

BAB 3

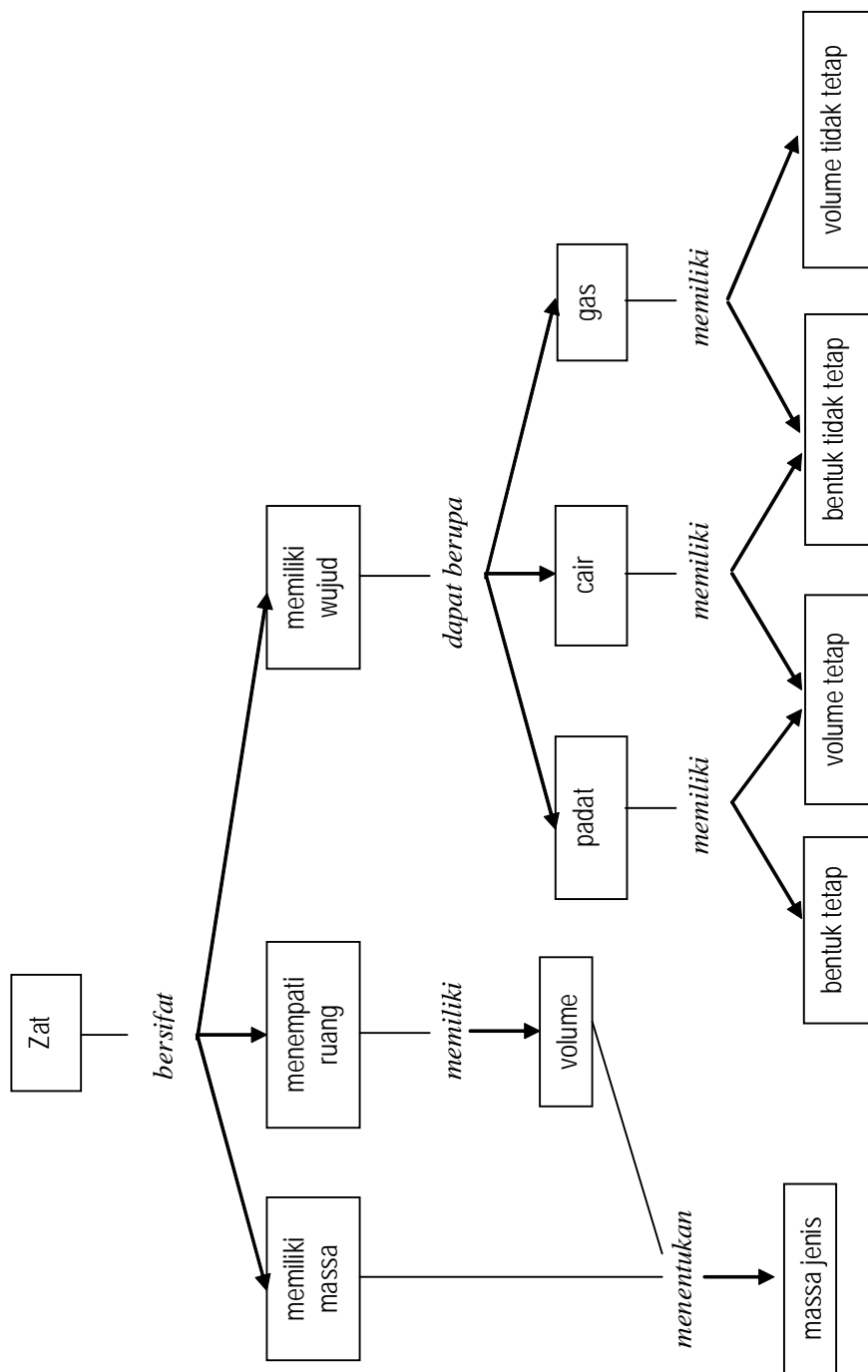
Wujud Zat dan Perubahannya

- A. Wujud Zat
- B. Massa Zat
- C. Pemuaiian
- D. Kalor

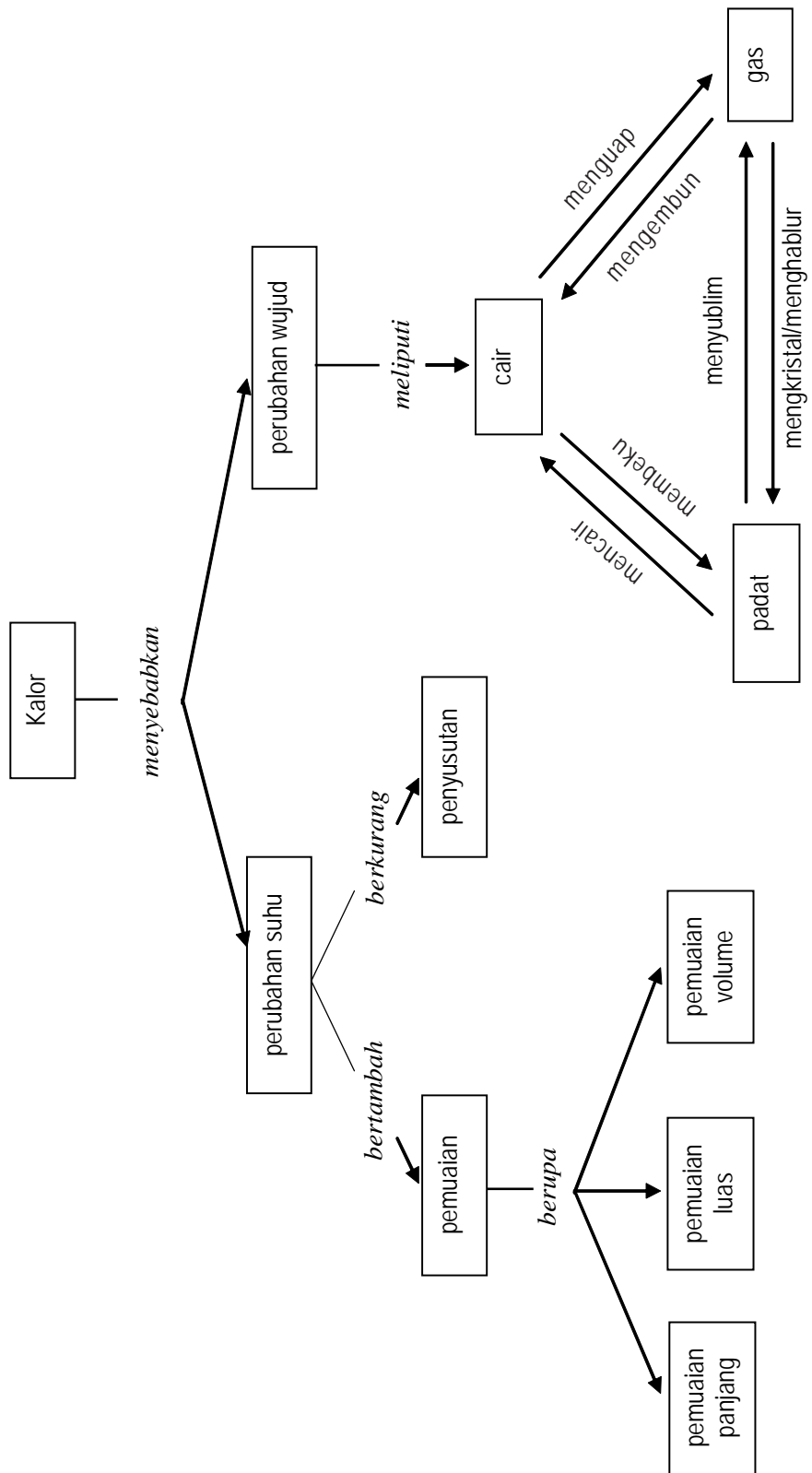


Sumber: Blaustein, D. et. al, 1999

Peta Konsep Zat



Peta Konsep Kalor dan Pengaruhnya terhadap Zat



BAB 3

Wujud Zat dan Perubahannya

Kamu mungkin mempunyai pengalaman pada waktu membeli es batu dan es itu sedang mencair. Saat terjadi perubahan dari wujud padat ke cair, semua bahan menyerap kalor. Bagaimana kalor berperan dalam proses ini? Kamu akan menemukan jawabannya dalam bab ini, saat mempelajari wujud zat dan cara-cara perubahan dari satu wujud ke wujud yang lain.

