO_4) dan kadarnya memang terbesar ✓.

Analisis opsi:
• A ✓ 25,8% (tertinggi).
• B ✗ 21,8%. C ✗ 18,9%. E ✗ 14,9% (terendah).
• D ✗ 22,5%. *Jebakan:* PCl_3 tampak "kaya fosfor" karena hanya terdiri atas P dan Cl, padahal 3 atom Cl (Ar 35,5) membuat Mr-nya lebih besar daripada NaH_2PO_4.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: D

Langkah 1 – Tentukan rumus molekul dari struktur.
• Atom C: CH_3 (1) + C yang mengikat NH_2 (1) + C pada gugus –COOH (1) = **3 atom C**.
• Atom H: 3 (pada CH_3) + 1 (pada C pusat, tidak digambar) + 2 (pada NH_2) + 1 (pada OH) = **7 atom H**.
• Atom N: 1; atom O: 2.
Rumus molekul alanin: **$C_3H_7NO_2$**.

Langkah 2 – Hitung Mr. Mr = 3(12) + 7(1) + 14 + 2(16) = 36 + 7 + 14 + 32 = **89**.

Langkah 3 – Persen massa C. %C = 36 ÷ 89 × 100% = **40,45%**.

Cek ulang: %H = 7,87%; %N = 15,73%; %O = 35,96%; jumlah 40,45 + 7,87 + 15,73 + 35,96 = 100,01% ≈ 100% ✓.

Analisis opsi:
• A ✗ 7,87% adalah persen **H**.
• B ✗ 15,73% adalah persen **N**.
• C ✗ 35,96% adalah persen **O**.
• D ✓ 40,45%.
• E ✗ 40,90%: *Jebakan* lupa atom H pada C pusat yang tidak digambar (rumus $C_3H_6NO_2$, Mr 88 → 36/88 = 40,9%).

Jawaban: D.

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

No. 3 Kunci: D

Langkah 1 – Mol pereaksi.

• Mr CuO = 63,5 + 16 = 79,5 → n(CuO) = 39,75 ÷ 79,5 = **0,50 mol**.

• n(C) = 3,0 ÷ 12 = **0,25 mol**.

Langkah 2 – Tentukan pereaksi pembatas (mol ÷ koefisien):

• CuO: 0,50 ÷ 2 = 0,25. • C: 0,25 ÷ 1 = 0,25.

Hasil baginya sama → kedua pereaksi habis tepat bersamaan (perbandingan stoikiometris).

Langkah 3 – Mol dan massa Cu. n(Cu) = (2/2) × 0,50 = 0,50 mol → massa = 0,50 × 63,5 = **31,75 g**.

Cek ulang (hukum kekekalan massa): massa CO_2 = 0,25 × 44 = 11 g. Massa awal 39,75 + 3,0 = 42,75 g; massa akhir 31,75 + 11 = 42,75 g ✓.

Analisis opsi:

• A ✗ 16 g ≈ 0,25 × 63,5: *Jebakan* memakai mol karbon langsung sebagai mol Cu.

• B ✗ 23,8 g tidak sesuai perbandingan koefisien reaksi.

• C ✗ 25,4 g = 0,4 mol × 63,5: salah menghitung mol CuO.

• D ✓ 31,75 g.

• E ✗ 47,62 g ≈ 0,75 × 63,5: menjumlahkan mol CuO dan mol C sebagai mol Cu.

Jawaban: D.

No. 4 Kunci: A

Langkah 1 – Volume SO_2 dalam sampel. 0,0002% volume = 0,0002/100 = 2×10^{-6}.

$V(SO_2) = 2 \times 10^{-6} \times 6$ L = **$1{,}2 \times 10^{-5}$ L**.

Langkah 2 – Mol SO_2 (gas ideal, 25 °C = 298 K).

$n = PV \div RT = (1 \times 1{,}2 \times 10^{-5}) \div (0{,}082 \times 298) = 1{,}2 \times 10^{-5} \div 24{,}436 =$ **$4{,}91 \times 10^{-7}$ mol**.

Langkah 3 – Jumlah molekul. $N = 4{,}91 \times 10^{-7} \times 6{,}02 \times 10^{23} =$ **$2{,}95 \times 10^{17}$ molekul**.

Cek ulang: dengan volume molar 24,45 L/mol (25 °C, 1 atm) hasilnya $2{,}95 \times 10^{17}$ juga ✓.

Analisis opsi:

• A ✓.

• B ✗ ≈ $2 \times 10^{-6} \times 6{,}02 \times 10^{23}$: *Jebakan* menganggap 2×10^{-6} (pecahan volume) sebagai jumlah mol.

• C ✗ memakai volume molar STP 22,4 L (hasilnya $3{,}23 \times 10^{17}$), padahal suhu 25 °C, lalu pangkatnya pun salah.

• D ✗ $1{,}51 \times 10^{23}$: menganggap 6 L sampel seluruhnya SO_2 lalu dibagi 24 (= 0,25 mol).

• E ✗ nilainya jauh terlalu besar (lebih dari 1 mol molekul dalam 6 L udara), tidak mungkin untuk polutan berkadar ppm.

Jawaban: A.

No. 5 Kunci: D

Konsep (Hukum Gay-Lussac): pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume gas = perbandingan koefisien reaksi.

Langkah 1 – Setarakan reaksi.

• $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ → 1 L etana menghasilkan 2 L CO_2 dan 3 L H_2O.

• $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ → 1 L propana menghasilkan 3 L CO_2 dan 4 L H_2O.

Langkah 2 – Misalkan volume etana = x L, propana = (10 − x) L.

Uap air: 3x + 4(10 − x) = 36 → 40 − x = 36 → **x = 4 L** (etana), propana = **6 L**.

Langkah 3 – Volume CO_2. 2(4) + 3(6) = 8 + 18 = **26 L**.

Cek ulang: uap air = 3(4) + 4(6) = 12 + 24 = 36 L ✓.

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

Analisis opsi:

- A ✗ 8 L hanya CO_2 dari etana. B ✗ 18 L hanya dari propana.
- C ✗ 20 L: *Jebakan* menganggap seluruh 10 L campuran adalah etana (10 × 2).
- D ✓ 26 L.
- E ✗ 44 L: angka 44 adalah Mr CO_2, bukan volume gas.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: 1S 2B 3B

Target: Mr KCl = 39 + 35,5 = 74,5 → n(KCl) = 29,8 ÷ 74,5 = **0,40 mol**. Karena perbandingan koefisien 1 : 1 : 1, mol KCl = mol pereaksi **pembatas**.

Isi botol: A = HCl 1 M; B = HCl 2 M; C = KOH 1 M; D = KOH 2 M. (mol = M × V)

Pernyataan 1: HCl = 2 × 0,3 = 0,6 mol; KOH = 1 × 0,2 = 0,2 mol → KOH pembatas → KCl = 0,2 mol = 14,9 g ≠ 29,8 g → **Salah**.

Pernyataan 2: HCl = 2 × 0,2 = 0,4 mol; KOH = 2 × 0,3 = 0,6 mol → HCl pembatas → KCl = 0,4 mol = 29,8 g → **Benar** (KOH bersisa 0,2 mol dan dipisahkan saat rekristalisasi).

Pernyataan 3: HCl = 1 × 0,4 = 0,4 mol; KOH = 1 × 0,5 = 0,5 mol → HCl pembatas → KCl = 0,4 mol = 29,8 g → **Benar**.

Cek ulang: pada pernyataan 2 dan 3 pereaksi pembatasnya sama-sama 0,4 mol HCl ✓.

Jebakan: pada pernyataan 1, banyak siswa melihat total mol HCl (0,6 mol) yang lebih dari 0,4 mol lalu menganggap cukup. Produk ditentukan oleh pereaksi **pembatas**, bukan pereaksi yang berlebih.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 7 Kunci: A, B, D

Konsep: pada alkana, makin besar bobot molekul (makin panjang rantai C) → gaya London makin kuat → titik didih makin tinggi. Fraksi minyak bumi dikelompokkan menurut rentang titik didihnya (batas rentang sedikit berbeda antarbuku, tetapi urutannya sama):

- gas (LPG, C1–C4): di bawah ±30 °C
- bensin (C5–C10): ±40–180 °C → bahan bakar kendaraan bermotor
- kerosin/avtur (C11–C14): ±170–250 °C → bahan bakar pesawat jet
- solar (C15–C17): ±250–340 °C
- minyak pelumas (C18–C20): ±300–370 °C
- parafin/lilin (C20 ke atas): di atas ±350 °C

Membaca grafik:

- P: Mr ≈ 44, titik didih ≈ −42 °C → setara propana (C_3H_8) → fraksi **gas** (LPG).
- Q: Mr ≈ 128, titik didih ≈ 150 °C → setara C_9H_{20} → fraksi **bensin**.
- R: Mr ≈ 268, titik didih ≈ 330 °C → setara $C_{19}H_{40}$ → fraksi **pelumas**.
- S: Mr ≈ 296, titik didih ≈ 357 °C → setara $C_{21}H_{44}$ → fraksi **parafin/lilin**.

Analisis opsi:

- A ✓ Q (bensin) → bahan bakar kendaraan bermotor.
- B ✓ R → minyak pelumas.
- C ✗ bahan bakar pesawat (avtur) berasal dari fraksi kerosin (±170–250 °C), bukan gas bertitik didih −42 °C.
- D ✓ S → lilin (parafin).
- E ✗ pelarut (petroleum eter/nafta) berwujud cair pada suhu kamar (C5–C7); P berwujud gas.

Jawaban: A, B, dan D.

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

No. 8 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: kedua senyawa adalah isomer (C_4H_8) sehingga hasil pembakarannya sama persis: $C_4H_8 + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$. Perbedaan ΔH_c hanya berasal dari perbedaan **energi (entalpi) awal** kedua isomer.

Pernyataan 1: 1-butena melepas 2.721 kJ/mol, lebih banyak daripada 2-metil-1-propena (2.715 kJ/mol). Untuk jumlah mol yang sama, 1-butena memberi energi lebih besar → **Benar**.

Pernyataan 2: karena produk sama, isomer yang melepas kalor **lebih sedikit** berarti berada pada tingkat energi **lebih rendah** (lebih stabil). 2-metil-1-propena melepas 6 kJ/mol lebih sedikit → lebih stabil → **Benar**. (Secara umum, alkena bercabang/lebih tersubstitusi lebih stabil.)

Pernyataan 3: senyawa karbon hasil pembakaran adalah CO_2 (O=C=O). Atom C memiliki 2 domain elektron (dua ikatan rangkap) → bentuk linear → hibridisasi **sp**, bukan sp^3 → **Salah**.

Cek ulang dengan diagram energi: E(1-butena) − E(2-metil-1-propena) = 2.721 − 2.715 = 6 kJ/mol → 1-butena lebih tinggi energinya ✓.

Jebakan: pernyataan 3 menguji hibridisasi CO_2; sp^3 adalah hibridisasi C pada alkana (4 ikatan tunggal).

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 9 Kunci: B

Langkah 1 – Massa sirup per botol. ρ = 1 g/mL → 50 mL = **50 g**.

Langkah 2 – Persen massa setiap bahan (massa bahan ÷ massa sirup × 100%).
1. Dekstrometorfan HBr: 0,6 ÷ 50 × 100% = **1,2%** > 1% → tidak aman.
2. Gula: 10,0 ÷ 50 × 100% = **20%** > 15% → tidak aman.
3. Perisa: 0,2 ÷ 50 × 100% = **0,4%** > 0,3% → tidak aman.

Cek ulang: persen tidak bergantung pada ukuran botol; bila dihitung per 100 mL (100 g), jumlah bahan dua kali lipat dan persennya tetap sama ✓.

Analisis opsi:
- A ✗ kadar dekstrometorfan 1,2%, bukan 2%; kesimpulan "tidak aman" benar, tetapi angkanya salah.
- B ✓ gula 20% melebihi batas 15%.
- C ✗ kadar perisa 0,4% (0,2 g adalah massa, bukan persen) dan sudah melewati batas.
- D ✗ ketiga bahan melewati batas.
- E ✗ dekstrometorfan (1,2%) dan perisa (0,4%) sama-sama melewati batas.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: 1B 2B 3S

Langkah 1 – Rumus molekul dari data pembakaran. $C_xH_y + O2 \rightarrow xCO_2 + (y/2)H_2O$.
2 mol hidrokarbon → 8 mol CO_2 dan 10 mol H_2O, jadi per 1 mol: x = 8/2 = 4 dan y/2 = 10/2 = 5 → y = 10.
Rumus molekul **C_4H_{10}** (butana) → pernyataan 1 **Benar**.

Langkah 2 – Struktur. C_4H_{10} memiliki dua isomer:
- n-butana $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$: 2 C primer (ujung) dan 2 C sekunder (tengah).
- isobutana (2-metilpropana): 3 C primer dan 1 C tersier.

Data "2 C primer dan 2 C sekunder" → **n-butana**. Gambar menunjukkan rantai lurus $H_3C–CH_2–CH_2–CH_3$ (rumus garis zig-zag dengan 4 atom C) → pernyataan 2 **Benar**.

Langkah 3 – Titik didih. Rantai lurus memiliki luas permukaan kontak lebih besar daripada rantai bercabang → gaya London lebih kuat → titik didih lebih **tinggi**. n-butana (−0,5 °C) lebih tinggi daripada isobutana (−11,7 °C) → pernyataan 3 **Salah**.

Jebakan: banyak siswa mengira molekul bercabang "lebih rumit" sehingga titik didihnya lebih tinggi. Yang menentukan adalah luas permukaan kontak antarmolekul.

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

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

No. 11 Kunci: B

Konsep:

• Senyawa **ionik** menghantarkan listrik dalam bentuk **lelehan** dan larutan (ion-ionnya bebas bergerak).

• Senyawa **kovalen polar** tidak menghantar dalam bentuk lelehan (berupa molekul), tetapi menghantar dalam larutan karena terionisasi oleh air: kuat (terang) bila terionisasi sempurna, lemah (redup) bila terionisasi sebagian.

Langkah 1 – Identifikasi.

• X: lelehan menghantar → **senyawa ionik** (mis. $Na_2S_2O_3$ atau KI).

• Y: lelehan tidak, larutan redup → **kovalen polar, elektrolit lemah** (mis. CH_3COOH).

• Z: lelehan tidak, larutan terang → **kovalen polar, elektrolit kuat** (mis. HCl).

Analisis opsi:

• A ✗ KI ionik sehingga lelehannya menghantar; tidak cocok untuk Y.

• B ✓ X ionik ($Na_2S_2O_3$), Y elektrolit lemah (CH_3COOH).

• C ✗ CH_3COOH adalah elektrolit lemah (redup), tidak cocok untuk Z yang terang.

• D ✗ $Na_2S_2O_3$ ionik; lelehannya menghantar, tidak cocok untuk Z.

• E ✗ HCl elektrolit kuat (terang), tidak cocok untuk Y yang redup.

Jawaban: B.

No. 12 Kunci: E

Konsep Brønsted-Lowry: asam = pemberi (donor) proton H^+; basa = penerima (akseptor) proton. Pasangan konjugasi = dua spesi yang **hanya berbeda satu H^+**.

Langkah 1 – Ikuti perpindahan proton.

• NH_4^+ melepas H^+ menjadi NH_3 → NH_4^+ asam, NH_3 basa konjugasinya.

• H_2O menerima H^+ menjadi H_3O^+ → H_2O basa, H_3O^+ asam konjugasinya.