Kegiatan Penyelidikan

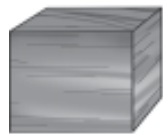


Pada kegiatan ini kamu akan menyelidiki beberapa sifat benda berwujud padat, cair, dan gas.

Alat dan Bahan



balon



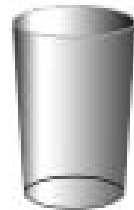
balok kayu



cangkir



air



gelas



gelas ukur



penggaris



spidol kecil

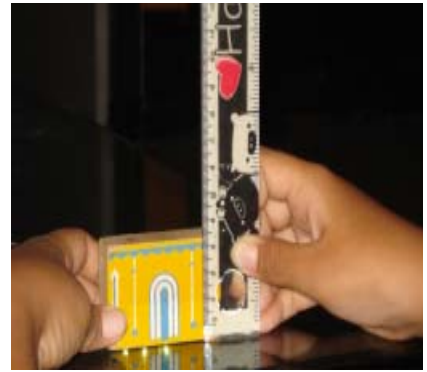
Sumber: Dok. Penulis



Prosedur

1. Gunakan gelas ukur untuk mengukur air sejumlah 50 ml. Tuangkan 50 ml air itu ke dalam gelas. Bagaimanakah bentuk air setelah kamu menuangkan air itu ke dalam gelas? Dengan menggunakan spidol kecil, buatlah tanda batas atas air pada gelas itu.

2. Sekarang, tuangkan air itu ke dalam cangkir. Bagaimanakah bentuk air setelah kamu menuangkan air itu ke dalam cangkir? Dengan menggunakan spidol kecil, buatlah tanda batas atas air. Sekarang, ukurlah volume air itu. Apakah volume air itu telah berubah?
3. Perhatikan balok padat. Bagaimanakah bentuk balok itu? Ukurlah panjang, lebar, dan tingginya. Letakkan balok itu ke dalam gelas kosong. Berubahkah bentuk balok itu? Catatlah hasil pengamatan dan pengukuranmu terhadap balok padat itu.
4. Tiuplah balon setengah penuh, dan ikatlah ujungnya sehingga udara tidak dapat keluar. Bagaimanakah bentuk udara di dalam balon itu? Secara pelan-pelan tekanlah balon itu. Apakah kamu dapat mengubah bentuk udara?



Sumber: Dok. Penulis



Analisis

1. Apakah wujud masing-masing benda ini?
 - a. air
 - b. balok
 - c. udara
2. Pikirkan tentang balok. Apakah ukuran dan bentuk balok itu berubah?
3. Apakah setiap benda padat memiliki ukuran dan bentuk yang tetap?
4. Pikirkan kegiatan yang baru kamu lakukan. Tulislah sifat-sifat zat padat, cair, dan gas!

Pertanyaan

1. Bentuk apa yang dihasilkan oleh udara setelah kamu isikan pada bola voli dan bola sepak?
2. Dapatkah kamu mengisi balon dengan balok padat? Mengapa? Bagaimana kalau dengan air?
3. Tulislah lima jenis benda. Apakah dari masing-masing jenis benda yang kamu tulis itu termasuk benda padat, cair, atau gas? Bandingkan pekerjaanmu dengan pekerjaan temanmu.



Kata-kata IPA
Wujud zat
Teori kinetik zat
Kristal
Amorf

Semua zat menempati ruang, mempunyai massa, dan dapat berada dalam wujud yang berbeda. Pada dasarnya ada tiga wujud zat: padat, cair, dan gas. Wujud dari suatu zat tergantung pada suhunya. Perhatikan **Gambar 3.1**, senyawa H_2O pada suhu kamar berupa air (wujud cair), pada suhu rendah berupa es (wujud padat), dan pada suhu tinggi berubah menjadi uap (wujud gas).

Setiap wujud zat mempunyai sifat-sifat khusus yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi zat tersebut, sebagaimana yang akan kamu pelajari.

Padat

Bolpoin, pensil, spidol, dan batuan, seperti yang ditunjukkan **Gambar 3.2**, termasuk zat padat. Setiap zat padat mempunyai bentuk dan volume yang tetap. Sebagai contoh, pensilmu tetap berbentuk pensil meskipun ada pada tanganmu atau dimasukkan ke dalam gelas. Karena tidak ada tekanan yang dapat memampatkan pensil hingga menempati ruang yang lebih kecil, maka pensil itu memiliki volume tetap.

Apakah yang menjadi penyebab zat padat bentuk dan volumenya tetap? Perlu diketahui, bahwa partikel-partikel

Gambar 3.1

Di alam, senyawa H_2O dapat berwujud padat, cair, dan gas.





Sumber: Dok. Penulis

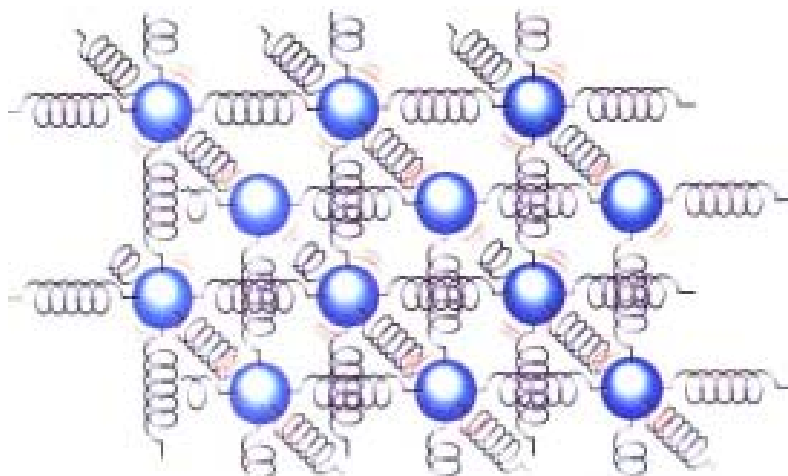
kecil yang menyusun semua zat senantiasa bergerak secara terus-menerus. Gagasan ini disebut teori kinetik zat.

Partikel-partikel zat padat saling berdekatan dan terikat kuat oleh gaya antar partikel-partikel itu. Hal ini menyebabkan volume zat padat tidak dapat dimampatkan menjadi lebih kecil. Partikel-partikel itu mampu menggetarkan tetangga dekatnya, namun tidak mempunyai energi yang cukup untuk keluar dari posisinya atau melepaskan diri dari ikatannya. Hal ini menjelaskan mengapa zat padat dapat mempertahankan bentuknya. **Gambar 3.3** menunjukkan model partikel-partikel zat padat.

Zat Padat Kristal

Pada kebanyakan zat padat, partikel-partikelnya tertata secara teratur dan berulang. Zat padat yang demikian disebut kristal. Jenis zat padat yang berbeda, mempunyai bentuk kristal yang berbeda pula.

Pada obyek yang diperbesar seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.4**, kamu dapat melihat bahwa kristal garam dapur berupa kubus-kubus kecil. Es merupakan kristal air yang mempunyai bentuk heksagonal.



Sumber: Blaustein, D. et. al, 1999



Sumber: Atwater, M. et. al, 1995

Gambar 3.2

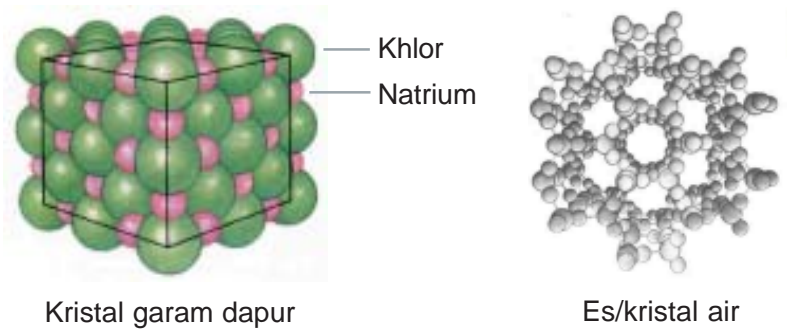
Bolpoin, pensil, spidol, dan batuan merupakan contoh benda yang termasuk zat padat. Sebutkan tiga contoh benda padat lainnya.

Gambar 3.3

Dalam model zat padat, partikel-partikel terhubung oleh suatu rangkaian pegas-pegas khayal. Pegas-pegas itu memungkinkan masing-masing partikel untuk bergetar.

Gambar 3.4

Meskipun partikel-partikel dalam kristal ini digetarkan, namun partikel-partikel tersebut tidak dapat keluar dari posisinya.



Sumber: Blaustein, D. et. al. 1999

Zat Padat Bukan Kristal

Beberapa bahan, seperti kaca, beberapa plastik, dan beberapa jenis lilin, tampak sebagai zat padat, namun bukan kristal. Bahan-bahan tersebut disebut zat padat amorf. Kata *amorf* berarti “tidak mempunyai bentuk.” Banyak ilmuwan berpendapat bahwa beberapa bahan bukan kristal itu seharusnya digolongkan sebagai cairan kental.

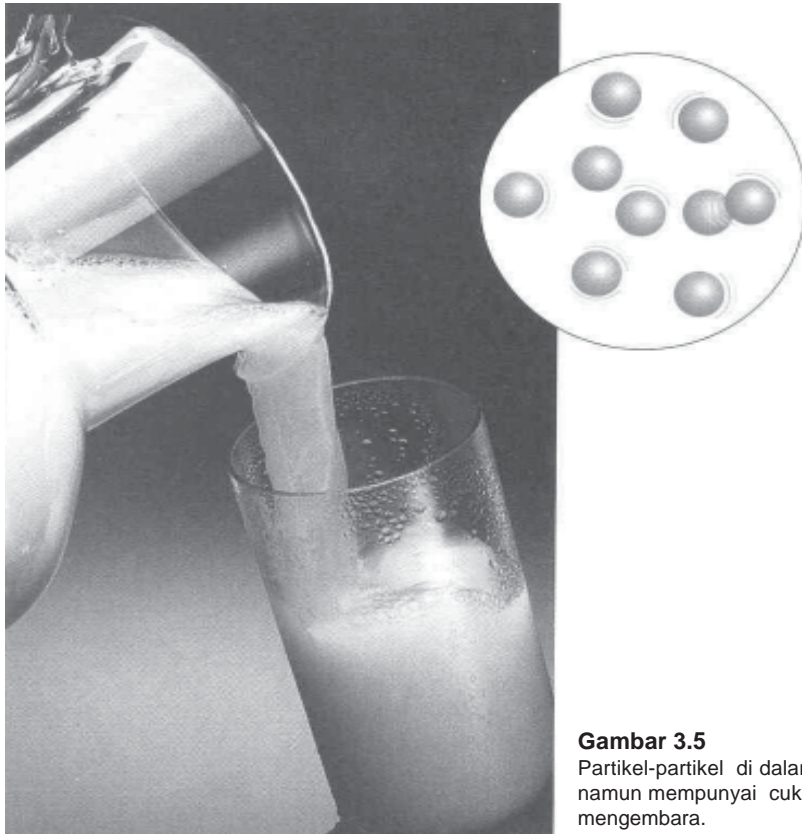
Cair

Jika kamu memanaskan es batu di dalam gelas, maka es itu segera berubah menjadi cair, dan bentuknya sama seperti bentuk gelasnya. Zat cair mengalir dan bentuknya sama seperti bentuk wadahnya. Walaupun demikian, seperti halnya zat padat, zat cair tidak dapat dimampatkan sehingga volumenya menjadi lebih kecil. Jika kamu menekan ke bawah satu liter air dengan tanganmu, volumenya akan tetap sebesar satu liter.



Penggunaan Matematika

Suatu heksagonal merupakan bentuk segi enam beraturan, seperti yang terdapat pada kristal es dan sarang lebah. Bentuk ini efisien untuk menutupi (*tessellate*) suatu permukaan; yaitu menutupi permukaan tanpa tumpang tindih atau tanpa celah. Sebutkan bentuk lain yang dapat menutupi secara efisien suatu permukaan. Bentuk apa yang kamu lihat pada kristal garam dapur yang juga akan menutupi secara efisien suatu permukaan?



Gambar 3.5
Partikel-partikel di dalam zat cair saling berdekatan rapat, namun mempunyai cukup energi untuk berpindah atau mengembara.

Sumber: McLaughlin & Thompson, 1997

Gerak Lebih Banyak

Jus yang dituangkan ke dalam sebuah gelas pada **Gambar 3.5** akan mengambil bentuk seperti gelas tersebut. Mengapa demikian? Teori kinetik zat selain menjelaskan sifat zat padat, juga menjelaskan sifat zat cair. Karena zat cair tidak dapat dimampatkan, partikel-partikelnya juga harus saling berdekatan rapat. Berbeda dengan zat padat, partikel-partikel zat cair mempunyai energi yang cukup untuk berpindah atau mengembara. Gerak partikel-partikel ini menyebabkan zat cair mengalir dan mengambil bentuk seperti wadahnya.

Karena partikel-partikel zat cair saling berdekatan rapat, hampir serapat partikel-partikel zat padat, zat cair juga mempunyai volume yang tetap. Jika kamu menuang 1 liter minyak goreng ke dalam botol 2 liter, minyak goreng itu tidak akan menyebar memenuhi isi botol tersebut. Demikian juga, kamu tidak dapat memaksa 1 liter minyak goreng ke dalam sebuah wadah setengah liter. Dua bejana (gelas ukur) pada **Gambar 3.6** berisi zat cair dengan volume sama.



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 3.6
Meskipun volumenya tidak berubah, bentuk zat cair bergantung pada bentuk wadahnya.

Gas

Kamu mungkin pernah memompa udara ke dalam bola voli, ban sepeda, atau meniup balon dan memperhatikan bahwa udara mengambil bentuk sama dengan bentuk benda itu. Gas dapat memuai atau menyusut mengisi ruang yang tersedia dan dapat dimampatkan ke tempat yang lebih kecil. Gas mempunyai bentuk dan volume yang tidak tetap.



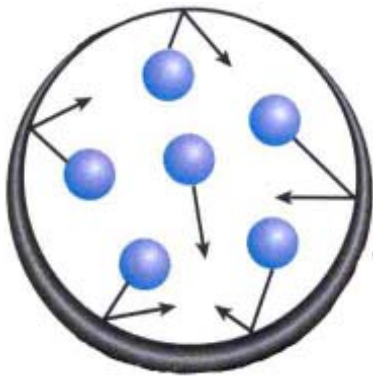
Jurnal IPA

Pada Jurnal IPA-mu, jelaskan bagaimana gerak partikel-partikel berubah pada saat zat berubah dari satu wujud ke wujud yang lain.