Langkah 2 – Pasangan konjugasi: NH_4^+/NH_3 dan H_3O^+/H_2O.

Analisis opsi:

• A ✗ NH_4^+ dan H_2O adalah **asam dan basa pereaksi**, bukan pasangan konjugasi.

• B ✗ NH_3 dan H_3O^+ adalah basa dan asam **hasil reaksi**.

• C ✗ keduanya asam (berbeda dua spesi).

• D ✗ keduanya basa.

• E ✓ NH_4^+ dan NH_3 berbeda tepat satu H^+.

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: B

Membaca gambar: jarum manometer A paling kecil, B di tengah, C paling besar → P(A) < P(B) < P(C).

Konsep:

• Zat terlarut **tidak mudah menguap** menurunkan tekanan uap pelarut sebanding dengan jumlah partikelnya (sifat koligatif). NaCl terurai menjadi 2 ion (i = 2), sukrosa tetap molekul (i = 1). Jadi penurunan tekanan uap NaCl > sukrosa → P(A) < P(B) ✓.

• Metanol adalah zat **mudah menguap** (titik didih 65 °C). Uap metanol ikut menyumbang tekanan uap total, sehingga tekanan uap larutan C justru paling tinggi. Hukum penurunan tekanan uap untuk zat terlarut tak-atsiri tidak berlaku sederhana di sini.

Analisis opsi:

• A ✗ urutannya salah (C paling tinggi) dan jumlah partikel CH_3OH sama dengan sukrosa (keduanya nonelektrolit).

• B ✓ metanol mudah menguap sehingga molekul lebih mudah meninggalkan fase cair → tekanan uap tinggi.

• C ✗ penurunan tekanan uap terjadi karena **lebih sedikit** molekul air yang menguap, bukan lebih

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

banyak.

• D ✗ jumlah partikel metanol dan sukrosa sama (mol sama, keduanya nonelektrolit); penyebabnya adalah sifat atsiri metanol.

• E ✗ sukrosa adalah senyawa kovalen nonelektrolit, bukan ionik.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: B

Rumus: $\pi = M \times R \times T \times i$, dengan i = faktor van't Hoff.

Langkah 1 – Molaritas. n = 14,9 ÷ 74,5 = 0,2 mol; V = 1 L → M = **0,2 M**.

Langkah 2 – Faktor van't Hoff. $KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$ (elektrolit kuat, n = 2, α = 1) → **i = 2**.

Langkah 3 – Suhu. T = 27 + 273 = **300 K**.

Langkah 4 – Tekanan osmotik. π = 0,2 × 0,082 × 300 × 2 = **9,84 atm**.

Cek ulang: tanpa i, π = 4,92 atm; dikali 2 → 9,84 atm ✓.

Analisis opsi:

• A ✗ 10,16 atm: *Jebakan* memakai T = 310 K (suhu tubuh), padahal larutan diukur pada 27 °C.

• B ✓ 9,84 atm.

• C ✗ 4,92 atm: *Jebakan* lupa faktor van't Hoff (KCl dianggap nonelektrolit).

• D ✗ 0,88 atm: memakai suhu dalam °C (0,2 × 0,082 × 27 × 2).

• E ✗ 0,44 atm: suhu dalam °C dan tanpa i.

Jawaban: B.

No. 15 Kunci: C

Rumus: $\Delta T_f = K_f \times m$ (propilen glikol nonelektrolit, i = 1).

Langkah 1 – Mr dan mol. Mr $C_3H_8O_2$ = 3(12) + 8(1) + 2(16) = 76 → n = 1.140 ÷ 76 = **15 mol**.

Langkah 2 – Molalitas. 1 L air = 1 kg → m = 15 ÷ 1 = **15 molal**.

Langkah 3 – Penurunan titik beku. ΔT_f = 1,86 × 15 = **27,9 °C** → T_f larutan = 0 − 27,9 = **−27,9 °C**.

Langkah 4 – Kesimpulan. Larutan baru membeku pada −27,9 °C, lebih rendah daripada suhu lingkungan −22,3 °C. Pada −22,3 °C larutan masih cair → **dapat mencegah pembentukan es**.

Cek ulang: agar membeku tepat di −22,3 °C diperlukan m = 22,3 ÷ 1,86 = 12 molal; larutan ini 15 molal (lebih pekat) ✓.

Analisis opsi:

• A ✗ −18,6 °C berasal dari m = 10 (salah menghitung Mr).

• B ✗ titik beku tidak sama dengan suhu lingkungan.

• C ✓ −27,9 °C < −22,3 °C → aman.

• D, E ✗ titik beku larutan bernilai negatif (di bawah 0 °C); *Jebakan* menganggap ΔT_f sebagai titik beku.

Jawaban: C.

No. 16 Kunci: B

Membaca diagram: garis biru = H_2O murni, garis merah = larutan KBr. Larutan memiliki tekanan uap lebih rendah sehingga garis cair–gasnya berada di bawah/kanan garis pelarut, titik bekunya lebih rendah, dan titik didihnya lebih tinggi.

• Pada 1 atm: S (suhu F) = titik beku H_2O; R (suhu E) = titik beku larutan KBr; T (suhu G) = titik didih H_2O; U (suhu H) = titik didih larutan KBr.

• X = pertemuan tiga garis biru = **titik tripel H_2O**; Y = titik tripel larutan.

Analisis opsi:

• A ✗ H adalah titik didih **larutan KBr**; titik didih H_2O adalah G.

• B ✓ X adalah titik tripel pelarut murni.

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

- C ✗ E–F adalah **penurunan titik beku** (ΔT_f), bukan kenaikan titik didih (G–H).
- D ✗ G–H berada di daerah suhu tinggi (sekitar titik didih), bukan fase padat.
- E ✗ S terletak pada garis padat–cair H_2O di 1 atm → titik beku H_2O, bukan tekanan uap KBr.

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: A

Konsep: bandingkan hasil kali ion Q dengan K_{sp}: $Q < K_{sp}$ → belum jenuh (larut); $Q = K_{sp}$ → tepat jenuh; $Q > K_{sp}$ → **mengendap**.

Langkah 1 – Konsentrasi setelah pencampuran (volume total 200 mL).
- $[Ca^{2+}] = (0{,}01 \times 100) \div 200 = \mathbf{5 \times 10^{-3}\ M}$.
- $[SO_4^{2-}] = (0{,}02 \times 100) \div 200 = \mathbf{1 \times 10^{-2}\ M}$.

Langkah 2 – Harga Q. $Q = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = (5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-2}) = \mathbf{5 \times 10^{-5}}$.

Langkah 3 – Bandingkan. $5 \times 10^{-5} > 2{,}4 \times 10^{-6}$ → $Q > K_{sp}$ (atau $K_{sp} < Q$) → **terbentuk endapan**.

Cek ulang: tanpa memperhitungkan pengenceran, $Q = 2 \times 10^{-4}$, tetap $> K_{sp}$; kesimpulan sama, tetapi cara yang benar tetap memakai konsentrasi setelah dicampur.

Analisis opsi:
- A ✓ $K_{sp} < Q$ → mengendap.
- B ✗ K_{sp} tidak lebih besar dari Q.
- C ✗ $Q \neq K_{sp}$.
- D ✗ bila $K_{sp} > Q$, justru tidak mengendap (alasan bertentangan dengan kesimpulan).
- E ✗ $Q > K_{sp}$ berarti mengendap, bukan larut.

Jawaban: A.

No. 18 Kunci: E

Konsep: fenolftalein tidak berwarna pada pH < 8,0 (larutan asam dan netral) dan merah muda pada pH di atas 8–10 (larutan basa).

Langkah 1 – Golongkan setiap kandungan.
- A: HI → asam kuat → pH < 7 → **tak berwarna**.
- B: H_2SO_3 → asam (lemah) → pH < 7 → **tak berwarna**.
- C: $Sr(OH)_2$ → basa kuat → pH > 10 → **merah muda**.
- D: $Ca(OH)_2$ → basa → pH > 10 → **merah muda**.
- E: $HClO_3$ → asam kuat → **tak berwarna**.

Langkah 2 – Pola warna yang dicari: tak berwarna, tak berwarna, merah muda, merah muda, tak berwarna.

Analisis opsi:
- A ✗ B (H_2SO_3) asam, tidak mungkin merah muda.
- B ✗ A (HI) asam dan C ($Sr(OH)_2$) basa — keduanya terbalik.
- C ✗ B asam, D basa, E asam — tiga sampel salah.
- D ✗ A dan E asam, C dan D basa — terbalik.
- E ✓ cocok dengan pola.

Jebakan: H_2SO_3 dan $HClO_3$ mengandung atom O, tetapi tetap asam karena melepaskan H^+; gugus OH pada $Sr(OH)_2$ dan $Ca(OH)_2$ (hidroksida logam) yang melepaskan OH^-.

Jawaban: E.

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

No. 19 Kunci: C

Konsep: selama reaksi berlangsung, konsentrasi **reaktan berkurang** (dipakai), sedangkan konsentrasi **produk bertambah** (terbentuk). Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berkurangnya konsentrasi reaktan atau bertambahnya konsentrasi produk per satuan waktu.

Membaca grafik:
• Kurva biru (NH_3 dan O_2) dimulai dari konsentrasi tinggi lalu **turun** → reaktan.
• Kurva ungu (NO dan H_2O) dimulai dari nol lalu **naik** → produk.
Reaksinya: $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ (oksidasi amonia, tahap awal proses Ostwald).

Analisis opsi:
• A ✗ NO dan H_2O adalah produk.
• B ✗ NO adalah produk.
• C ✓ NH_3 dan O_2.
• D ✗ H_2O adalah produk.
• E ✗ H_2O adalah produk.

Jawaban: C.

No. 20 Kunci: E

Reaksi: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ (perbandingan mol 1 : 1).

Langkah 1 – Volume HCl rata-rata. (8,2 + 8,0 + 7,8) ÷ 3 = **8,0 mL**.

Langkah 2 – Mol NaOH dalam 20 mL larutan encer. n = 0,1 M × 8,0 mL = **0,8 mmol**.

Langkah 3 – Mol NaOH dalam seluruh larutan encer (100 mL). 0,8 × (100 ÷ 20) = **4,0 mmol**.
Seluruhnya berasal dari 10 mL deterjen.

Langkah 4 – Massa dan kadar. massa NaOH = 4,0 mmol × 40 mg/mmol = 160 mg = **0,16 g**.
Massa 10 mL deterjen = 10 g (ρ = 1 g/mL) → kadar = 0,16 ÷ 10 × 100% = **1,6%**.

Kesimpulan: 1,6% jauh melebihi 0,1% pada label.

Cek ulang: konsentrasi NaOH dalam deterjen = 4,0 mmol ÷ 10 mL = 0,4 M → 0,4 mol/L × 40 g/mol = 16 g/L = 1,6 g/100 mL ✓.

Analisis opsi:
• A ✗ 0,04% tidak sesuai perhitungan apa pun yang benar.
• B ✗ hasil titrasi tidak mendukung 0,1%.
• C ✗ 0,4%: *Jebakan* mengira 0,4 M sama dengan 0,4%.
• D ✗ 0,16%: *Jebakan* membagi 0,16 g dengan 100 mL larutan encer, padahal NaOH itu berasal dari 10 mL deterjen.
• E ✓ 1,6%.

Jawaban: E.

No. 21 Kunci: A

Ide: "ramah lingkungan" di sini diukur dari emisi CO_2 **per energi** yang dihasilkan. Ketiga senyawa sama-sama menghasilkan 5 mol CO_2 per mol, jadi yang terbaik adalah yang melepaskan energi **terbesar** per mol.

Langkah 1 – Reaksi pembakaran sempurna.
• $C_5H_{12} + 8O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$
• $C_5H_{10} + 7{,}5O_2 \rightarrow 5CO_2 + 5H_2O$ (1-pentena dan siklopentana)

Langkah 2 – CO_2 per 1.000 kJ energi.
• n-pentana: 5 ÷ 3.509 × 1.000 = **1,42 mol**
• 1-pentena: 5 ÷ 3.349 × 1.000 = 1,49 mol

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

• siklopentana: 5 ÷ 3.291 × 1.000 = 1,52 mol
n-pentana menghasilkan CO_2 paling sedikit untuk energi yang sama.

Analisis opsi:
• A ✓.
• B ✗ ikatan rangkap tidak membuat emisi CO_2 per energi lebih kecil; energinya justru lebih kecil.
• C ✗ siklopentana melepas energi paling **kecil**.
• D ✗ mol CO_2 per mol bahan bakar memang sama, tetapi energinya berbeda, jadi emisi per energi tidak sama.
• E ✗ 1-pentena menghasilkan H_2O lebih sedikit (5 mol) daripada n-pentana (6 mol), dan H_2O bukan ukuran ramah lingkungan di sini.

Jawaban: A.

No. 22 Kunci: C

Langkah 1 – Tentukan koefisien dari perubahan jumlah zat.
• A: 6 → 2 mol (berkurang 4).
• B: 5 → 3 mol (berkurang 2).
• A_2B: 0 → 2 mol (bertambah 2).
Perbandingan perubahan A : B : A_2B = 4 : 2 : 2 = 2 : 1 : 1 → reaksi **$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons A_2B(g)$** (cocok dengan rumus A_2B).

Langkah 2 – Jumlah koefisien gas. Kiri = 2 + 1 = 3; kanan = 1.

Langkah 3 – Asas Le Chatelier. Tekanan dinaikkan (volume diperkecil) → kesetimbangan bergeser ke arah jumlah mol gas **lebih kecil** → ke **kanan** (produk).

Analisis opsi:
• A ✗ jumlah mol produk memang lebih kecil, tetapi arah pergeserannya justru ke kanan.
• B ✗ pergeseran tidak ke kiri.
• C ✓ ke kanan karena koefisien produk (1) < reaktan (3).
• D ✗ kesetimbangan gas tetap dipengaruhi tekanan bila jumlah koefisien kiri ≠ kanan.
• E ✗ semua konsentrasi memang naik sesaat, tetapi alasan pergeseran adalah perbedaan jumlah mol gas.

Jebakan: jangan memakai jumlah mol **saat setimbang** (A 2, B 3, A_2B 2) sebagai koefisien; koefisien diperoleh dari **perubahan** jumlah mol.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: B

Langkah 1 – Baca grafik. Pada 300 °C, konsentrasi C_2H_4 saat setimbang **lebih rendah** daripada pada 500 °C → pada suhu rendah lebih banyak C_2H_4 yang berubah menjadi etanol.

Langkah 2 – Sifat reaksi. Kesetimbangan bergeser ke kanan saat suhu diturunkan → reaksi ke kanan **eksoterm** (asas Le Chatelier: penurunan suhu menggeser kesetimbangan ke arah eksoterm).

Langkah 3 – Pengaruh pada K_c. Untuk reaksi eksoterm, penurunan suhu **memperbesar** K_c. Jadi pada suhu di bawah 400 °C, $K_c > 0{,}9$.

Langkah 4 – Pilih kisaran suhu terbaik. Data grafik mendukung penurunan sampai 300 °C. Penurunan terlalu jauh (mendekati suhu kamar) membuat laju reaksi sangat lambat dan air serta etanol tidak lagi berwujud gas pada tekanan reaktor, sehingga proses fase gas tidak berjalan. Kisaran 400 °C > T > 300 °C adalah upaya terbaik yang didukung data.

Analisis opsi:
• A ✗ alasan "K_c berkurang" salah; penurunan suhu pada reaksi eksoterm justru memperbesar K_c, dan 25 °C tidak praktis.