Menurut teori kinetik zat, partikel-partikel gas mempunyai energi yang cukup untuk memisahkan diri dari partikel-partikel lainnya. Oleh karena itu, partikel-partikel tersebut bebas bergerak ke segala arah sampai gas menyebar merata ke seluruh wadahnya. Karena partikel-partikel

gas tidak saling berdekatan rapat, maka partikel-partikel itu dapat juga dimampatkan ke dalam ruangan yang lebih kecil. Ketika kamu memompa ban sepeda, seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.7**, berarti kamu memaksakan berulang-ulang partikel-partikel udara masuk ke dalam ban sepeda tersebut.

Hubungan antara partikel-partikel dan energi dalam zat padat, cair, dan gas dijelaskan pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.7

Partikel-partikel udara bergerak terus-menerus menumbuk dinding dalam ban sehingga karena gaya gerak partikel itu, ban tetap menggelembung.



Sumber: McLaughlin & Thompson, 1997



(a) Gas



(b) Cair



(c) Padat

Sumber: McLaughlin & Thompson, 1997

Gambar 3.8
Energi partikel berbeda untuk setiap wujud zat.

- (a) Pada wujud gas, partikel-partikel mempunyai energi yang cukup untuk melawan gaya tarik yang mengikat partikel-partikel itu.
- (b) Partikel-partikel yang menyusun zat cair tidak mempunyai energi cukup untuk melawan seluruh gaya tarik, namun partikel-partikel itu mempunyai energi yang cukup untuk bergerak mengembara.
- (c) Zat padat tersusun dari partikel-partikel yang tidak mempunyai cukup energi untuk mengembara. Bagaimanakah ketidakcukupan energi itu mempengaruhi bentuk zat padat?

Intisari Subbab



1. Bandingkan sifat-sifat zat padat dan sifat-sifat zat cair.
2. Semprotkan parfum (minyak wangi) di sudut ruang kelasmu. Apabila ternyata semua siswa dalam kelas itu mencium bau harum, apakah wujud zat yang tercium itu? Jelaskan bagaimana kamu dapat menyebutkan wujud itu!



Bina Keterampilan Membuat Tabel

Buatlah sebuah tabel untuk menggolongkan beberapa bahan ke dalam padat, cair, dan gas. Buatlah kolom untuk sifat-sifat zat tersebut serta deskripsikanlah partikel-partikel setiap wujud zat itu. Jika kamu membutuhkan bantuan, mintalah bimbingan guru.



Kamu tentu pernah minum air es atau es teh. Perhatikan, mengapa es batu selalu mengapung dalam air? Pernahkah kamu mencampur air dan minyak tanah? Mengapa minyak tanah selalu berada di atas air? Semua logam tenggelam di air, tetapi kayu atau gabus terapung di air. Apa yang menyebabkan semua ini? Untuk menemukan jawabannya lakukanlah kegiatan **Lab Mini 3.1**.

Kata-kata IPA
Massa jenis zat

Dengan memperhatikan hasil kegiatan **Lab Mini 3.1**, diskusikan kembali tentang permasalahan dua kantong plastik ukuran sama yang diisi kapas dan pasir, ketika kamu membahas massa. Meskipun volumenya sama, yaitu satu kantong plastik, ternyata pasir memiliki massa yang lebih besar dibanding kapas. Berdasarkan hal ini, dikatakan massa jenis pasir lebih besar daripada massa jenis kapas. Massa jenis merupakan perbandingan antara massa dan volume. Berdasarkan hasil **Lab Mini 3.1**, apakah massa jenis zat bergantung pada jenis zat? Apakah massa jenis zat dipengaruhi oleh ukurannya?



Lab Mini 3.1

Menentukan Massa Jenis Suatu Zat

Prosedur

1. Dengan menggunakan neraca lengan, ukurlah massa 20 ml air.
2. Bandingkan massa dan volume air tersebut. Catatlah hasilnya.
3. Ulangilah langkah di atas, untuk volume air 40 ml dan 100 ml.
4. Ulangi langkah 1-3 untuk minyak tanah.
5. Ukurlah massa dan volume beberapa zat padat yang ada di sekitarmu, misalnya batu, gabus, kayu, dan besi, kemudian bandingkan massa dan volume untuk masing-masing zat tersebut.

Diskusi dan Analisis

1. Bandingkan hasil langkah 2, 3, 4, dan 5. Apakah yang dapat kamu simpulkan?
2. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, dugalah mengapa minyak tanah selalu berada di atas air?
3. Apakah dugaanmu juga cocok untuk benda-benda yang lain?

Untuk menentukan besar massa jenis suatu benda, kamu harus membagi massa benda tersebut dengan volumenya. Bila massa jenis diberi simbol ρ (dibaca: rho), massa m , dan volume V , maka diperoleh hubungan:

Tabel 3.1 Massa jenis beberapa bahan

Jenis	Massa Jenis	
	(kg/m ³)	(g/cm ³)
Hidrogen	0,09	0,00009
Oksigen	1,3	0,0013
Gabus	240	0,24
Alkohol	790	0,79
Minyak tanah	800	0,80
Es	920	0,92
Air	1000	1,0
Gula	1600	1,6
Garam	2200	2,2
Kaca	2600	2,6
Aluminium	2700	2,7
Besi	7900	7,9
Tembaga	8900	8,9
Timah hitam	11.300	11,3
Air raksa	13.600	13,6
Emas	19.300	19,3

Sumber: Blaustein, D. et. al, 1999

Contoh, suatu benda massanya 79 g memiliki volume 10 cm³, maka massa jenisnya adalah:

$$= \frac{79 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3} = 7,9 \text{ g/cm}^3$$

Ternyata massa jenisnya 7,9 g/cm³.

Untuk beberapa bahan yang ada di sekitar kita, massa jenisnya ditunjukkan Tabel 3.1. Massa jenis merupakan salah satu karakteristik suatu zat.

Intisari Subbab



1. Apakah yang dimaksud bahwa massa jenis merupakan salah satu karakteristik suatu zat? Dari hasil kegiatan **Lab Mini 3.1**, bagian manakah yang menunjukkan hal ini?
2. Para ahli kimia menggunakan massa jenis untuk mengidentifikasi suatu bahan. Hitunglah massa jenis suatu logam yang bermassa 178,0 gram dan volumenya 20,0 mililiter! Gunakan **Tabel 3.1** untuk memprediksi logam apakah itu?
3. Bila suhu suatu zat berubah, apakah massa jenisnya juga berubah? Berilah contohnya dalam kehidupan sehari-hari.



Tahukah kamu, mengapa di siang hari yang panas aspal jalan raya dapat retak? Sambungan rel kereta api harus dibuat renggang? Besi-besi penghubung pada jembatanpun harus dibuat renggang? Hal itu sangat berkaitan dengan sifat pemuaian dan penyusutan zat. Peristiwa pemuaian dan penyusutan terjadi pada zat padat, zat cair, dan gas. Untuk itu pada subbab ini kamu akan mempelajari tentang sifat pemuaian dan penyusutan yang terjadi pada ketiga macam zat tersebut dan juga bagaimana penerapan sifat pemuaian itu pada zat-zat tersebut.

Kata-kata IPA

Memuai
Menyusut
Pemuaian panjang
Pemuaian luas
Pemuaian volume
Koefisien muai panjang
Koefisien muai luas
Koefisien muai volume

Pemuaian Zat Padat

Pada umumnya benda atau zat padat akan memuai atau mengembang bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan. Pemuaian dan penyusutan itu terjadi pada semua bagian benda, yaitu panjang, lebar, dan tebal benda tersebut.

Bila benda padat (misalnya logam) dipanaskan maka suhunya akan naik. Pada suhu yang tinggi atom-atom dan molekul-molekul penyusun logam tersebut akan bergetar lebih cepat dari biasanya sehingga mengakibatkan logam tersebut akan memuai ke segala arah. Pemuaian ini menyebabkan volume logam bertambah besar dan kerapatannya menjadi berkurang.