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

• B ✓ eksoterm, suhu diturunkan ke kisaran yang didukung grafik, $K_c > 0{,}9$.
• C ✗ arah dan alasan benar, tetapi kisaran sampai 25 °C tidak didukung data dan membuat laju reaksi terlalu lambat.
• D ✗ reaksi bukan endoterm (grafik menunjukkan konversi lebih kecil pada 500 °C).
• E ✗ menaikkan suhu menurunkan hasil etanol.

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: A

Konsep: reduktor = zat yang mengalami **oksidasi** (bilangan oksidasi naik).

Langkah 1 – Bilangan oksidasi.
• Cd: 0 (unsur bebas) → dalam $Cd(OH)_2$: +2 → **naik** (oksidasi).
• Ni dalam NiO_2: +4 → dalam $Ni(OH)_2$: +2 → **turun** (reduksi).
• H (+1) dan O (−2) pada H_2O tidak berubah.

Langkah 2 – Tentukan peran. Cd teroksidasi → **reduktor**; NiO_2 tereduksi → oksidator; $Cd(OH)_2$ hasil oksidasi; $Ni(OH)_2$ hasil reduksi.

Analisis opsi:
• A ✓ Cd.
• B ✗ NiO_2 adalah oksidator.
• C ✗ H_2O bukan oksidator maupun reduktor (biloks tetap).
• D ✗ $Cd(OH)_2$ adalah hasil oksidasi.
• E ✗ $Ni(OH)_2$ adalah hasil reduksi.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: B

Langkah 1 – Baca arah elektron. Panah e^- pada kawat menunjukkan elektron mengalir **dari Y**, melewati voltmeter, **menuju X**.

Langkah 2 – Tentukan anode dan katode. Elektron dilepas di anode (oksidasi) dan diterima di katode (reduksi).
• **Y = anode**: $Y(s) \rightarrow Y^{2+}(aq) + 2e^-$ → logam Y larut, massanya berkurang, $[Y^{2+}]$ bertambah.
• **X = katode**: $X^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow X(s)$ → logam X mengendap, massanya bertambah, $[X^{2+}]$ berkurang.

Analisis opsi:
• A ✗ X adalah katode (reduksi), bukan oksidasi.
• B ✓ Y teroksidasi sehingga massanya berkurang.
• C ✗ Y^{2+} justru bertambah karena terbentuk dari oksidasi Y.
• D ✗ Y adalah anode.
• E ✗ X^{2+} berkurang karena direduksi menjadi logam X.

Cek ulang: dalam sel volta, elektron selalu mengalir dari anode ke katode melalui kawat ✓.

Jawaban: B.

Simulasi 2 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: A

Konsep: % Ca = (jumlah atom Ca × 40) ÷ Mr × 100 %.

Langkah. $CaCO_3$: 40/100 = 40,0 %. $CaCl_2$: 40/111 = 36,0 %. Kalsium sitrat: 120/498 = 24,1 %. Kalsium laktat: 40/218 = 18,3 %. Kalsium glukonat: 40/430 = 9,3 %.

Analisis opsi:
• A ✓ 40,0 %.

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

• B ✗ 36,0 %.
• C ✗ 24,1 %; walaupun berisi 3 atom Ca, Mr-nya sangat besar. *Jebakan: memilih senyawa dengan jumlah atom Ca terbanyak.*
• D ✗ 18,3 %.
• E ✗ 9,3 %.

Jawaban: A.

No. 2 Kunci: E

Konsep: % unsur = (jumlah atom × Ar) ÷ Mr × 100 %; jumlah atom dibaca dari struktur.

Langkah 1. Dari gambar: 1 C, 1 O, 2 N, 4 H → $CO(NH_2)_2$.
Langkah 2. Mr = 12 + 16 + 2(14) + 4(1) = 60.
Langkah 3. % N = 28 ÷ 60 × 100 % = **46,7 %**.

Analisis opsi:
• A ✗ 20,0 % adalah persentase C.
• B ✗ Hanya satu atom N yang dihitung. *Jebakan: tidak menghitung semua atom pada struktur.*
• C ✗ Perbandingan jumlah atom N terhadap seluruh atom (2 dari 8 atom).
• D ✗ 26,7 % adalah persentase O.
• E ✓ 46,7 %.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: C

Konsep: kecepatan menguap ditentukan oleh kekuatan gaya antarmolekul. Ikatan hidrogen (H terikat pada O) jauh lebih kuat daripada gaya dipol dan gaya London.

Langkah. Air: setiap molekul dapat membentuk banyak ikatan hidrogen → paling lambat. Etanol: satu gugus –OH → ikatan hidrogen lebih sedikit. Aseton: tidak memiliki H yang terikat pada O → hanya gaya dipol dan London → paling cepat menguap, walaupun Mr-nya terbesar.

Analisis opsi:
• A ✗ Mr kecil justru membuat gaya London lemah; air lambat menguap karena ikatan hidrogen.
• B ✗ Menguap tidak memutus ikatan kovalen O–H. *Jebakan: tertukar ikatan dalam molekul dan gaya antarmolekul.*
• C ✓ Aseton tidak membentuk ikatan hidrogen antarmolekul.
• D ✗ Mr besar seharusnya memperlambat penguapan bila gaya lainnya sama.
• E ✗ Yang menentukan adalah jenis gaya antarmolekul, bukan sekadar jumlah atom O.

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: B

Konsep: hasil reaksi dihitung dari pereaksi pembatas.

Langkah 1. $NaHCO_3$ = 8,4 ÷ 84 = 0,10 mol; HCl = 0,050 L × 1,0 M = 0,050 mol.
Langkah 2. Perbandingan 1 : 1 → HCl pembatas (0,050 mol).
Langkah 3. CO_2 = 0,050 mol × 44 = **2,2 g**.

Analisis opsi:
• A ✗ Mol HCl dibagi 2 tanpa alasan.
• B ✓ 2,2 g.
• C ✗ Rata-rata kedua mol pereaksi.
• D ✗ CO_2 dihitung dari $NaHCO_3$ (0,10 mol). *Jebakan: memakai pereaksi yang berlebih.*
• E ✗ Mol $NaHCO_3$ dikalikan 2.

Jawaban: B.

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

No. 5 Kunci: B

Konsep: pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume gas = perbandingan koefisien (hukum Gay-Lussac). Gas sisa ikut dihitung.

Langkah 1 – Pembatas. 30 L N_2 memerlukan 90 L H_2, padahal H_2 hanya 60 L → H_2 pembatas.
Langkah 2 – Yang bereaksi. 60 L H_2 bereaksi dengan 20 L N_2 dan menghasilkan 40 L NH_3.
Langkah 3 – Total. NH_3 40 L + N_2 sisa 10 L = **50 L**.

Analisis opsi:
• A ✗ Hanya volume NH_3; N_2 sisa tidak dihitung. *Jebakan: lupa gas sisa.*
• B ✓ 50 L.
• C ✗ NH_3 dihitung dari N_2 (60 L) tanpa memeriksa pembatas.
• D ✗ 60 L NH_3 + 10 L sisa (campuran dua kesalahan).
• E ✗ Volume awal; reaksi mengurangi jumlah mol gas.

Jawaban: B.

No. 6 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: % massa = massa zat terlarut ÷ massa larutan × 100 %. Pada pencampuran, massa zat terlarut dan massa larutan dijumlahkan. Pada pengenceran, massa zat terlarut tetap.

Pernyataan 1. 10 % × 500 g = 50 g → **Benar**.
Pernyataan 2. Glukosa = 50 + 15 = 65 g; larutan = 800 g → 65 ÷ 800 = 8,125 % → **Benar**.
Pernyataan 3. Larutan 2 % berisi 50 g glukosa → massa larutan = 2.500 g. Air yang ditambahkan = 2.500 − 500 = **2.000 g** → **Salah**. *Jebakan: menganggap massa larutan akhir sebagai massa air yang ditambahkan.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 7 Kunci: B, C, E

Konsep: makin banyak atom C, makin tinggi titik didih. Urutan fraksi: gas (C_1–C_4) → bensin (C_5–C_{10}) → kerosin/avtur (C_{11}–C_{14}) → solar (C_{15}–C_{17}) → pelumas (C_{18}–C_{20}) → parafin dan residu (lebih dari C_{20}).

Analisis setiap pasangan:
• A ✗ P (C_2, −89 °C) berwujud gas pada suhu kamar; pelarut cat harus cair. *Jebakan: menganggap titik didih rendah selalu cocok untuk pelarut.*
• B ✓ Q (C_7, 98 °C) termasuk fraksi bensin.
• C ✓ R (C_{13}, 235 °C) termasuk fraksi kerosin → avtur.
• D ✗ S (C_{18}, 316 °C) termasuk fraksi pelumas/solar berat, bukan bensin.
• E ✓ T (C_{26}, 412 °C) termasuk fraksi parafin dan residu.

Jawaban: B, C, dan E.

No. 8 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: isomer dengan hasil pembakaran yang sama dapat dibandingkan kestabilannya: yang melepaskan kalor lebih sedikit memiliki energi awal lebih rendah, jadi lebih stabil.

Pernyataan 1. X = C_5H_{10} (alkena), Y = C_5H_{10} (sikloalkana) → isomer fungsi → **Benar**.
Pernyataan 2. X melepaskan 3.330 kJ, lebih banyak daripada Y (3.291 kJ). Artinya energi X lebih tinggi → X **kurang** stabil → **Salah**. *Jebakan: menganggap kalor pembakaran besar berarti senyawa lebih stabil.*
Pernyataan 3. X memiliki ikatan rangkap sehingga mengadisi Br_2; Y jenuh → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 9 Kunci: D

Konsep: % massa = massa bahan ÷ massa produk × 100 %.

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

Langkah. Natrium benzoat: 0,20 ÷ 250 = 0,08 % (di bawah 0,1 %). Gula: 50 ÷ 250 = 20 % (di bawah 25 %). Garam: 6,0 ÷ 250 = 2,4 % (melebihi 2 %).

Analisis opsi:

- A ✗ Pembagian salah tempat koma; kadarnya 0,08 %. *Jebakan: membagi dengan 25, bukan 250.*
- B ✗ 20 % masih di bawah 25 %.
- C ✗ Garam melebihi batas.
- D ✓ Garam 2,4 %.
- E ✗ Natrium benzoat masih di bawah batas.

Jawaban: D.

No. 10 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: jumlah C = mol CO_2 ÷ mol senyawa; jumlah H = 2 × mol H_2O ÷ mol senyawa. Jenis atom C ditentukan oleh jumlah atom C tetangganya.

Pernyataan 1. C = 0,5 ÷ 0,1 = 5; H = 2 × 0,6 ÷ 0,1 = 12 → C_5H_{12} → **Benar**.
Pernyataan 2. Atom C pusat terikat pada 4 atom C (kuarterner); keempat CH_3 terikat pada 1 atom C (primer) → **Benar**.
Pernyataan 3. Rantai terpanjang 3 C (propana) dengan dua metil di C2 → **2,2-dimetilpropana**. 2,2-Dimetilbutana berisi 6 atom C → **Salah**. *Jebakan: menghitung rantai induk yang terlalu panjang.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 11 Kunci: E

Konsep: senyawa ion menghantar listrik saat leleh dan larut (ion bebas bergerak), tetapi padatannya tidak. Senyawa kovalen polar hanya menghantar setelah bereaksi dengan air (larutan). Senyawa kovalen nonpolar tidak menghantar. Logam menghantar dalam wujud padat maupun cair.

Langkah. P = ion; Q = kovalen polar; R = kovalen nonpolar (atau kovalen yang tidak terion); S = logam.

Analisis opsi:

- A ✗ P dan Q tertukar.
- B ✗ R tidak menghantar dalam larutan, jadi bukan kovalen polar yang terion.
- C ✗ S menghantar sebagai padatan → logam.
- D ✗ R tidak menghantar dalam keadaan apa pun, jadi bukan ion.
- E ✓ P ion, Q kovalen polar. *Jebakan: menganggap setiap zat yang larutannya menghantar adalah senyawa ion.*

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: A

Konsep: menurut Brønsted-Lowry, basa adalah penerima proton (H^+). Ion karbonat (CO_3^{2-}) adalah basa: $CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O + CO_2$.

Analisis opsi:

- A ✓ CO_3^{2-} bertindak sebagai basa (penerima H^+).
- B ✗ Ion Ca^{2+} tidak melepas H^+.
- C ✗ Kalsium karbonat bersifat basa, bukan asam.
- D ✗ $CaCO_3$ tidak mengandung gugus OH. *Jebakan: menganggap basa harus mengandung OH^- (definisi Arrhenius).*
- E ✗ $CaCO_3$ sukar larut; asam tidak "diendapkan".

Jawaban: A.

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

No. 13 Kunci: B

Konsep: penurunan tekanan uap bergantung pada **jumlah partikel** zat terlarut, bukan jenis atau ukurannya. Elektrolit menghasilkan lebih banyak partikel (faktor i).

Langkah. ΔP: A = 23,8 − 23,4 = 0,4 mmHg; B = 0,9 mmHg (±2 kali A, i KCl = 2); C = 1,3 mmHg (±3 kali A, i $MgCl_2$ = 3).

Analisis opsi:

- A ✗ Tekanan uap A justru paling tinggi; ukuran molekul tidak berpengaruh.
- B ✓ i = 2 untuk KCl.
- C ✗ Tekanan uap C paling rendah.
- D ✗ Molalitas sama, tetapi jumlah partikel berbeda. *Jebakan: lupa faktor van 't Hoff.*
- E ✗ Penurunan C kira-kira tiga kali A, bukan tiga kali B.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: D

Konsep: π = M × R × T × i. Dua larutan isotonik pada suhu sama bila M × i keduanya sama. $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$ (i = 3); glukosa nonelektrolit (i = 1).

Langkah. M glukosa × 1 = 0,10 × 3 → M glukosa = **0,30 M**.

Analisis opsi:

- A ✗ Faktor i dipakai terbalik (0,10 ÷ 3).
- B ✗ Konsentrasi disamakan tanpa memperhitungkan ion. *Jebakan: menganggap $CaCl_2$ nonelektrolit.*
- C ✗ $CaCl_2$ dianggap menghasilkan 2 ion.
- D ✓ 0,30 M.
- E ✗ Faktor i dikalikan dua kali.

Jawaban: D.

No. 15 Kunci: D

Konsep: ΔTf = Kf × m × i; Tf larutan = 0 − ΔTf.

Langkah. n = 117 ÷ 58,5 = 2,0 mol; m = 2,0 ÷ 1,000 kg = 2,0 m. ΔTf = 1,86 × 2,0 × 2 = 7,44 °C → Tf = **−7,44 °C**.

Analisis opsi:

- A ✗ Molalitas dianggap 1 dan i diabaikan.
- B ✗ i diabaikan. *Jebakan: lupa NaCl terion menjadi dua partikel.*
- C ✗ i dianggap 3.
- D ✓ −7,44 °C.
- E ✗ i dianggap 3 dan dikalikan 2 lagi.

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: C

Konsep: zat terlarut menurunkan tekanan uap (kurva cair–gas larutan di bawah air murni), menaikkan titik didih, dan menurunkan titik beku (garis padat–cair larutan bergeser ke kiri).

Langkah. ΔTf = 3 °C → m = 3 ÷ 1,86 = 1,6 m. ΔTb = 0,52 × 1,6 = 0,84 °C → Tb = 100,84 °C.