Dalam menjalankan tugasnya, para ahli konstruksi dan disain bangunan, jembatan, dan jalan raya harus memperhatikan sifat pemuaian dan penyusutan bahan karena perubahan suhu.

Jembatan umumnya dibuat dari besi baja yang saling disambungkan satu dengan lainnya. Untuk itu agar sambungan besi baja tidak melengkung, karena memuai akibat terik panas matahari atau menyusut di malam hari, maka sambungan-sambungan besi baja tidak boleh dipasang saling rapat satu dengan lainnya. Harus ada rongga yang cukup di antara sambungan-sambungan itu (lihat **Gambar 3.9**).



Gambar 3.9

Besi baja pada jembatan jalan raya harus dipasang berongga untuk mengatasi pemuaian dan penyusutan besi karena perubahan suhu.



Sumber: Zitzewitz, P. et al, 1995

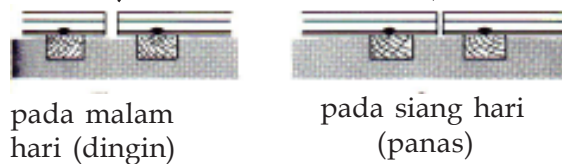
Gambar 3.10
Rel kereta api melengkung akibat pemuaian besi selama musim kemarau.

Seperti halnya sambungan logam pada jembatan, besi-besi rel kereta api harus dipasang saling berongga untuk mencegah terjadinya kecelakaan kereta api yang disebabkan rel kereta api melengkung (**Gambar 3.10**).

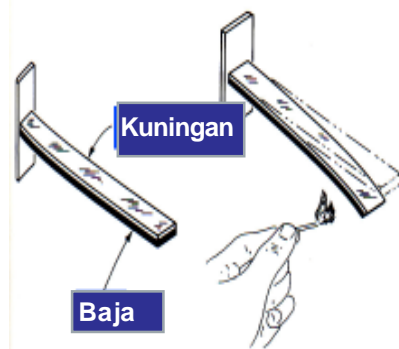
Karena sambungan rel kereta api berongga, maka suara berisik roda kereta api ketika melewati rel akan terdengar lebih keras di waktu malam hari dibandingkan siang hari. Mengapa? Untuk menjawab pertanyaan ini diskusikan **Gambar 3.11**.



Sumber: www.flickr.com



Gambar 3.11
Besi-besi rel kereta api ketika malam hari/dingin (kiri) dan siang hari/panas (kanan).

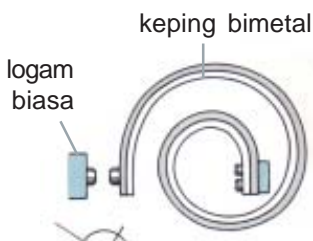


Gambar 3.12
Keping bimetal terdiri dari dua logam yang berbeda kecepatan pemuaiannya (kuningan dan baja).

Bimetal (**Gambar 3.12**) dibuat berdasarkan sifat pemuaian zat padat. Bimetal antara lain dimanfaatkan pada termostat.

Prinsip kerja thermostat sebagai berikut. Bila udara di ruangan dingin maka keping bimetal pada **Gambar 3.13** akan menyusut, membengkok ke kiri, dan menyentuh logam biasa sehingga kedua ujungnya saling bersentuhan. Sentuhan antara kedua ujung logam itu menjadikan rangkaian tertutup dan menyalakan pemanas sehingga ruangan menjadi hangat.

Sebaliknya, apabila ruangan telah cukup hangat maka keping bimetal akan mengembang dan kembali ke posisi semula, yaitu membengkok ke kanan. Akibatnya ujung bimetal tidak bersentuhan lagi dengan logam biasa sehingga rangkaian pemanas menjadi terbuka dan pemanasan ruangan tidak terjadi lagi.



Gambar 3.13
Thermostat.

Pemuaian Panjang

Pemuaian linier atau pemuaian panjang adalah pemuaian yang terjadi pada satu dimensi benda, misal pemuaian yang terjadi pada panjang suatu benda.

Untuk mengamati pemuaian panjang, lakukan kegiatan **Lab Mini 3.2**.

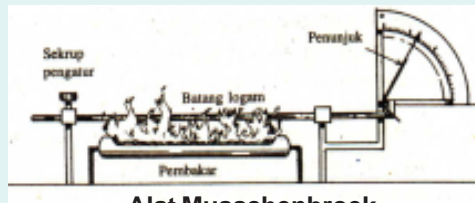


Lab Mini 3.2

Menyelidiki pemuaian zat padat

Bahan dan Alat

- Alat Musschenbroek
- Tiga macam batang logam yang berbeda
- Pemanas spiritus



Alat Musschenbroek

Prosedur

1. Ambil satu batang logam dan pasang pada alat Musschenbroek seperti gambar .
2. Putar sekrup pengatur pada alat Musschenbroek sehingga jarum-jarum penunjuk berkedudukan sama tinggi.
3. Panaskan batang logam itu secara merata dengan pemanas spiritus. Amati jarum-jarum penunjuk yang ditekan oleh batang logam. Ulangi lagi percobaanmu itu untuk dua logam lainnya.

Analisis

Apa yang kamu amati pada jarum-jarum penunjuk itu?. Apakah jarum-jarum itu bergerak? Menurutmu, adakah hubungan antara gerakan jarum dengan jenis logam yang menekannya?

Dari kegiatan **Lab Mini 3.2** kamu dapat mengetahui bahwa untuk jenis logam yang berbeda, maka pemuaian yang dialami juga berbeda. Hal tersebut ditunjukkan oleh perbedaan gerakan jarum penunjuk pada alat Musschenbroek antara logam aluminium, tembaga, maupun baja, ketika tiga logam tersebut dipanaskan. Logam apakah yang memuainya paling cepat? Perhatikan nilai koefisien muai panjang yang tertulis dalam **Tabel 3.2**, kemudian kaitkan dengan hasil pengamatanmu.

Logam yang paling cepat memuai, memiliki koefisien muai panjang paling besar atau paling kecil? Berdasarkan data dalam **Tabel 3.2**, mengapa kaca pyrex dipilih sebagai bahan pembuatan tabung atau bejana kimia, bukan dari kaca biasa?

Tabel 3.2 Koefisien muai panjang beberapa jenis logam

Jenis Logam	Koefisien muai panjang (α) ($/C^\circ$)
Kaca biasa	0.000009
Kaca Pyrex	0.000003
Aluminium	0.000026
Kuningan	0.000019
Baja	0.000011
Tembaga	0.000017

Pemuaian Luas dan Volume

Jika suatu benda berbentuk lempengan dipanaskan maka pemuaian terjadi pada kedua arah sisi-sisinya. Pemuaian semacam ini disebut pemuaian luas. Pemasangan pelat-pelat logam selalu memperhatikan terjadinya pemuaian luas. Pemuaian luas memiliki koefisien muai sebesar dua kali koefisien muai panjang. Berdasarkan data dalam **Tabel 3.2**, lempengan baja memiliki koefisien muai luas sebesar $0,000022/C^\circ$.

Bagaimanakah pemuaian yang dialami oleh kelereng dan balok besi bila kedua benda tersebut dipanaskan? Benda-benda yang berdimensi tiga (memiliki panjang, lebar, dan tinggi), akan mengalami muai ruang bila dipanaskan. Pemuaian ruang memiliki koefisien muai tiga kali koefisien muai panjang. Balok baja bila dipanaskan akan memuai dengan koefisien muai sebesar $0,000033/C^\circ$.

Pernahkah kamu menjumpai daun pintu tidak dapat ditutupkan pada bingkai pintunya? Kaca jendela tidak dapat masuk ke dalam bingkainya? Hal itu terjadi karena pemasangan daun pintu dan kaca jendela terlalu rapat dengan bingkainya, sehingga ketika terjadi pemuaian atau penyusutan tidak tersedia lagi rongga yang cukup.

Pemuaian Zat Cair

Sebagaimana zat padat, zat cair juga memuai bila dipanaskan. Bahkan pemuaian zat cair relatif lebih mudah atau lebih cepat teramati dibandingkan zat padat. Lakukan **Lab Mini 3.3** untuk mengamati pemuaian zat cair.

Pembuatan termometer memanfaatkan sifat pemuaian air. Mengapa cairan alkohol dan raksa dipilih sebagai pengisi pipa kapiler dalam termometer?



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 3.14

Pemasangan daun pintu dan jendela harus diberi rongga.

Lab Mini 3.3

Menyelidiki pemuaian zat cair

Bahan dan Alat

Labu didih, sumbat karet, pipa kapiler, dan air

Prosedur

1. Masukkan air dalam labu didih hingga hampir penuh.
2. Pasang pipa kapiler pada lubang sumbat karet.
3. Pasang sumbat karet pada labu didih sedemikian rupa sehingga air dari labu didih masuk ke dalam pipa kapiler. Tandai permukaan air dalam pipa kapiler.
4. Pasang labu didih pada statif dan panaskan seperti gambar di samping.



Sumber: Dok. Penulis

Analisis

Apa yang terjadi pada air di dalam pipa kapiler setelah labu didih dipanaskan? Menurutmu, mengapa hal itu bisa terjadi?

Pemuaian Gas

Apakah gas juga memuai bila dipanaskan? Untuk menyelidiki pemuaian gas, lakukan kegiatan **Lab Mini 3.4** berikut ini.

Lab Mini 3.4

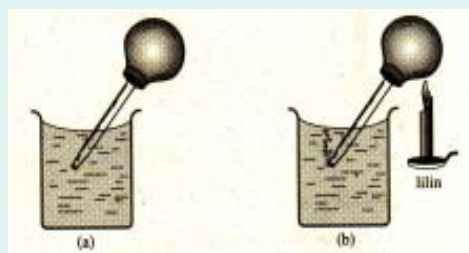
Menyelidiki pemuaian gas

Bahan dan Alat

Air, lilin dan gelas kimia (beaker glass)
Labu didih, sumbat karet, dan pipa kapiler

Prosedur

1. Pasang sumbat karet pada labu didih, dan letakkan pipa kapiler tersebut pada lubang sumbat karet tersebut.
2. Isi gelas kimia dengan air secukupnya, dan celupkan ujung pipa kapiler tersebut ke dalam air. Amati permukaan air di dalam pipa kapiler dan di dalam gelas kimia.
3. Panasi labu didih tersebut dengan api lilin. Amati apa yang terjadi pada permukaan air di dalam pipa kapiler dan gelas kimia tersebut.



Analisis

Apa yang terjadi dengan air di dalam gelas kimia setelah labu didih tersebut dipanaskan? Menurutmu, bagaimana hal itu bisa terjadi?

Kegiatan di atas menunjukkan bahwa gas (udara) yang ada di dalam pipa kapiler akan memuai apabila dipanaskan. Sifat pemuaian gas harus kita perhatikan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya ketika memompa ban sepeda jangan terlalu keras.

Intisari Subbab



1. Apa yang menyebabkan suatu benda dapat memuai atau menyusut?
2. Apa yang terjadi dengan molekul-molekul benda apabila benda itu dipanaskan? didinginkan?
3. Apa yang membedakan pemuaian panjang, luas, dan volume?
4. Jelaskan mengapa kaca jendela di rumah kadang sulit masuk ke dalam bingkainya dengan tepat.
5. Jelaskan prinsip kerja termometer!



Bina Keterampilan

Membandingkan dan Membedakan

Bandingkan dan jelaskan perbedaan antara pemuaian zat padat, zat cair, dan gas!



Energi Panas

Sebelum kamu mendiskusikan tentang kalor, sebaiknya kamu mengerti terlebih dahulu tentang energi panas. Misalnya kamu memanaskan dua benda, mur besi dan baut besi. Kedua benda itu memiliki massa yang berbeda. Mur dan baut itu terbuat dari bahan yang sama dan keduanya juga dipanaskan di dalam air yang bersuhu sama. Manakah yang memiliki energi panas lebih besar, mur ataukah baut?

Energi panas adalah energi total partikel-partikel penyusun zat. Pada suhu yang sama, zat yang massanya lebih besar mempunyai energi panas yang lebih besar pula. Besi yang lebih besar memiliki massa yang lebih besar. Besi ini memiliki energi panas yang lebih besar meskipun suhunya sama dengan suhu yang dimiliki besi yang lebih kecil. **Gambar 3.15** menunjukkan bahwa semangkok sop akan mendingin lebih cepat daripada sop sepanci penuh.

Kata-kata IPA

Energi panas
Kalor
Kalori
Kalor jenis
Peleburan
Pembekuan
Penguapan
Pengkondensasi
Penyubliman
Panas peleburan
Panas penguapan



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 3.15

Sop panas akan menjadi dingin bila kamu membiarkannya untuk beberapa saat. Pendinginannya akan lebih cepat bila kamu mengaduknya, meniupinya, atau menggantinya dalam wadah yang lebih luas.

Pengertian Kalor

Apa yang akan terjadi jika kamu menempelkan tanganmu ke dinding yang dingin? Tanganmu akan terasa lebih dingin dan bagian dinding itu akan terasa lebih hangat. Suhu tanganmu itu mengalami penurunan, sedangkan suhu bagian dinding itu mengalami kenaikan. Energi panas mengalir dari tanganmu yang hangat ke dinding yang dingin.

Energi panas yang mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah disebut kalor. Secara alami kalor selalu mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi (panas) ke benda yang bersuhu lebih rendah (dingin). Kamu tidak mungkin berharap dingin apabila kamu berdiri di dekat api. Pada **Gambar 3.16** kamu tidak mungkin mengharapkan cerek memberikan energi panas ke api dan menjadikan nyala api yang lebih panas.

Kalor diukur dalam satuan kalori. Satu kalori adalah jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu sebesar $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari 1 gram air. Akan dibutuhkan 500 kalori untuk memanaskan 500 gram air dari $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Namun, satuan kalor dalam SI adalah joule. Satu kalori sama dengan 4,184 joule, dan sering dibulatkan menjadi 4,2 joule.

Tubuhmu mengubah beberapa makanan yang kamu makan menjadi energi panas. Energi panas yang disediakan oleh makanan diukur dalam kalori (kilokalori). Satu kilokalori (kkal) makanan sama dengan 1000 kalori. Kita menggunakan kilokalori untuk makanan karena kalori terlalu kecil untuk dipakai mengukur energi pada makanan yang kita makan.



Gambar 3.16

Energi panas berpindah dari nyala api panas ke cerek berisi air. Kamu tidak mungkin mengharapkan cerek itu memberikan energi panas ke api dan menjadikan nyala api yang lebih panas.

Sumber: Dok. Penulis

Kalor Jenis

Pada saat kamu mencebur ke sungai atau danau di siang hari yang panas, apakah air terasa lebih dingin? Meskipun banyak energi pancaran yang dipindahkan dari matahari ke air, suhu air itu masih lebih dingin daripada suhu sekitarnya.