Analisis opsi:

- A ✗ K (−3 °C) adalah batas padat–cair larutan; air murni membeku pada 0 °C (L). *Jebakan: tertukar garis larutan dan pelarut.*
- B ✗ Titik didih larutan lebih tinggi.
- C ✓ m ≈ 1,6 m, Tb ≈ 100,84 °C.

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

- D ✗ Tekanan uap larutan lebih rendah.
- E ✗ Arahnya terbalik.

Jawaban: C.

No. 17 Kunci: D

Konsep: setelah dicampur, volume menjadi dua kali sehingga konsentrasi setiap ion menjadi setengahnya. $Q = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$.

Langkah 1. $[Ag^+] = [CrO_4^{2-}] = 1 \times 10^{-4}$ M.
Langkah 2. $Q = (10^{-4})^2 \times 10^{-4} = 1 \times 10^{-12}$, sedikit lebih kecil daripada $1{,}1 \times 10^{-12}$ → **tidak mengendap**.

Analisis opsi:

- A ✗ Konsentrasi tidak dibagi dua karena pengenceran. *Jebakan: lupa pengenceran saat pencampuran.*
- B ✗ $[Ag^+]$ tidak dikuadratkan dan pengenceran diabaikan.
- C ✗ Q tidak sama dengan Ksp.
- D ✓ Q lebih kecil daripada Ksp.
- E ✗ Yang dibandingkan dengan Ksp adalah Q.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: C

Konsep: $pH = -\log[H^+]$; selisih pH 1 berarti $[H^+]$ berbeda 10 kali. Email gigi terkikis bila pH kurang dari 5,5.

Langkah. Minuman isotonik (3,9) dan bersoda (2,6) di bawah 5,5. Selisih pH bersoda dan isotonik = 1,3 → $[H^+]$ berbeda $10^{1{,}3} \approx 20$ kali.

Analisis opsi:

- A ✗ pH 5,8 masih di atas 5,5.
- B ✗ Selisih pH 0,5 → sekitar 3 kali, bukan 10 kali. *Jebakan: menganggap setiap selisih pH berarti 10 kali.*
- C ✓ $10^{1{,}3} \approx 20$.
- D ✗ Minuman isotonik lebih asam dan berada di bawah 5,5.
- E ✗ Minuman isotonik juga berpotensi mengikis.

Jawaban: C.

No. 19 Kunci: A

Konsep: konsentrasi pereaksi berkurang seiring waktu, sedangkan konsentrasi hasil reaksi bertambah.

Langkah. Kurva X turun → pereaksi. Kurva Y dan Z naik dari nol → hasil reaksi. (Kenaikan Y dua kali Z, jadi koefisien Y dua kali Z.)

Analisis opsi:

- A ✓ X saja.
- B ✗ Y bertambah, jadi hasil reaksi.
- C ✗ Z bertambah, jadi hasil reaksi.
- D ✗ Y bukan pereaksi. *Jebakan: memilih kurva yang paling tinggi pada akhir reaksi.*
- E ✗ Keduanya hasil reaksi.

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: D

Konsep: $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ (1 : 1). Mol NH_3 dalam alikuot dikalikan faktor pengenceran untuk memperoleh mol dalam sampel awal.

Langkah 1. Mol HCl = 20 × 0,10 = 2,0 mmol = mol NH_3 dalam 25 mL larutan encer.
Langkah 2. Dalam 100 mL (= seluruh 10 mL sampel): 2,0 × 100/25 = 8,0 mmol → massa = 8,0 × 17 =

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

136 mg = 0,136 g.
Langkah 3. Massa sampel = 10 g → kadar = 0,136 ÷ 10 × 100 % = **1,36 %**, di bawah label.

Analisis opsi:
- A ✗ Faktor pengenceran tidak dipakai dan kadar dihitung terhadap 100 g.
- B ✗ Kadar dihitung terhadap 100 mL larutan encer.
- C ✗ Kadar dihitung terhadap massa alikuot 25 g, bukan massa sampel 10 g.
- D ✓ 1,36 %. *Jebakan: lupa faktor pengenceran 100/25 atau salah memilih massa pembagi.*
- E ✗ Hasil titrasi tidak mendukung angka label.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: B

Konsep: ΔH reaksi = ΣΔHf° hasil − ΣΔHf° pereaksi; unsur bebas ΔHf° = 0. Nilai untuk persamaan berkoefisien 2 dibagi 2 untuk 1 mol metanol.

Langkah 1. Hasil: 2(−394) + 4(−286) = −1.932 kJ. Pereaksi: 2(−239) = −478 kJ.
Langkah 2. ΔH = −1.932 − (−478) = −1.454 kJ untuk 2 mol metanol.
Langkah 3. Per mol: −727 kJ → kalor yang dilepaskan **727 kJ**.

Analisis opsi:
- A ✗ Koefisien tidak dipakai: (−394 − 286) − (−239) = −441.
- B ✓ 727 kJ.
- C ✗ ΔHf° metanol ditambahkan, bukan dikurangkan, lalu dibagi 2.
- D ✗ Ini untuk 2 mol metanol. *Jebakan: lupa membagi dengan koefisien metanol.*
- E ✗ ΔHf° pereaksi tidak dikurangkan.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: C

Konsep: kenaikan tekanan menggeser kesetimbangan ke arah jumlah mol gas yang lebih kecil. Pengaruh suhu menunjukkan sifat eksoterm/endoterm.

Langkah. Kiri 4 mol gas, kanan 2 mol gas. Grafik naik terhadap tekanan pada setiap suhu → sesuai pergeseran ke kanan. Kurva suhu lebih tinggi berada lebih rendah → reaksi ke kanan eksoterm.

Analisis opsi:
- A ✗ Grafik menunjukkan kenaikan, bukan penurunan.
- B ✗ Kadar NH_3 turun ketika suhu naik → eksoterm. *Jebakan: membaca urutan kurva terbalik.*
- C ✓ Tekanan naik → bergeser ke mol gas lebih kecil (kanan).
- D ✗ Jumlah mol gas kedua ruas berbeda.
- E ✗ Kadar tertinggi pada suhu rendah dan tekanan tinggi.

Jawaban: C.

No. 23 Kunci: D

Konsep: pada suhu lebih tinggi, kesetimbangan tercapai lebih cepat, tetapi untuk reaksi eksoterm jumlah hasil setimbang lebih kecil. Industri memilih suhu kompromi dengan katalis.

Langkah 1 – Baca grafik. Pada 550 °C kurva cepat mendatar tetapi [SO_3] setimbang hanya ±0,5 M; pada 400 °C lebih lambat tetapi mencapai ±0,8 M.
Langkah 2 – Simpulkan. Hasil turun saat suhu naik → reaksi ke kanan eksoterm. Suhu terlalu rendah membuat laju sangat lambat; suhu terlalu tinggi menurunkan hasil → suhu sedang + katalis (V_2O_5).

Analisis opsi:
- A ✗ Hasil justru turun pada suhu tinggi, jadi eksoterm.
- B ✗ Suhu rendah membuat reaksi lambat, bukan cepat.
- C ✗ Cepat tercapai, tetapi hasilnya kecil. *Jebakan: hanya memperhatikan kecepatan.*

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

- D ✓ Suhu kompromi dengan katalis.
- E ✗ Tinggi kurva mendatar (hasil setimbang) berbeda.

Jawaban: D.

No. 24 Kunci: A

Konsep: reduktor adalah zat yang **teroksidasi** (biloksnya naik).

Langkah. Zn: 0 → +2 (naik, teroksidasi) → reduktor. Mn: +4 → +3 (turun, tereduksi) → MnO_2 oksidator.

Analisis opsi:
- A ✓ Zn reduktor.
- B ✗ MnO_2 tereduksi, jadi oksidator. *Jebakan: menganggap zat yang tereduksi adalah reduktor.*
- C ✗ ZnO adalah hasil oksidasi, bukan pereaksi.
- D ✗ Mn_2O_3 adalah hasil reduksi.
- E ✗ Alasannya keliru dan MnO_2 bukan reduktor.

Jawaban: A.

No. 25 Kunci: E

Konsep: elektron mengalir dari anode (oksidasi) ke katode (reduksi). Logam anode larut menjadi ion; ion logam di wadah katode mengendap.

Langkah. Elektron keluar dari Zn → Zn anode: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ ($[Zn^{2+}]$ bertambah). Fe katode: $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ ($[Fe^{2+}]$ berkurang, massa Fe bertambah). $E°sel = -0{,}44 - (-0{,}76) = +0{,}32$ V.

Analisis opsi:
- A ✗ Besi adalah katode; massanya bertambah.
- B ✗ Fe^{2+} tereduksi sehingga konsentrasinya berkurang.
- C ✗ $E°sel = E°katode - E°anode = 0{,}32$ V. *Jebakan: menjumlahkan nilai E°.*
- D ✗ Elektrode yang melepas elektron adalah anode.
- E ✓ $[Zn^{2+}]$ bertambah.

Jawaban: E.

Simulasi 3 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: D

Konsep: % K = (jumlah atom K × 39) ÷ Mr × 100 %.

Langkah. KCl: 39/74,5 = 52,3 %. K_2SO_4: 78/174 = 44,8 %. KNO_3: 39/101 = 38,6 %. K_2CO_3: 78/138 = 56,5 %. KH_2PO_4: 39/136 = 28,7 %.

Analisis opsi:
- A ✗ 52,3 %; Mr terkecil tidak menjamin kadar tertinggi. *Jebakan: memilih Mr terkecil.*
- B ✗ 44,8 %.
- C ✗ 38,6 %.
- D ✓ 56,5 %.
- E ✗ 28,7 %.

Jawaban: D.

No. 2 Kunci: C

Konsep: % unsur = (jumlah atom × Ar) ÷ Mr × 100 %.

Langkah 1. Dari gambar: 3 C, 6 H, 1 O → C_3H_6O.
Langkah 2. Mr = 3(12) + 6(1) + 16 = 58.
Langkah 3. % O = 16 ÷ 58 × 100 % = **27,6 %**.

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

Analisis opsi:

- A ✗ Perbandingan jumlah atom (1 dari 10 atom). *Jebakan: memakai jumlah atom, bukan massa.*
- B ✗ 10,3 % adalah persentase H.
- C ✓ 27,6 %.
- D ✗ Atom H tidak dihitung dalam Mr (16 ÷ 52).
- E ✗ 62,1 % adalah persentase C.

Jawaban: C.

No. 3 Kunci: B

Konsep: mol = massa ÷ Mr; jumlah atom suatu unsur = mol senyawa × jumlah atom unsur itu dalam rumus × bilangan Avogadro.

Langkah. n NH_3 = 3,4 ÷ 17 = 0,20 mol. Atom H = 0,20 × 3 × 6,02 × 10^{23} = **3,6 × 10^{23}**.

Analisis opsi:

- A ✗ Ini jumlah molekul NH_3. *Jebakan: lupa mengalikan 3 atom H per molekul.*
- B ✓ 3,6 × 10^{23}.
- C ✗ Jumlah seluruh atom (4 atom per molekul).
- D ✗ Atom H dihitung sebagai molekul H_2 (dikalikan 6).
- E ✗ Massa dikalikan Mr, bukan dibagi.

Jawaban: B.

No. 4 Kunci: B

Konsep: tentukan pereaksi pembatas dengan membagi mol setiap pereaksi dengan koefisiennya.

Langkah 1. Zn = 6,5 ÷ 65 = 0,10 mol; HCl = 0,100 × 1,0 = 0,10 mol.
Langkah 2. Zn: 0,10/1 = 0,10; HCl: 0,10/2 = 0,05 → HCl pembatas.
Langkah 3. H_2 = ½ × 0,10 = 0,05 mol → V = 0,05 × 22,4 = **1,12 L**.

Analisis opsi:

- A ✗ Mol H_2 dibagi 2 lagi.
- B ✓ 1,12 L.
- C ✗ H_2 dihitung dari Zn (0,10 mol). *Jebakan: tidak memperhatikan koefisien 2 pada HCl.*
- D ✗ Mol HCl dikalikan 2.
- E ✗ Mol dianggap 1.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: D

Konsep: pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume = perbandingan koefisien. Volume udara = volume O_2 ÷ kadar O_2 di udara.

Langkah. O_2 = 5 × 5 = 25 L. Udara = 25 ÷ 0,20 = **125 L**.

Analisis opsi:

- A ✗ Ini volume CO_2 yang dihasilkan.
- B ✗ Ini volume O_2, belum diubah menjadi volume udara. *Jebakan: berhenti di volume oksigen.*
- C ✗ Kadar O_2 dianggap 25 %.
- D ✓ 125 L.
- E ✗ Koefisien 5 dipakai dua kali.

Jawaban: D.

No. 6 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: mol = M × V. Kristal hidrat memiliki Mr yang lebih besar karena air kristalnya ikut ditimbang. Pengenceran: $M_1V_1 = M_2V_2$.

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

Pernyataan 1. 0,5 × 0,200 = 0,10 mol → **Benar**.
Pernyataan 2. Diperlukan 0,10 mol $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ = 0,10 × 249,5 = **24,95 g**; 16,0 g adalah massa bila memakai $CuSO_4$ anhidrat → **Salah**. *Jebakan: memakai Mr garam tanpa air kristal.*
Pernyataan 3. 0,5 × 200 = M_2 × 500 → M_2 = 0,2 M → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 7 Kunci: A, C, D

Konsep: jumlah atom C menentukan titik didih dan fraksi: bensin C_5–C_{10}, kerosin/avtur C_{11}–C_{14}, solar C_{15}–C_{17}.

Analisis setiap pernyataan:
• A ✓ X berpusat pada C_7 → bensin.
• B ✗ Y berpusat pada C_{16} (solar); rantai panjang paling sukar menguap.
• C ✓ Y berantai lebih panjang daripada Z → titik didih lebih tinggi.
• D ✓ Z berpusat pada C_{12} → kerosin/avtur.
• E ✗ Rantai X justru paling pendek; bilangan oktan ditentukan oleh percabangan, bukan panjang rantai. *Jebakan: mengaitkan rantai panjang dengan mutu bensin.*

Jawaban: A, C, dan D.

No. 8 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: pada cis, gugus yang sama berada di sisi yang sama; pada trans, berseberangan. Ikatan rangkap C=C tidak dapat berputar bebas. Isomer yang melepaskan kalor pembakaran lebih sedikit memiliki energi lebih rendah (lebih stabil).

Pernyataan 1. P: kedua CH_3 di atas (sepihak) → cis. Q: CH_3 berseberangan → trans → **Benar**.
Pernyataan 2. Q melepaskan 2.706 kJ, lebih sedikit daripada P (2.710 kJ) → energi Q lebih rendah → lebih stabil → **Benar**.
Pernyataan 3. Ikatan rangkap tidak dapat diputar pada suhu kamar; karena itu cis dan trans adalah dua zat berbeda → **Salah**. *Jebakan: menganggap ikatan rangkap dapat berputar seperti ikatan tunggal.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 9 Kunci: C

Konsep: % volume = volume zat ÷ volume larutan × 100 %; % massa/volume = massa (g) ÷ volume (mL) × 100 %.

Langkah. Etanol: 50 ÷ 250 = 20 % (melebihi 15 %). Klorheksidin: 0,50 ÷ 250 = 0,2 % (tepat sama dengan batas, tidak melebihi). NaF: 0,10 ÷ 250 = 0,04 % (di bawah 0,05 %).