Apakah perubahan suhu dipengaruhi oleh jumlah energi panas? Untuk menjawab pertanyaan ini lakukan kegiatan **Lab Mini 3.5**. Jumlah energi panas yang diperlukan oleh 1 kg bahan untuk menaikkan suhunya sebesar 1 kelvin disebut kalor jenis. Setiap bahan memiliki kalor jenis yang berbeda. Satuan kalor jenis adalah joule per kilogram per kelvin [J/(kg.K)], atau dalam joule per kilogram per celsius derajat [J/(kg.C°)]. Mengapa demikian? Hal ini dikarenakan bahwa perubahan suhu 1 kelvin sama dengan 1 celsius derajat. **Tabel 3.3** menunjukkan kalor jenis beberapa bahan.

Tabel 3.3 Kalor Jenis Beberapa Bahan

Kalor Jenis Beberapa Bahan [J/(kg.K)]	
Air	4184
Alkohol	2450
Aluminium	920
Karbon (grafit)	710
Pasir	664
Besi	450
Tembaga	380
Perak	235

Dari **Tabel 3.3** terlihat bahwa kalor jenis air lebih tinggi dibandingkan dengan kalor jenis beberapa bahan lainnya. Air, alkohol, dan bahan-bahan lain yang memiliki kalor jenis tinggi dapat menyerap banyak energi panas dengan sedikit perubahan suhu. Kalor jenis dari suatu bahan bergantung pada susunan kimia dari bahan itu.



Lab Mini 3.5

Apakah jumlah energi panas mempengaruhi pendinginan?

Prosedur

1. Siapkan 125 ml air hangat, 2 buah gelas, sebuah termometer, dan sebuah gelas ukur.
2. Tuangkan 100 ml air hangat ke dalam gelas I, dan 25 ml ke dalam gelas II.
3. Ukurlah suhu air dalam masing-masing gelas itu setiap selang waktu tertentu, misalnya setiap menit. Catatlah suhu dan waktu tersebut dalam Jurnal IPA-mu.

Analisis

Berdasar data hasil pengamatanmu, gelas manakah yang lebih dahulu mencapai suhu kamar? Mengapa?

Penghitungan Kalor

Perubahan energi panas (kalor yang diterima atau kalor yang diberikan) suatu benda tidak dapat diukur secara langsung, namun dapat dihitung. Kalor jenis dapat dipakai untuk penghitungan kalor tersebut. Misalnya, kamu meletakkan benda yang panas di kalorimeter seperti **Gambar 3.17**. Dengan mengukur kenaikan suhu air dalam kalorimeter, kamu dapat menghitung kalor yang diterima air.



Sumber: McLaughlin & Thompson, 1997

Gambar 3.17

Alat seperti kalorimeter sederhana ini digunakan untuk mengukur perpindahan energi panas.

Sekarang anggap saja kamu mengambil 32 g sendok perak dari sebuah panci yang berisi air dengan suhu 60 °C dan biarkan dingin hingga mencapai suhu kamar, yaitu sekitar 27 °C. Kamu memiliki cukup informasi untuk menemukan kalor yang dikeluarkan oleh sendok dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\text{Perubahan energi panas} = \text{massa} \times \text{kalor jenis} \times \frac{\text{perubahan suhu}}{\text{suhu}}$$

$$Q = m \times C \times \Delta T$$

Simbol Δ (delta) berarti “perubahan,” jadi ΔT adalah perubahan suhu. “Perubahan” yang ditunjukkan oleh Q , merupakan simbol perubahan energi panas (benda menerima kalor atau melepas kalor).

$$\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$$

Apabila ΔT positif, Q juga positif; ini berarti bahwa benda mengalami kenaikan suhu dan mendapat energi panas (menerima kalor). Apabila ΔT negatif, Q juga negatif; benda kehilangan energi panas (melepas kalor) dan mengalami penurunan suhu. Soal-soal berikut ini akan memberi kamu latihan dalam menghitung perubahan energi panas (kalor).



Penggunaan Matematika

Penghitungan Kalor

Soal Contoh:

Sebuah sendok perak yang massanya 32 g didinginkan dari 60 °C menjadi 20 °C. Berapakah kalor yang dilepaskan oleh sendok itu?

Langkah-langkah Penyelesaian:

1. Apa yang diketahui?

Massa sendok, $m = 32 \text{ g} = 0,032 \text{ kg}$

Sendok terbuat dari perak.

Kalor jenis, C , perak adalah $235 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

Suhu awal, $T_{\text{awal}} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu akhir, $T_{\text{akhir}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C} - 60 \text{ }^\circ\text{C} = -40 \text{ }^\circ\text{C} = -40 \text{ K}$

2. Apa yang ditanyakan?

Perubahan energi panas (kalor yang dilepas), Q

3. Gunakan persamaan $Q = m \times C \times \Delta T$.

4. **Penyelesaian:**

$$\begin{aligned} Q &= m \times C \times (T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}) \\ &= 0,032 \text{ kg} \times 235 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K}) \times -40 \text{ K} \\ &= -301 \text{ J} \end{aligned}$$

Sendok melepas kalor sebesar 301 J sehingga sendok itu menjadi lebih dingin.



Soal Latihan

1. Hitunglah kalor yang diterima oleh 230 g air yang dipanaskan dari 12 °C menjadi 90 °C.

Petunjuk: Jawabanmu mengenai Q , akan berharga positif atau negatif?

2. Sebuah benda bermassa 45 kg membutuhkan kalor sebesar 180.480 J untuk menaikkan suhunya dari 28 °C menjadi 40 °C. Berapakah kalor jenis benda itu?

Petunjuk: Informasi apa yang tidak diketahui?

Mengidentifikasi Perubahan Wujud

Untuk mengamati terjadinya perubahan wujud, lakukan kegiatan **Lab Mini 3.6** di bawah ini.

Lab Mini 3.6

Mengamati apa yang terjadi selama perubahan wujud

1. Siapkan lilin kecil dan tempatkan di atas wadah datar yang permukaannya tidak mudah terbakar. Buatlah daftar dalam Buku Catatan IPA-mu mengenai sifat-sifat lilin yang memungkinkan kamu mengklasifikasikan lilin itu sebagai zat padat.
2. Dengan bimbingan guru, nyalakan lilin itu. Buatlah daftar pengamatan tentang perubahan yang terjadi pada lilin tersebut. **PERHATIAN:** Hindarkan rambut dan bajumu dari api.
3. Saat lilin menyala, pengamatan apa yang kamu peroleh dari tiga wujud zat: padat, cair, dan gas?

Pengamatan: Dalam Jurnal IPA-mu, jelaskan peran energi yang menyebabkan terjadinya perubahan wujud zat, pada zat yang membentuk lilin itu.

Terjadinya perubahan wujud sering kita amati dalam kehidupan sehari-hari. Es batu bila dimasukkan dalam air panas, seperti terlihat pada **Gambar 3.18**, akan berubah wujud menjadi cair. Peristiwa perubahan wujud zat padat menjadi zat cair semacam ini disebut peleburan/pencairan. Sebaliknya, air bila dimasukkan ke dalam *freezer* (ruang pembeku pada kulkas) akan berubah wujud menjadi es batu. Peristiwa di atas disebut pembekuan. Pada saat membeku, zat berubah dari wujud cair ke wujud padat.



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 3.18

Es akan segera mencair apabila dimasukkan ke dalam air panas.

Pada saat kamu mendidihkan air, kamu mengamati perubahan wujud zat yang lain yang disebut penguapan. Penguapan merupakan peristiwa perubahan wujud zat cair menjadi gas. Pada saat mendidih, kamu menambahkan panas pada zat cair sampai zat itu mencapai suhu dimana zat cair itu berubah menjadi gelembung-gelembung gas di bawah permukaannya.

Banyak zat cair tidak perlu mendidih untuk berubah menjadi gas. Zat cair tersebut secara berangsur-angsur berubah menjadi gas pada suhu di bawah titik didih. Ketika kamu berkeringat, air keringat yang menempel di kulitmu dapat berubah menjadi gas tanpa mendidih dulu.