Analisis opsi:
• A ✗ 0,2 % tepat sama dengan batas maksimum, belum melebihi. *Jebakan: menganggap "sama dengan batas" sebagai melebihi.*
• B ✗ Kadar NaF 0,04 %; 0,4 % diperoleh karena salah membagi.
• C ✓ Etanol 20 %.
• D ✗ Etanol melebihi batas.
• E ✗ Klorheksidin tidak melebihi.

Jawaban: C.

No. 10 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: alkuna (C≡C) berumus C_nH_{2n-2}. Adisi sempurna satu ikatan rangkap tiga memerlukan 2 mol H_2.

Pernyataan 1. Rantai 4 C dengan C≡C di C1 → 1-butuna; atom H = 1 + 0 + 2 + 3 = 6 → C_4H_6 → **Benar**.
Pernyataan 2. 2-Butuna (CH_3–C≡C–CH_3) juga C_4H_6, hanya letak ikatan rangkapnya berbeda → isomer

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

posisi → **Benar**.

Pernyataan 3. C≡C → C–C memerlukan **2 mol** H_2; dengan 1 mol H_2 hasilnya 1-butena → **Salah**. *Jebakan: menyamakan alkuna dengan alkena.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 11 Kunci: A

Konsep: larutan menghantarkan listrik bila mengandung ion yang bebas bergerak. Air murni hanya terion sangat sedikit.

Analisis opsi:

- A ✓ Ion dari garam mineral (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, Cl^-, HCO_3^-) membuat air keran menghantar.
- B ✗ Kepolaran molekul H_2O sama.
- C ✗ Air suling tetap H_2O.
- D ✗ Oksigen terlarut berupa molekul O_2, bukan ion.
- E ✗ Air tidak terion sempurna. *Jebakan: menganggap air sebagai elektrolit kuat.*

Jawaban: A.

No. 12 Kunci: D

Konsep: asam Brønsted-Lowry memberi proton; basa menerima proton. Pasangan konjugasi hanya berbeda satu H^+.

Langkah. HCOOH memberi H^+ → asam; basa konjugasinya $HCOO^-$. HCO_3^- menerima H^+ → basa; asam konjugasinya H_2CO_3.

Analisis opsi:

- A ✗ HCOOH memberi proton.
- B ✗ $HCOO^-$ berpasangan dengan HCOOH, bukan dengan H_2CO_3.
- C ✗ Mengandung H tidak berarti bertindak sebagai asam. *Jebakan: menilai dari rumus, bukan dari arah perpindahan proton.*
- D ✓ HCO_3^- basa; H_2CO_3 asam konjugasinya.
- E ✗ Teori Brønsted-Lowry tidak memerlukan OH^-.

Jawaban: D.

No. 13 Kunci: E

Konsep: kenaikan titik didih sebanding dengan molalitas partikel (m × i).

Langkah.

- A: m = 0,10 ÷ 0,5 = 0,2; i = 1 → 0,2.
- B: m = 0,10 ÷ 1,0 = 0,1; i = 2 → 0,2.
- C: m = 0,05 ÷ 0,25 = 0,2; i = 3 → 0,6.

Jadi C tertinggi, A dan B sama.

Analisis opsi:

- A ✗ Hanya menebak dari jenis zat tanpa menghitung molalitas partikel.
- B ✗ Massa pelarut dan faktor i tidak diperhitungkan dengan benar.
- C ✗ B dianggap lebih tinggi daripada A karena NaCl elektrolit, tetapi molalitasnya setengah. *Jebakan: hanya melihat jenis zat atau hanya melihat mol.*
- D ✗ Urutan terbalik.
- E ✓ C tertinggi; A = B.

Jawaban: E.

No. 14 Kunci: D

Konsep: π = M × R × T × i, T dalam kelvin; NaCl memberi i = 2.

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

Langkah. T = 300 K. π = 0,6 × 0,082 × 300 × 2 = **29,5 atm**.

Analisis opsi:
- A ✗ Suhu dalam °C dan i diabaikan.
- B ✗ Suhu dalam °C. *Jebakan: lupa mengubah suhu ke kelvin.*
- C ✗ i diabaikan.
- D ✓ 29,5 atm.
- E ✗ i dihitung 4.

Jawaban: D.

No. 15 Kunci: C

Konsep: asam lemah berlebih + basa kuat membentuk penyangga. pH = pKa + log (mol garam ÷ mol asam sisa).

Langkah 1. HCOOH = 20 mmol; NaOH = 10 mmol → sisa HCOOH 10 mmol, terbentuk HCOONa 10 mmol.
Langkah 2. Perbandingan 1 : 1 → pH = pKa = 4 − 0,26 = **3,74**.

Analisis opsi:
- A ✗ pH asam format 0,2 M tanpa NaOH ($\sqrt{(Ka \times M)}$).
- B ✗ Perbandingan dianggap 1 : 2 (garam : asam awal).
- C ✓ 3,74.
- D ✗ Perbandingan dianggap 2 : 1.
- E ✗ pKa dikurangkan dari 14 (dianggap penyangga basa). *Jebakan: tertukar pKa dan pKb.*

Jawaban: C.

No. 16 Kunci: A

Konsep: kenaikan titik didih ΔTb = Kb × m × i; titik didih dibaca pada perpotongan kurva dengan garis 1 atm.

Langkah. Dari grafik: larutan I mendidih pada 100,52 °C (ΔTb = 0,52 → i = 1, glukosa); larutan II pada 101,04 °C (ΔTb = 1,04 → i = 2, NaCl).

Analisis opsi:
- A ✓ Larutan II = NaCl.
- B ✗ Larutan I ber-i = 1 → glukosa.
- C ✗ ΔTb 1,04 menunjukkan i = 2 → NaCl.
- D ✗ Kurva II berada di bawah kurva I, jadi tekanan uapnya lebih rendah.
- E ✗ Jumlah partikel berbeda. *Jebakan: hanya memperhatikan jumlah mol zat.*

Jawaban: A.

No. 17 Kunci: B

Konsep: setelah dicampur dengan volume sama, konsentrasi setiap ion menjadi setengahnya. Q = $[Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$.

Langkah. $[Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 5 \times 10^{-4}$ M. $Q = (5 \times 10^{-4})^2 = 2{,}5 \times 10^{-7}$, jauh lebih besar daripada $1{,}1 \times 10^{-10}$ → **mengendap**.

Analisis opsi:
- A ✗ Q lebih besar daripada Ksp.
- B ✓ $Q = 2{,}5 \times 10^{-7}$.
- C ✗ Q jauh lebih besar.
- D ✗ Q dihitung sebagai satu konsentrasi saja. *Jebakan: tidak mengalikan konsentrasi kedua ion.*
- E ✗ $BaSO_4$ sukar larut (Ksp sangat kecil).

Jawaban: B.

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

No. 18 Kunci: A

Konsep: indikator yang tepat memiliki trayek pH yang memuat pH titik ekuivalen.

Langkah. pH titik ekuivalen 8,7 berada dalam trayek fenolftalein (8,3–10,0).

Analisis opsi:

- A ✓ Fenolftalein.
- B ✗ Metil jingga berubah warna jauh sebelum titik ekuivalen.
- C ✗ Trayek metil merah di daerah asam.
- D ✗ Trayek bromtimol biru berakhir pada 7,6, di bawah 8,7. *Jebakan: menganggap titik ekuivalen selalu pH 7.*
- E ✗ Berubah warna setelah titik ekuivalen terlewati.

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: A

Konsep: laju rata-rata = pertambahan volume ÷ selang waktu; pada awal reaksi konsentrasi pereaksi paling besar sehingga laju paling cepat.

Langkah. Pertambahan volume per menit: 40, 24, 14, 6, 0 mL. Terbesar pada menit ke-0 sampai ke-1.

Analisis opsi:

- A ✓ 40 mL per menit.
- B ✗ 24 mL per menit.
- C ✗ 14 mL per menit.
- D ✗ 6 mL per menit.
- E ✗ Reaksi sudah berhenti. *Jebakan: memilih selang dengan volume total terbesar.*

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: D

Konsep: KOH + HCl → KCl + H_2O (1 : 1). Mol dalam alikuot dikalikan faktor pengenceran.

Langkah 1. HCl = 12 × 0,05 = 0,60 mmol = KOH dalam 20 mL.
Langkah 2. Dalam 100 mL: 0,60 × 100/20 = 3,0 mmol → 3,0 × 56 = 168 mg = 0,168 g.
Langkah 3. Kadar = 0,168 ÷ 5,0 × 100 % = **3,36 %**.

Analisis opsi:

- A ✗ Massa KOH dibagi massa 100 mL larutan encer (dianggap 100 g), bukan massa sampel.
- B ✗ Faktor pengenceran 100/20 tidak dipakai. *Jebakan: lupa bahwa hanya seperlima larutan yang dititrasi.*
- C ✗ Mr NaOH (40) dipakai, bukan Mr KOH.
- D ✓ 3,36 %.
- E ✗ Mol KOH dikalikan 2.

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: B

Konsep: ΔH = Σ energi ikatan diputus − Σ energi ikatan dibentuk; lalu sesuaikan dengan massa hidrogen.

Langkah 1. Diputus: 2(436) + 498 = 1.370 kJ. Dibentuk: 2 × 2(463) = 1.852 kJ.
Langkah 2. ΔH = 1.370 − 1.852 = −482 kJ untuk 2 mol H_2 (4 g).
Langkah 3. Per gram: 482 ÷ 4 = **±121 kJ**.

Analisis opsi:

- A ✗ Dibagi 8.
- B ✓ ±121 kJ.

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

- C ✗ Ini per mol H_2 (2 g). *Jebakan: menyamakan per mol dengan per gram.*
- D ✗ Ini untuk 2 mol H_2.
- E ✗ Hanya energi ikatan yang dibentuk.

Jawaban: B.

No. 22 Kunci: B

Konsep: perbandingan perubahan mol = perbandingan koefisien. Kenaikan tekanan menggeser kesetimbangan ke arah jumlah mol gas yang lebih kecil; K tidak berubah karena suhu tetap.

Langkah 1 – Persamaan. X berkurang 0,6 mol; Y bertambah 0,3 mol; Z bertambah 0,6 mol → $2X \rightleftharpoons Y + 2Z$.
Langkah 2 – Jumlah mol gas. Kiri 2, kanan 3 → tekanan naik → bergeser ke kiri.

Analisis opsi:
- A ✗ Bergeser ke arah mol gas lebih sedikit, bukan lebih banyak. *Jebakan: membalik arah pengaruh tekanan.*
- B ✓ Kiri (2 mol gas).
- C ✗ Jumlah mol gas kedua ruas berbeda.
- D ✗ Kenaikan konsentrasi semua zat tidak berarti bergeser ke kanan.
- E ✗ K hanya berubah karena suhu.

Jawaban: B.

No. 23 Kunci: E

Konsep: bila hasil setimbang naik saat suhu naik, reaksi ke kanan endoterm. Tekanan rendah menguntungkan arah yang jumlah mol gasnya lebih banyak.

Langkah 1. Kedua kurva naik terhadap suhu → endoterm → suhu tinggi menguntungkan.
Langkah 2. Kiri 2 mol gas, kanan 4 mol gas → tekanan rendah menguntungkan; sesuai grafik, kurva 5 atm berada di atas kurva 30 atm.

Analisis opsi:
- A ✗ Grafik naik terhadap suhu, jadi endoterm.
- B ✗ Suhu rendah menurunkan konversi.
- C ✗ Reaksinya endoterm.
- D ✗ Tekanan tinggi menurunkan konversi. *Jebakan: menganggap tekanan tinggi selalu menguntungkan industri.*
- E ✓ Endoterm; suhu tinggi dan tekanan rendah.

Jawaban: E.

No. 24 Kunci: C

Konsep: reduktor adalah zat yang teroksidasi (biloksnya naik).

Langkah. Pb: 0 → +2 (naik) → reduktor. Pb dalam PbO_2: +4 → +2 (turun) → oksidator.

Analisis opsi:
- A ✗ PbO_2 tereduksi, jadi oksidator. *Jebakan: tertukar reduktor dan oksidator.*
- B ✗ Biloks atom dalam H_2SO_4 tidak berubah.
- C ✓ Pb reduktor.
- D ✗ $PbSO_4$ adalah hasil reaksi.
- E ✗ H_2O adalah hasil reaksi dan biloksnya tidak berubah.

Jawaban: C.

No. 25 Kunci: E

Konsep: elektron mengalir dari anode ke katode; E°sel = E°katode − E°anode.

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

Langkah. Elektron keluar dari Al → Al anode ($Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$). Cu katode ($Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$; massa Cu bertambah, $[Cu^{2+}]$ berkurang). E°sel = 0,34 − (−1,66) = 2,00 V.

Analisis opsi:
- A ✗ Elektrode yang melepas elektron adalah anode.
- B ✗ Al teroksidasi sehingga massanya berkurang.
- C ✗ Cu^{2+} tereduksi sehingga berkurang.
- D ✗ E°sel = E°katode − E°anode. *Jebakan: menjumlahkan nilai E°.*
- E ✓ Massa Cu bertambah; E°sel 2,00 V.

Jawaban: E.

Simulasi 4 — Prediksi TKA 2026

No. 1 Kunci: E

Konsep: % F = (jumlah atom F × 19) ÷ Mr × 100 %.

Langkah. NaF: 19/42 = 45,2 %. KF: 19/58 = 32,8 %. SnF_2: 38/157 = 24,2 %. Na_2PO_3F: 19/144 = 13,2 %. CaF_2: 38/78 = 48,7 %.

Analisis opsi:
- A ✗ 45,2 %; Mr terkecil tidak menjamin kadar tertinggi. *Jebakan: memilih Mr terkecil.*
- B ✗ 32,8 %.
- C ✗ 24,2 %.
- D ✗ 13,2 %.
- E ✓ 48,7 %.

Jawaban: E.

No. 2 Kunci: E

Konsep: % unsur = (jumlah atom × Ar) ÷ Mr × 100 %.

Langkah 1. Dari gambar: 2 C, 6 H, 2 O → $C_2H_6O_2$.
Langkah 2. Mr = 24 + 6 + 32 = 62.
Langkah 3. % O = 32 ÷ 62 × 100 % = **51,6 %**.

Analisis opsi:
- A ✗ 9,7 % adalah persentase H.
- B ✗ Perbandingan jumlah atom (2 dari 10 atom). *Jebakan: memakai jumlah atom, bukan massa.*
- C ✗ Hanya satu atom O yang dihitung.
- D ✗ 38,7 % adalah persentase C.
- E ✓ 51,6 %.

Jawaban: E.

No. 3 Kunci: C

Konsep: asam karboksilat bereaksi dengan alkohol (esterifikasi) membentuk ester dan air. Gugus –COOH dan –OH bergabung menjadi –COO–.

Langkah. $CH_3COOH + HO–R \rightarrow CH_3COO–R + H_2O$. Hasilnya ester (isoamil asetat), yang khas beraroma buah.

Analisis opsi:
- A ✗ Alkohol adalah salah satu pereaksi.
- B ✗ Eter memiliki –O– di antara dua gugus alkil tanpa C=O.
- C ✓ Ester (–COO–).

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

- D ✗ Keton memiliki C=O di tengah rantai tanpa O tambahan.
- E ✗ Asam karboksilat adalah pereaksi. *Jebakan: menyebut pereaksi sebagai hasil.*

Jawaban: C.

No. 4 Kunci: B

Konsep: massa hasil dihitung dari pereaksi pembatas.

Langkah 1. $AgNO_3$ = 1,70 ÷ 170 = 0,010 mol; NaCl = 0,468 ÷ 58,5 = 0,0080 mol.
Langkah 2. Perbandingan 1 : 1 → NaCl pembatas.
Langkah 3. AgCl = 0,0080 × 143,5 = **1,15 g**.

Analisis opsi:
- A ✗ Massa NaCl dianggap massa endapan.
- B ✓ 1,15 g.
- C ✗ Dihitung dari $AgNO_3$ (0,010 mol). *Jebakan: memakai pereaksi yang berlebih.*
- D ✗ Jumlah massa kedua pereaksi.
- E ✗ Mol $AgNO_3$ dikalikan 2.

Jawaban: B.

No. 5 Kunci: C

Konsep: pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume = perbandingan koefisien.

Langkah. N_2 = ½ × 6 = 3 L; H_2 = 3/2 × 6 = 9 L. Total = **12 L**.

Analisis opsi:
- A ✗ Volume dianggap tidak berubah.
- B ✗ Hanya volume H_2. *Jebakan: tidak menjumlahkan semua gas hasil.*
- C ✓ 12 L.
- D ✗ Volume amonia ikut dijumlahkan dengan H_2.
- E ✗ Koefisien 3 dipakai tanpa dibagi 2.

Jawaban: C.

No. 6 Kunci: 1B 2B 3S

Konsep: M = (10 × ρ × % massa) ÷ Mr. Pengenceran: $M_1V_1 = M_2V_2$. Asam pekat selalu dituangkan ke dalam air, bukan sebaliknya.

Pernyataan 1. M = 10 × 1,84 × 98 ÷ 98 = 18,4 M → **Benar**.
Pernyataan 2. 18,4 × V_1 = 1,0 × 500 → V_1 = 27,2 mL → **Benar**.
Pernyataan 3. Bila air dituangkan ke asam pekat, kalor yang besar dapat mendidihkan air seketika sehingga asam memercik. Yang benar: asam dituangkan perlahan ke dalam air sambil diaduk → **Salah**. *Jebakan: mengira urutan pencampuran tidak berpengaruh.*

Jawaban: Benar, Benar, Salah.

No. 7 Kunci: A, B, E

Konsep: selisih persen terdistilasi antara dua suhu = persen fraksi yang menguap pada rentang suhu itu. Komponen bertitik didih rendah (rantai pendek) menguap lebih dulu.

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

Analisis setiap pernyataan:

- A ✓ Sampai 180 °C: 30 %.
- B ✓ Sampai 400 °C baru 75 % → sisa 25 %.
- C ✗ Kerosin = 45 − 30 = 15 %; solar = 65 − 45 = 20 %. *Jebakan: membaca angka kumulatif, bukan selisihnya.*
- D ✗ Yang paling awal menguap justru berantai paling pendek.
- E ✓ Solar 20 %.

Jawaban: A, B, dan E.

No. 8 Kunci: 1S 2B 3B

Konsep: isomer rantai berumus sama dengan kerangka berbeda. Isomer yang melepaskan kalor pembakaran lebih sedikit lebih stabil. Titik didih ditentukan gaya antarmolekul, bukan kekuatan ikatan kovalen.

Pernyataan 1. P bertitik didih lebih tinggi karena bidang sentuhnya lebih luas sehingga gaya London lebih kuat; saat mendidih ikatan kovalen tidak putus → **Salah**. *Jebakan: tertukar ikatan dalam molekul dan gaya antarmolekul.*
Pernyataan 2. Keduanya 5 C jenuh → C_5H_{12}; P rantai lurus, Q bercabang → **Benar**.
Pernyataan 3. Q melepaskan 3.492 kJ, lebih sedikit daripada P (3.509 kJ) → energi Q lebih rendah → lebih stabil → **Benar**.

Jawaban: Salah, Benar, Benar.

No. 9 Kunci: B

Konsep: kadar (mg/L) = massa (mg) ÷ volume (L).

Langkah. A: 150 ÷ 0,5 = 300 mg/L (kurang). B: 250 ÷ 0,5 = 500 mg/L (memenuhi). C: 280 ÷ 0,35 = 800 mg/L (lebih). D: 360 ÷ 0,6 = 600 mg/L (memenuhi).

Analisis opsi:

- A ✗ A di bawah 400 mg/L.
- B ✓ B dan D.
- C ✗ C melebihi 700 mg/L. *Jebakan: membandingkan massa per botol tanpa memperhitungkan volume.*
- D ✗ Keduanya tidak memenuhi.
- E ✗ C tidak memenuhi.

Jawaban: B.

No. 10 Kunci: 1B 2S 3B

Konsep: rantai induk = rantai C terpanjang; jenis atom C ditentukan oleh jumlah atom C tetangganya; alkana berumus C_nH_{2n+2}.

Pernyataan 1. Rantai terpanjang 5 C, cabang metil di C3 (dari kedua ujung sama) → 3-metilpentana → **Benar**.
Pernyataan 2. 6 atom C, semua ikatan tunggal → C_6H_{14} → **Salah**. *Jebakan: salah menghitung atom H pada rumus struktur singkat.*
Pernyataan 3. Atom C3 terikat pada 3 atom C → satu C tersier → **Benar**.

Jawaban: Benar, Salah, Benar.

No. 11 Kunci: E

Konsep: elektrolit kuat → lampu terang, banyak gelembung; elektrolit lemah → lampu redup/tidak menyala, sedikit gelembung; nonelektrolit → tidak menyala dan tidak ada gelembung.

Langkah. Asam asetat (elektrolit lemah) → Q atau T. Urea (nonelektrolit) → R.

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

Analisis opsi:

• A ✗ P elektrolit kuat.

• B ✗ Urutannya terbalik: R tidak mungkin asam asetat. *Jebakan: tidak memperhatikan urutan yang diminta.*

• C ✗ S elektrolit kuat; Q bukan nonelektrolit.

• D ✗ P bukan urea.

• E ✓ Q (lemah) dan R (nonelektrolit).

Jawaban: E.

No. 12 Kunci: E

Konsep: $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$. Asam karbonat adalah asam lemah, sehingga air hujan alami bersifat sedikit asam.

Analisis opsi:

• A ✗ N_2 udara tidak bereaksi dengan air pada suhu biasa; NO_x dari pembakaran yang menyebabkan hujan asam.

• B ✗ Air murni hanya terion sangat sedikit, dan $[H^+] = [OH^-]$.

• C ✗ O_2 tidak membentuk asam dalam air.

• D ✗ Larutan asam memiliki H^+ lebih banyak daripada OH^-. *Jebakan: tertukar ciri asam dan basa.*

• E ✓ CO_2 membentuk asam karbonat (asam lemah).

Jawaban: E.

No. 13 Kunci: B

Konsep: penurunan titik beku sebanding dengan m × i. Penurunan terkecil berarti titik beku tertinggi.

Langkah.

• X: m = (6/60) ÷ 0,5 = 0,2; i = 1 → 0,2 → Tf = −0,372 °C.

• Y: m = (5,85/58,5) ÷ 1 = 0,1; i = 2 → 0,2 → Tf = −0,372 °C.

• Z: m = (11,1/111) ÷ 2 = 0,05; i = 3 → 0,15 → Tf = −0,279 °C.

Titik beku tertinggi: Z, lalu X dan Y sama.

Analisis opsi:

• A ✗ Tidak memperhitungkan i dan massa pelarut.

• B ✓ Z tertinggi; X = Y.

• C ✗ Y dan X sama, bukan berurutan.

• D ✗ Urutan terbalik: X dan Y justru titik bekunya lebih rendah. *Jebakan: tertukar penurunan titik beku dan titik beku.*

• E ✗ Tidak sesuai perhitungan.

Jawaban: B.

No. 14 Kunci: D

Konsep: $\pi = M \times R \times T \rightarrow M = \pi \div (R \times T)$; mol = M × V; Mr = massa ÷ mol.

Langkah 1. $M = 0{,}0082 \div (0{,}082 \times 300) = 3{,}33 \times 10^{-4}$ M.

Langkah 2. Mol = $3{,}33 \times 10^{-4} \times 0{,}100$ L = $3{,}33 \times 10^{-5}$ mol.

Langkah 3. Mr = $1{,}0 \div 3{,}33 \times 10^{-5}$ = **30.000**.

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

Analisis opsi:

- A ✗ Suhu dipakai dalam °C (27), bukan kelvin.
- B ✗ Volume larutan dianggap 1 L.
- C ✗ Suhu dianggap 0 °C (273 K).
- D ✓ 30.000.
- E ✗ Volume dianggap 10 mL. *Jebakan: salah konversi mL ke L.*

Jawaban: D.

No. 15 Kunci: D

Konsep: $\Delta Tb = Kb \times m$; m = mol ÷ kg pelarut.

Langkah. n = 342 ÷ 342 = 1 mol; m = 1 ÷ 0,500 = 2 m. $\Delta Tb = 0{,}52 \times 2 = 1{,}04$ °C → Tb = **101,04 °C**.

Analisis opsi:

- A ✗ Ini kenaikan titik didihnya, belum ditambahkan ke 100 °C.
- B ✗ Molalitas dianggap 0,5.
- C ✗ Massa pelarut dianggap 1 kg. *Jebakan: menganggap molalitas sama dengan jumlah mol.*
- D ✓ 101,04 °C.
- E ✗ Sukrosa dianggap elektrolit (i = 2).

Jawaban: D.

No. 16 Kunci: B

Konsep: titik beku dibaca pada awal bagian mendatar. $\Delta Tf = Kf \times m \rightarrow m = \Delta Tf \div Kf$; mol = m × kg pelarut; Mr = massa ÷ mol.

Langkah 1. Air membeku pada 0 °C, larutan mulai membeku pada −1,86 °C → $\Delta Tf = 1{,}86$ °C.
Langkah 2. m = 1,86 ÷ 1,86 = 1 m → mol X = 1 × 0,500 = 0,5 mol.
Langkah 3. Mr = 30 ÷ 0,5 = **60**.

Analisis opsi:

- A ✗ Massa pelarut dianggap 1 kg (mol = 1).
- B ✓ 60.
- C ✗ Massa pelarut dikalikan dua.
- D ✗ Zat X dianggap glukosa tanpa perhitungan.
- E ✗ Zat X dianggap sukrosa tanpa perhitungan. *Jebakan: menebak zat dari nilai Mr yang dikenal.*

Jawaban: B.

No. 17 Kunci: D

Konsep: endapan mulai terbentuk ketika Q = Ksp: $[Mn^{2+}][OH^-]^2 = Ksp$.

Langkah 1. $[OH^-]^2 = 2 \times 10^{-13} \div 0{,}01 = 2 \times 10^{-11} \rightarrow [OH^-] = 4{,}5 \times 10^{-6}$ M.
Langkah 2. pOH = 6 − 0,65 = 5,35 → pH = 14 − 5,35 = **8,65**.

Analisis opsi:

- A ✗ Ini nilai pOH. *Jebakan: berhenti di pOH.*
- B ✗ Pengendapan tidak berkaitan langsung dengan pH netral.
- C ✗ Ksp tidak dibagi $[Mn^{2+}]$ sebelum diakarkan ($[OH^-] = \sqrt{(2 \times 10^{-13})}$).
- D ✓ 8,65.
- E ✗ $[OH^-]$ dianggap sama dengan $[Mn^{2+}]$.

Jawaban: D.

No. 18 Kunci: A

Konsep: pH + pOH = 14; $[OH^-] = 10^{-pOH}$. Elektrolit lemah terion sebagian sehingga $[H^+]$ atau $[OH^-]$ jauh lebih kecil daripada konsentrasinya.

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

Langkah. NH_3: pOH = 14 − 11,1 = 2,9 → $[OH^-] = 10^{-2,9} \approx 1,3 \times 10^{-3}$ M, jauh lebih kecil daripada 0,1 M → terion sebagian.

Analisis opsi:

- A ✓ $[OH^-] \approx 1,3 \times 10^{-3}$ M.
- B ✗ $[H^+]$ CH_3COOH justru $10^{1,9} \approx 80$ kali lebih kecil. *Jebakan: membandingkan nilai pH secara langsung.*
- C ✗ $[OH^-]$ NaOH = 10^{-1} M; 10^{-13} M adalah $[H^+]$.
- D ✗ pH berbeda jauh, jadi kekuatannya berbeda.
- E ✗ pH di atas 7 berarti basa.

Jawaban: A.

No. 19 Kunci: A

Konsep: suhu lebih tinggi mempercepat reaksi (kurva lebih curam di awal), tetapi tidak mengubah jumlah hasil akhir bila jumlah pereaksi sama.

Analisis opsi:

- A ✓ Kurva I lebih curam → suhu lebih tinggi.
- B ✗ Suhu tinggi justru mempercepat.
- C ✗ Kedua kurva menuju massa akhir yang sama.
- D ✗ Kemiringan kedua kurva berbeda.
- E ✗ Jumlah pereaksi sama. *Jebakan: mengira kurva yang lebih tinggi berarti pereaksi lebih banyak.*

Jawaban: A.

No. 20 Kunci: D

Konsep: asam laktat + NaOH → garam + air (1 : 1). Mol di alikuot dikalikan faktor pengenceran.

Langkah 1. NaOH = 15,0 × 0,020 = 0,30 mmol = asam laktat dalam 25 mL.
Langkah 2. Dalam 100 mL: 0,30 × 100/25 = 1,2 mmol → 1,2 × 90 = 108 mg = 0,108 g.
Langkah 3. Kadar = 0,108 ÷ 10,0 × 100 % = **1,08 %**.

Analisis opsi:

- A ✗ Massa asam dibagi 100 g (volume larutan encer), bukan massa sampel.
- B ✗ Faktor pengenceran 100/25 tidak dipakai. *Jebakan: lupa bahwa hanya seperempat larutan yang dititrasi.*
- C ✗ Faktor pengenceran dianggap 2.
- D ✓ 1,08 %.
- E ✗ Asam dianggap diprotik (mol dikali 2).

Jawaban: D.

No. 21 Kunci: D

Konsep: energi per liter = (massa jenis × 1.000 ÷ Mr) × |ΔHc|.

Langkah 1. Oktana: 700 ÷ 114 = 6,14 mol → 6,14 × 5.470 ≈ 33.600 kJ/L.
Langkah 2. Etanol: 790 ÷ 46 = 17,2 mol → 17,2 × 1.367 ≈ 23.500 kJ/L.
Langkah 3. Volume etanol = 33.600 ÷ 23.500 ≈ **1,43 L**.

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

Analisis opsi:

- A ✗ Perbandingan ΔHc per mol saja (1.367 ÷ 5.470).
- B ✗ Kebalikan hasil yang benar.
- C ✗ Energi per liter dianggap sama.
- D ✓ 1,43 L.
- E ✗ Perbandingan ΔHc per mol dibalik (5.470 ÷ 1.367), tanpa memperhitungkan Mr dan massa jenis. *Jebakan: membandingkan per mol, bukan per liter.*

Jawaban: D.

No. 22 Kunci: A

Konsep: perubahan volume membuat semua konsentrasi berubah serentak dengan faktor sama. Volume diperbesar (tekanan turun) menggeser kesetimbangan ke arah jumlah mol gas yang lebih banyak.

Langkah 1. Pada t_1 kedua konsentrasi turun tiba-tiba menjadi setengahnya → volume diperbesar dua kali.

Langkah 2. Setelah itu $[N_2O_4]$ turun dan $[NO_2]$ naik → bergeser ke kanan (1 mol gas → 2 mol gas).

Analisis opsi:

- A ✓ Volume diperbesar; bergeser ke kanan.
- B ✗ Grafik menunjukkan pergeseran ke kanan.
- C ✗ Bila NO_2 dikeluarkan, hanya $[NO_2]$ yang turun.
- D ✗ Suhu tetap dan perubahan suhu tidak menimbulkan lonjakan.
- E ✗ Volume diperkecil membuat konsentrasi naik tiba-tiba. *Jebakan: tertukar arah perubahan volume.*

Jawaban: A.

No. 23 Kunci: B

Konsep: K turun saat suhu naik → reaksi ke kanan eksoterm. Kiri 3 mol gas, kanan 2 mol gas → tekanan tinggi menguntungkan. K hanya bergantung pada suhu; katalis hanya mempercepat.

Analisis opsi:

- A ✗ K turun dengan suhu, jadi eksoterm.
- B ✓ Eksoterm; tekanan tinggi; suhu sedang + katalis untuk laju.
- C ✗ Tekanan menggeser kesetimbangan, tetapi tidak mengubah K. *Jebakan: menganggap K berubah karena tekanan.*
- D ✗ Katalis tidak mengubah K.
- E ✗ Tekanan rendah menggeser ke kiri (3 mol gas).

Jawaban: B.

No. 24 Kunci: E

Konsep: reduktor adalah zat yang teroksidasi (biloksnya naik).

Langkah. Li: 0 → +1 (naik) → reduktor. Mn: +4 → +3 (turun) → MnO_2 oksidator.

Analisis opsi:

- A ✗ MnO_2 tereduksi, jadi oksidator. *Jebakan: tertukar reduktor dan oksidator.*
- B ✗ $LiMnO_2$ adalah hasil reaksi.
- C ✗ Mengandung oksigen tidak menentukan peran redoks.
- D ✗ $LiMnO_2$ adalah hasil reaksi.
- E ✓ Li reduktor.

Jawaban: E.

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

No. 25 Kunci: C

Konsep: elektron mengalir dari anode ke katode; ion logam di wadah katode tereduksi; E°sel = E°katode − E°anode.

Langkah. Elektron keluar dari Mg → Mg anode (Mg → Mg^{2+} + $2e^-$, massa berkurang). Ni katode (Ni^{2+} + $2e^-$ → Ni, [Ni^{2+}] berkurang). E°sel = −0,25 − (−2,37) = 2,12 V.

Analisis opsi:

- A ✗ Ni^{2+} tereduksi sehingga berkurang.
- B ✗ Mg melepas elektron → anode.
- C ✓ [Ni^{2+}] berkurang; E°sel 2,12 V.
- D ✗ E°sel tidak dihitung dengan menjumlahkan. *Jebakan: menjumlahkan nilai E° secara mutlak.*
- E ✗ Mg teroksidasi sehingga massanya berkurang.

Jawaban: C.

NEXT LEVEL STUDY
Educational Institutions

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

Penutup

Kamu sudah sampai di halaman terakhir. Itu bukan hal kecil. Sebelum menutup buku ini, simpan lima strategi yang paling sering menentukan benar atau salahnya jawaban di TKA Kimia.

1. **Ubah semuanya ke mol.** Massa, volume gas, jumlah partikel, dan volume larutan bertemu di satu titik, yaitu mol. Dari mol kamu bisa pergi ke mana saja: kadar, volume gas, massa hasil, atau kalor reaksi.
2. **Tulis satuan di setiap angka.** mL atau L, °C atau K, persen atau pecahan, mmol atau mol. Hampir semua pengecoh soal hitungan TKA Kimia lahir dari satu satuan yang terlewat.
3. **Cari pembatas dan faktor tersembunyi.** Pereaksi pembatas, faktor van't Hoff, faktor pengenceran, air kristal, dan atom H yang tidak digambar. Tanyakan pada setiap soal: adakah faktor yang belum kuhitung?
4. **Baca arah grafik sebelum angkanya.** Kurva yang turun adalah pereaksi, kurva yang naik adalah produk. Lonjakan berarti zat ditambahkan. Kenaikan perlahan berarti suhu yang berubah. Arah grafik sering sudah menjawab separuh soal.
5. **Periksa data dan alasan secara terpisah.** Pilihan berbentuk "pernyataan karena alasan" baru benar bila keduanya benar dan saling cocok. Pada soal Benar/Salah dan "jawaban benar lebih dari satu", setiap baris adalah soal kecil yang berdiri sendiri.

Sepekan sebelum ujian. Jangan memulai materi baru. Kerjakan ulang soal yang pernah kamu salah, terutama di sub bab yang ditunjuk tabel skormu. Kerjakan satu simulasi TKA dengan waktu penuh untuk membiasakan irama 60 menit. Latih berhitung tanpa kalkulator. Pada hari-hari terakhir, kurangi jam belajar dan cukupkan tidur. Pikiran yang segar lebih teliti daripada pikiran yang lelah. Siapkan perlengkapan ujian sehari sebelumnya.

Teruslah berlatih. Kuis setiap bab dan latihan di buku ini juga tersedia di LMS Next Level Study melalui kode QR di setiap bab. Di sana kamu dapat mengerjakannya ulang dan melihat perkembanganmu.

Kimia mengajarkan satu hal yang berguna jauh setelah ujian selesai: perubahan besar terjadi dari langkah-langkah kecil yang setia dijalankan, seperti atom yang bergabung satu demi satu menjadi zat baru. Pegang janjimu untuk terus belajar, persembahkan usahamu bagi orang-orang yang kamu sayangi, dan suatu hari abdikan ilmumu untuk negeri ini.

Terima kasih telah belajar bersama buku ini. Selamat berjuang.

Handaka Lumu

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

Lampiran

Lampiran 1. Rumus ringkas

Rumus di bawah ini **bukan untuk dihafal tanpa makna**. Setiap baris menunjuk sub bab tempat rumus itu dijelaskan dan dipakai dalam contoh. Bila lupa cara memakainya, kembalilah ke sub bab tersebut.

Kimia Dasar

Rumus	Kegunaan	Sub bab
elektron = Z − muatan; neutron = A − Z	partikel penyusun atom dan ion	1.1
$A_r = \sum(\text{massa isotop} \times \text{kelimpahan})$	massa atom relatif rata-rata	1.1
$\text{PEB} = \dfrac{\text{elektron valensi} - \text{elektron berikatan}}{2}$	bentuk molekul (VSEPR)	1.2
$n = \dfrac{m}{M_r} = \dfrac{N}{6{,}02 \times 10^{23}} = \dfrac{PV}{RT}$	mol dari massa, partikel, gas	1.3
volume molar: 22,4 L (0 °C, 1 atm); 24,4 L (25 °C, 1 atm)	gas pada kondisi tertentu	1.3
$\%\,\text{unsur} = \dfrac{\text{jumlah atom} \times A_r}{M_r} \times 100\,\%$	kadar unsur dalam senyawa	1.3
pembatas = mol ÷ koefisien terkecil	pereaksi pembatas	1.4
rendemen = hasil nyata ÷ hasil teoretis × 100 %	rendemen	1.4

Kimia Analitik

Rumus	Kegunaan	Sub bab
$M = \dfrac{10 \cdot \rho \cdot \%}{M_r}$; $M_1V_1 = M_2V_2$	konsentrasi dan pengenceran	2.1
$i = 1 + (n-1)\alpha$	faktor van't Hoff	2.2
$P = X_{\text{pelarut}} P^\circ$; $\Delta T_b = K_b\, m\, i$; $\Delta T_f = K_f\, m\, i$; $\pi = MRTi$	sifat koligatif	2.3
$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a M}$; $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b M}$; pH + pOH = 14	pH asam/basa lemah	2.4
$a \cdot M_a V_a = b \cdot M_b V_b$	titik ekuivalen titrasi	2.5
$[\text{H}^+] = K_a \dfrac{n_{\text{asam}}}{n_{\text{basa konj.}}}$	larutan penyangga	2.6
$[\text{OH}^-] = \sqrt{\dfrac{K_w}{K_a} M}$; $[\text{H}^+] = \sqrt{\dfrac{K_w}{K_b} M}$	hidrolisis garam	2.6

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

AB: $K_{sp} = s^2$; AB_2: $K_{sp} = 4s^3$; Q > Ksp → mengendap	kelarutan dan pengendapan	2.7

Kimia Fisik

Rumus	Kegunaan	Sub bab
$q = m\,c\,\Delta T$; $\Delta H = -q/n$	kalorimetri	3.1
$\Delta H = \sum \Delta H_f^\circ$ produk $- \sum \Delta H_f^\circ$ pereaksi	entalpi dari data pembentukan	3.1
$\Delta H = \sum E$ diputus $- \sum E$ dibentuk	entalpi dari energi ikatan	3.1
$v = k[\mathrm{A}]^x[\mathrm{B}]^y$; $v_A/a = v_B/b$	hukum laju, perbandingan laju	3.2
$K_c = \dfrac{[\mathrm{C}]^c[\mathrm{D}]^d}{[\mathrm{A}]^a[\mathrm{B}]^b}$; $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$	tetapan kesetimbangan	3.3
$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{katode}} - E^\circ_{\text{anode}}$	potensial sel	3.4
mol $e^- = \dfrac{I\,t}{96.500}$	hukum Faraday	3.4

Kimia Organik

Rumus	Kegunaan	Sub bab
alkana C_nH_{2n+2}; alkena/sikloalkana C_nH_{2n}; alkuna C_nH_{2n-2}	golongan hidrokarbon	4.1
C_xH_y: x = mol CO_2 ÷ mol; y = 2 × mol H_2O ÷ mol	rumus dari data pembakaran	4.1
alkana: $M_r = 14n + 2$	jumlah C dari Mr (fraksi minyak bumi)	4.2
RON campuran = rata-rata tertimbang volume	bilangan oktan campuran (anggapan linear)	4.2

Lampiran 2. Glosarium

Istilah	Arti dalam buku ini
Adisi	reaksi pada ikatan rangkap; ikatan terbuka dan atom-atom ditambahkan
Alikuot	sebagian kecil larutan yang diambil untuk dititrasi
Amfoter	dapat bertindak sebagai asam maupun basa (H_2O, HCO_3^-)
Anode	elektrode tempat oksidasi
Asas Le Chatelier	kesetimbangan bergeser untuk mengurangi gangguan
Derajat ionisasi (α)	bagian zat yang terurai menjadi ion
Efek Tyndall	penghamburan berkas cahaya oleh partikel koloid

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

Eksoterm	melepas kalor ke lingkungan; ΔH negatif
Elektrolit	zat yang larutannya menghantarkan listrik karena mengandung ion bebas
Endoterm	menyerap kalor dari lingkungan; ΔH positif
Energi aktivasi (Ea)	energi minimum agar tumbukan menghasilkan reaksi
Fraksi minyak bumi	kelompok hidrokarbon dengan rentang titik didih tertentu
Gaya London	gaya tarik antarmolekul yang ada pada semua molekul; makin kuat bila Mr makin besar
Hidrolisis	reaksi ion garam dengan air yang mengubah pH
Ikatan hidrogen	gaya antarmolekul kuat dari H yang terikat langsung pada N, O, atau F
Isomer	senyawa dengan rumus molekul sama tetapi struktur berbeda
Isotonik	bertekanan osmotik sama
Kadar	perbandingan banyak zat terhadap campuran (%, ppm, M)
Katode	elektrode tempat reduksi
Koagulasi	penggumpalan partikel koloid
Konjugasi (pasangan)	dua spesi yang berbeda tepat satu H^+
Ksp	hasil kali kelarutan garam sukar larut dalam keadaan jenuh
Larutan penyangga	larutan yang mempertahankan pH (asam lemah + basa konjugasinya, atau sebaliknya)
Markovnikov (aturan)	pada adisi HX, H masuk ke C rangkap yang mengikat H lebih banyak
Molalitas (m)	mol zat terlarut per kg pelarut
Molaritas (M)	mol zat terlarut per liter larutan
Oksidator	zat yang mengalami reduksi (biloksnya turun)
Orde reaksi	pangkat konsentrasi dalam hukum laju; ditentukan dari data percobaan
Pereaksi pembatas	pereaksi yang habis lebih dulu dan menentukan banyaknya hasil
ppm	bagian per sejuta
Reduktor	zat yang mengalami oksidasi (biloksnya naik)
Rendemen	perbandingan hasil nyata terhadap hasil teoretis
Rumus empiris	perbandingan atom paling sederhana dalam senyawa
Substitusi	reaksi penggantian atom (biasanya H) dengan atom lain
Titik ekuivalen	saat mol asam dan basa tepat habis bereaksi dalam titrasi
Trayek indikator	rentang pH tempat indikator berubah warna
VSEPR	teori bentuk molekul berdasarkan tolakan pasangan elektron

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

Lampiran 3. Sumber data nyata

Soal kuis akhir bab, latihan, dan simulasi prediksi edisi ini meniru soal asli TKA 2025: hampir semua angkanya berupa tetapan baku atau data percobaan yang disusun untuk latihan, bukan data statistik suatu lembaga. Nilai baku dan pedoman yang dipakai berasal dari sumber berikut.

Kelompok	Sumber	Data yang dipakai
Data ilmiah	NIST Chemistry WebBook, CRC Handbook of Chemistry and Physics, IUPAC	energi ionisasi, kelimpahan isotop klorin, titik didih alkana dan hidrogen halida, entalpi pembentukan dan pembakaran, energi ikatan rata-rata, Ka, Kb, Ksp, E°
Lembaga internasional	WHO	batas timbal dalam air minum (0,01 mg/L), formula oralit
Indonesia	Pertamina, Kementerian ESDM	bilangan oktan produk bensin (Pertalite 90, Pertamax 92, Pertamax Turbo 98), program biodiesel B35 dan B40

Angka lain di soal (komposisi produk, hasil percobaan siswa, data reaktor) disusun untuk latihan dan diberi keterangan "Situasi disusun untuk latihan soal" atau "Nilai disederhanakan untuk latihan soal".

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. Edisi ini telah direvisi pada Oktober 2026: materi setiap sub bab dilengkapi penjelasan, gambar, dan contoh terselesaikan, serta semua soal kuis, latihan, dan simulasi prediksi diganti dengan soal baru yang mengikuti profil soal asli TKA 2025. Soal-soal itu tersimpan di Bank Soal NLS (kuis akhir bab TKA-KIM-KB1B sampai TKA-KIM-KB4B, latihan buku TKA-KIM-LT02 sampai TKA-KIM-LT05, dan prediksi TKA-KIM-P07 sampai TKA-KIM-P09) dan dapat dikerjakan ulang di LMS Next Level Study. Masukan dan laporan kesalahan dapat disampaikan melalui LMS Next Level Study.

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	Perkembangan model atom	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.2	Percobaan hamburan Rutherford	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.3	Urutan pengisian subkulit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.4	Tabel periodik dan arah tren	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 1.5	Energi ionisasi pertama unsur Z = 1–20	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.6	Peta konsep struktur atom dan sifat periodik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.7	Pembentukan ikatan ion dan kisi kristal NaCl	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.8	Struktur Lewis beberapa molekul dan ion	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.9	Lima bentuk molekul menurut VSEPR	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.10	Ikatan hidrogen antarmolekul air	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.11	Titik didih hidrida golongan 14–17	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.12	Peta konsep ikatan kimia dan gaya antarmolekul	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.13	Satu mol beberapa zat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.14	Mol sebagai jembatan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.15	Hipotesis Avogadro	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.16	Persen massa unsur dalam urea	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.17	Peta konsep mol dan kadar zat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.18	Model partikel pembakaran metana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.19	Hukum perbandingan volume	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.20	Alur stoikiometri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.21	Pereaksi pembatas pada tingkat partikel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 1.22	Peta konsep stoikiometri	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.1	Ion-ion NaCl terhidrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.2	Langkah membuat larutan dengan labu ukur	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.3	Alat gelas volumetrik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.4	Pengenceran	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.5	Peta konsep konsentrasi larutan	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 2.6	Alat uji daya hantar listrik larutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.7	Elektrolit kuat, lemah, dan nonelektrolit pada tingkat partikel	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.8	NaCl dalam tiga keadaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.9	Ionisasi HCl dalam air	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.10	Peta konsep larutan elektrolit dan nonelektrolit	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.11	Tekanan uap pelarut murni dan larutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.12	Diagram P–T air dan larutan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.13	Osmosis pada tabung U	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.14	Sel darah merah dalam larutan hipotonik, isotonik, dan hipertonik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.15	Jumlah partikel larutan gula, NaCl, dan $CaCl_2$	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.16	Peta konsep sifat koligatif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.17	Perpindahan proton dan pasangan konjugat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.18	Skala pH dan contoh bahan sehari-hari	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.19	Warna indikator kubis ungu	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.20	Asam kuat dan asam lemah pada konsentrasi sama	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.21	Peta konsep asam–basa dan pH	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.22	Rangkaian alat titrasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.23	Kurva titrasi asam kuat dengan basa kuat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.24	Kurva titrasi asam lemah dengan basa kuat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.25	Perubahan warna fenolftalein	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.26	Peta konsep titrasi asam–basa	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.27	Cara kerja larutan penyangga	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 2.28	Perubahan pH air dan penyangga saat ditambah asam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.29	Hidrolisis ion asetat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.30	Sifat larutan garam menurut asalnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.31	Peta konsep penyangga dan hidrolisis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.32	Kesetimbangan dinamis larutan jenuh AgCl	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.33	Contoh endapan berwarna	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.34	Tiga keadaan larutan menurut Q dan Ksp	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.35	Pengaruh ion senama	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.36	Peta konsep kelarutan dan Ksp	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.37	Larutan, koloid, dan suspensi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.38	Efek Tyndall di alam	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.39	Elektroforesis dan pengendap Cottrell	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.40	Sabun sebagai emulgator	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.41	Dua arah pembuatan koloid	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 2.42	Peta konsep sistem koloid	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.1	Sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.2	Diagram tingkat energi reaksi eksoterm dan endoterm	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.3	Pemutusan dan pembentukan ikatan pada pembakaran metana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.4	Kalorimeter sederhana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.5	Diagram hukum Hess	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.6	Peta konsep termokimia	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.7	Mengukur laju reaksi dari volume gas	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.8	Grafik konsentrasi terhadap waktu	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 3.9	Tumbukan efektif dan tidak efektif	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.10	Pengaruh luas permukaan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.11	Sebaran energi partikel pada dua suhu	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.12	Diagram energi reaksi dengan dan tanpa katalis	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.13	Peta konsep laju reaksi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.14	Konsentrasi menuju kesetimbangan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.15	Laju maju dan laju balik	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.16	Pergeseran akibat penambahan zat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.17	Pengaruh tekanan pada $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.18	Pengaruh suhu pada $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.19	Bagan proses Haber-Bosch	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.20	Peta konsep kesetimbangan kimia	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.21	Sel volta seng–tembaga	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.22	Potensial reduksi standar dan deret volta	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.23	Elektrolisis larutan $CuSO_4$	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.24	Korosi besi di bawah setetes air	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.25	Perlindungan katodik dengan anode korban	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 3.26	Peta konsep redoks dan elektrokimia	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.1	Model bola-pasak metana, etena, dan etuna	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.2	Jenis atom karbon pada isooktana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.3	Menamai alkana bercabang langkah demi langkah	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.4	Isomer geometri cis- dan trans-2-butena	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.5	Tiga isomer pentana dan titik didihnya	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 4.6	Peta konsep hidrokarbon	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.7	Pembentukan minyak bumi dan perangkapnya	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.8	Menara distilasi bertingkat	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.9	Jumlah atom C dan titik didih alkana	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.10	Isooktana dan n-heptana sebagai acuan bilangan oktan	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.11	Pembakaran sempurna dan tidak sempurna	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.12	Peta konsep minyak bumi	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.13	Substitusi metana oleh klorin	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.14	Adisi brom pada etena	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.15	Uji air brom pada heksana dan heksena	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.16	Polimerisasi adisi etena menjadi polietena	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.17	Gugus fungsi dalam kehidupan sehari-hari	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—
Gambar 4.18	Peta konsep reaksi senyawa karbon	Tim Next Level Study Indonesia	digambar sendiri	—

Tabel silang sub bab dan soal

Sub bab	Soal
1.1 · Struktur atom, konfigurasi elektron, dan sifat periodik	Bedah Latihan Buku Bab 1 no. 1; Latihan 1.1 no. 1; Latihan 1.1 no. 2; Latihan 1.1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 1; Kuis Bab 1 no. 2; Kuis Bab 1 no. 3; Kuis Bab 1 no. 4; Kuis Bab 1 no. 5
1.2 · Ikatan kimia, bentuk molekul, dan gaya antarmolekul	Bedah Latihan Buku Bab 1 no. 5; Latihan 1.2 no. 1; Latihan 1.2 no. 2; Latihan 1.2 no. 3; Kuis Bab 1 no. 6; Kuis Bab 1 no. 7; Kuis Bab 1 no. 8; Kuis Bab 1 no. 9; Kuis Bab 1 no. 10; Simulasi 2 no. 3
1.3 · Mol, rumus kimia, dan kadar zat	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 1; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 2; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 4; Bedah Latihan Buku Bab 1 no. 9; Latihan 1.3 no. 1; Latihan 1.3 no. 2; Latihan 1.3 no. 3; Kuis Bab 1 no. 11; Kuis Bab 1 no. 12; Kuis Bab 1 no. 13; Kuis Bab 1 no. 14; Kuis Bab 1 no. 15; Kuis Bab 1 no. 16; Kuis Bab 1 no. 17; Kuis Bab 1 no. 18; Simulasi 1 no. 1; Simulasi 1 no. 2; Simulasi 1 no. 4; Simulasi 2 no. 1; Simulasi 2 no. 2; Simulasi 3 no. 1; Simulasi 3 no. 2; Simulasi 3 no. 3; Simulasi 4 no. 1; Simulasi 4 no. 2

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

Sub bab	Soal
1.4 · Persamaan reaksi, hukum dasar, dan pereaksi pembatas	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 5; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 3; Bedah Latihan Buku Bab 1 no. 13; Latihan 1.4 no. 1; Latihan 1.4 no. 2; Latihan 1.4 no. 3; Kuis Bab 1 no. 19; Kuis Bab 1 no. 20; Kuis Bab 1 no. 21; Kuis Bab 1 no. 22; Kuis Bab 1 no. 23; Kuis Bab 1 no. 24; Kuis Bab 1 no. 25; Simulasi 1 no. 3; Simulasi 1 no. 5; Simulasi 2 no. 4; Simulasi 2 no. 5; Simulasi 3 no. 4; Simulasi 3 no. 5; Simulasi 4 no. 4; Simulasi 4 no. 5
2.1 · Konsentrasi larutan dan kelayakan produk	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 9; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 6; Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 1; Latihan 2.1 no. 1; Latihan 2.1 no. 2; Latihan 2.1 no. 3; Kuis Bab 2 no. 1; Kuis Bab 2 no. 2; Kuis Bab 2 no. 3; Simulasi 1 no. 6; Simulasi 1 no. 9; Simulasi 2 no. 6; Simulasi 2 no. 9; Simulasi 3 no. 6; Simulasi 3 no. 9; Simulasi 4 no. 6; Simulasi 4 no. 9
2.2 · Larutan elektrolit dan nonelektrolit	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 11; Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 5; Latihan 2.2 no. 1; Latihan 2.2 no. 2; Latihan 2.2 no. 3; Kuis Bab 2 no. 4; Kuis Bab 2 no. 5; Simulasi 1 no. 11; Simulasi 2 no. 11; Simulasi 3 no. 11; Simulasi 4 no. 11
2.3 · Sifat koligatif larutan	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 16; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 13; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 14; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 15; Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 9; Latihan 2.3 no. 1; Latihan 2.3 no. 2; Latihan 2.3 no. 3; Kuis Bab 2 no. 6; Kuis Bab 2 no. 7; Kuis Bab 2 no. 8; Kuis Bab 2 no. 9; Kuis Bab 2 no. 10; Kuis Bab 2 no. 11; Simulasi 1 no. 13; Simulasi 1 no. 14; Simulasi 1 no. 15; Simulasi 1 no. 16; Simulasi 2 no. 13; Simulasi 2 no. 14; Simulasi 2 no. 15; Simulasi 2 no. 16; Simulasi 3 no. 13; Simulasi 3 no. 14; Simulasi 3 no. 16; Simulasi 4 no. 13; Simulasi 4 no. 14; Simulasi 4 no. 15; Simulasi 4 no. 16
2.4 · Teori asam-basa dan pH	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 12; Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 13; Latihan 2.4 no. 1; Latihan 2.4 no. 2; Latihan 2.4 no. 3; Kuis Bab 2 no. 12; Kuis Bab 2 no. 13; Kuis Bab 2 no. 14; Simulasi 1 no. 12; Simulasi 2 no. 12; Simulasi 3 no. 12; Simulasi 4 no. 12
2.5 · Titrasi asam-basa dan indikator	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 20; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 18; Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 17; Latihan 2.5 no. 1; Latihan 2.5 no. 2; Latihan 2.5 no. 3; Kuis Bab 2 no. 15; Kuis Bab 2 no. 16; Kuis Bab 2 no. 17; Kuis Bab 2 no. 18; Simulasi 1 no. 18; Simulasi 1 no. 20; Simulasi 2 no. 18; Simulasi 2 no. 20; Simulasi 3 no. 18; Simulasi 3 no. 20; Simulasi 4 no. 18; Simulasi 4 no. 20
2.6 · Larutan penyangga dan hidrolisis garam	Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 21; Latihan 2.6 no. 1; Latihan 2.6 no. 2; Latihan 2.6 no. 3; Kuis Bab 2 no. 19; Kuis Bab 2 no. 20; Simulasi 3 no. 15
2.7 · Kelarutan dan Ksp	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 17; Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 25; Latihan 2.7 no. 1; Latihan 2.7 no. 2; Latihan 2.7 no. 3; Kuis Bab 2 no. 21; Kuis Bab 2 no. 22; Kuis Bab 2 no. 23; Simulasi 1 no. 17; Simulasi 2 no. 17; Simulasi 3 no. 17; Simulasi 4 no. 17
2.8 · Sistem koloid	Bedah Latihan Buku Bab 2 no. 29; Latihan 2.8 no. 1; Latihan 2.8 no. 2; Latihan 2.8 no. 3; Kuis Bab 2 no. 24; Kuis Bab 2 no. 25

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

Sub bab	Soal
3.1 · Termokimia dan perubahan entalpi	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 21; Bedah Latihan Buku Bab 3 no. 1; Latihan 3.1 no. 1; Latihan 3.1 no. 2; Latihan 3.1 no. 3; Kuis Bab 3 no. 1; Kuis Bab 3 no. 2; Kuis Bab 3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 4; Kuis Bab 3 no. 5; Kuis Bab 3 no. 6; Simulasi 1 no. 21; Simulasi 2 no. 21; Simulasi 3 no. 21; Simulasi 4 no. 21
3.2 · Laju reaksi	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 19; Bedah Latihan Buku Bab 3 no. 5; Latihan 3.2 no. 1; Latihan 3.2 no. 2; Latihan 3.2 no. 3; Kuis Bab 3 no. 7; Kuis Bab 3 no. 8; Kuis Bab 3 no. 9; Kuis Bab 3 no. 10; Kuis Bab 3 no. 11; Kuis Bab 3 no. 12; Simulasi 1 no. 19; Simulasi 2 no. 19; Simulasi 3 no. 19; Simulasi 4 no. 19
3.3 · Kesetimbangan kimia	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 22; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 23; Bedah Latihan Buku Bab 3 no. 9; Latihan 3.3 no. 1; Latihan 3.3 no. 2; Latihan 3.3 no. 3; Kuis Bab 3 no. 13; Kuis Bab 3 no. 14; Kuis Bab 3 no. 15; Kuis Bab 3 no. 16; Kuis Bab 3 no. 17; Kuis Bab 3 no. 18; Kuis Bab 3 no. 19; Simulasi 1 no. 22; Simulasi 1 no. 23; Simulasi 2 no. 22; Simulasi 2 no. 23; Simulasi 3 no. 22; Simulasi 3 no. 23; Simulasi 4 no. 22; Simulasi 4 no. 23
3.4 · Reaksi redoks dan sel elektrokimia	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 24; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 25; Bedah Latihan Buku Bab 3 no. 13; Latihan 3.4 no. 1; Latihan 3.4 no. 2; Latihan 3.4 no. 3; Kuis Bab 3 no. 20; Kuis Bab 3 no. 21; Kuis Bab 3 no. 22; Kuis Bab 3 no. 23; Kuis Bab 3 no. 24; Kuis Bab 3 no. 25; Simulasi 1 no. 24; Simulasi 1 no. 25; Simulasi 2 no. 24; Simulasi 2 no. 25; Simulasi 3 no. 24; Simulasi 3 no. 25; Simulasi 4 no. 24; Simulasi 4 no. 25
4.1 · Hidrokarbon: kekhasan karbon, tata nama, dan isomer	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 10; Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 8; Bedah Latihan Buku Bab 4 no. 1; Latihan 4.1 no. 1; Latihan 4.1 no. 2; Latihan 4.1 no. 3; 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. 7; Kuis Bab 4 no. 8; Kuis Bab 4 no. 9; Kuis Bab 4 no. 10; Simulasi 1 no. 8; Simulasi 1 no. 10; Simulasi 2 no. 8; Simulasi 2 no. 10; Simulasi 3 no. 8; Simulasi 3 no. 10; Simulasi 4 no. 8; Simulasi 4 no. 10
4.2 · Minyak bumi dan fraksinya	Bedah Soal Asli TKA 2025 no. 7; Bedah Latihan Buku Bab 4 no. 5; Latihan 4.2 no. 1; Latihan 4.2 no. 2; Latihan 4.2 no. 3; Kuis Bab 4 no. 11; Kuis Bab 4 no. 12; Kuis Bab 4 no. 13; Kuis Bab 4 no. 14; Kuis Bab 4 no. 15; Kuis Bab 4 no. 16; Kuis Bab 4 no. 17; Kuis Bab 4 no. 18; Simulasi 1 no. 7; Simulasi 2 no. 7; Simulasi 3 no. 7; Simulasi 4 no. 7
4.3 · Sifat dan reaksi hidrokarbon	Bedah Latihan Buku Bab 4 no. 9; Latihan 4.3 no. 1; Latihan 4.3 no. 2; Latihan 4.3 no. 3; Kuis Bab 4 no. 19; Kuis Bab 4 no. 20; Kuis Bab 4 no. 21; Kuis Bab 4 no. 22; Kuis Bab 4 no. 23; Kuis Bab 4 no. 24; Kuis Bab 4 no. 25; Simulasi 4 no. 3

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

NEXT LEVEL STUDY INDONESIA

Era Baru Pendidikan

TKA Kimia

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: 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-kim

GRATIS · TIDAK UNTUK DIPERJUALBELIKAN

KIM · Edisi 1 · Gratis untuk pelajar Indonesia · 2026/2027