Apakah kamu memperhatikan bahwa kapur barus menjadi berkurang ketika diletakkan di ruang terbuka dalam waktu yang cukup lama? Peristiwa ini disebut penyubliman. Pada penyubliman, zat padat berubah secara langsung menjadi gas tanpa melalui wujud cair.

Kamu melihat perubahan wujud yang lain ketika gelasmu yang berisi es “berkeringat”, seperti terlihat pada **Gambar 3.19**. Titik-titik air terlihat pada permukaan gelas ketika uap air mengenai permukaan gelas yang dingin itu. Peristiwa berubahnya gas menjadi cair seperti di atas disebut pengembunan. Titik-titik air pada daun di pagi hari juga merupakan hasil pe-ngembunan.

Panas dan Perubahan Wujud

Bagaimana air keringat menguap dari kulitmu dan mengapa saat itu kamu merasa dingin. Teori kinetik zat dapat menjelaskan peristiwa di atas. Pada saat zat cair menguap, tidak semua partikel-partikelnya memiliki energi kinetik yang sama. Sebagian partikel-partikel bergerak cepat meninggalkan zat cair itu dan menjadi gas. Pada saat sebagian partikel bergerak cepat meninggalkan partikel air yang lain, energi kinetik rata-rata dari partikel-partikel yang ditinggalkan menjadi lebih kecil. Sehingga, suhu air yang tersisa turun. Karena air itu sekarang lebih dingin daripada kulitmu, maka akan mengambil panas dari kulitmu dan kamu merasa dingin.

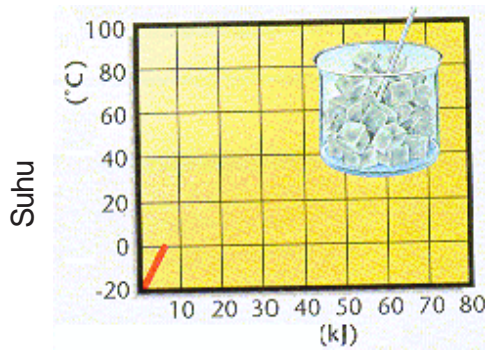
Untuk berubah wujud diperlukan sejumlah kalor. Kalor lebur diperlukan untuk berubah dari wujud padat ke cair. Kalor uap diperlukan untuk berubah dari wujud cair ke gas. Untuk air, kalor leburnya 334 kJ/kg dan kalor uapnya 2260 kJ/kg. **Gambar 3.20** secara rinci menggambarkan perubahan energi yang terlibat dalam perubahan wujud.



Sumber: Dok. Penulis

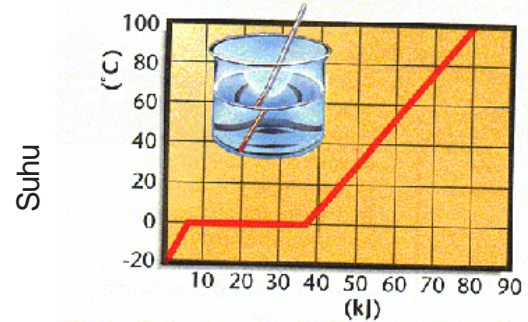
Gambar 3.19
Contoh peristiwa pengembunan.

Pada contoh berikut, diperlihatkan bagaimana hubungan suhu, energi panas yang diberikan, dan gerak partikel-partikel.



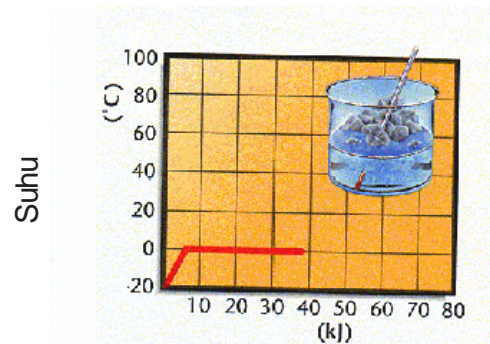
Panas

A Ketika sepotong es dipanaskan, suhunya diukur tiap 30 detik, partikel-partikel es menyerap energi panas yang diberikan. *Apa pengaruh energi ini terhadap gerak partikel-partikel tersebut?*



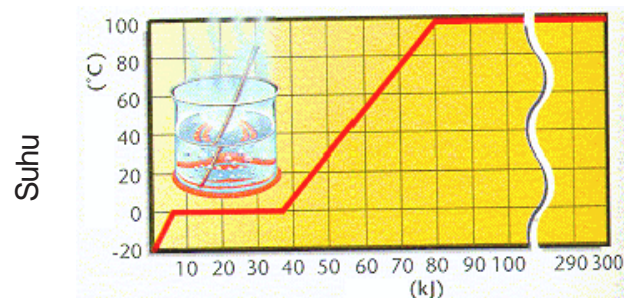
Panas

C Segera setelah peristiwa mencair selesai, energi panas yang diberikan tersebut menyebabkan partikel-partikel air itu bergerak lebih cepat. Seperti yang kamu lihat dalam grafik, suhu air itu mulai naik.



Panas

B Jika energi panas terus-menerus diberikan, es itu berubah menjadi cair, namun suhunya tidak naik. Untuk mengubah zat padat menjadi cair, diperlukan energi untuk mengatasi gaya tarik antar partikel, sehingga jarak antar partikel bertambah. Energi ini disebut kalor lebur. Untuk setiap kilogram es yang kamu inginkan agar mencair, harus diberikan 334 kJ energi panas.



Panas

D Segera setelah titik didih dicapai, zat cair berubah menjadi gas, dan suhu kembali konstan. Agar zat cair berubah menjadi gas diperlukan energi untuk mengatasi gaya tarik sampai dengan gaya tarik tersebut hilang. Energi ini disebut kalor uap. Ini membutuhkan energi 2260 kJ. *Mengapa kamu berpikir bahwa nilai ini jauh lebih tinggi daripada kalor lebur?*

Titik Lebur dan Titik Beku

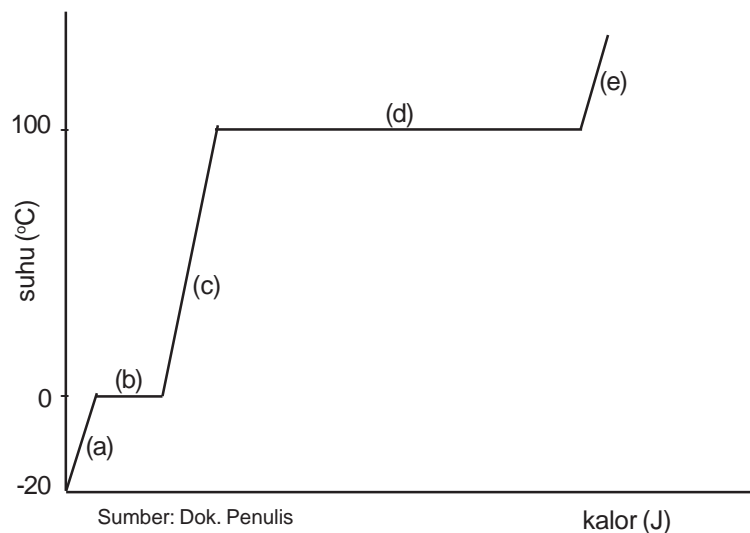
Apakah suhu zat cair bertambah selama zat melebur? Apakah diperlukan kalor pada waktu zat melebur? Jika seongkah es batu dipanaskan dari wujud padat sampai mencair semuanya, maka akan diperoleh grafik hubungan antara kalor dan suhu, seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.21** (a, b).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilukiskan pada grafik **Gambar 3.21** (b) menunjukkan bahwa suhu es tersebut tidak berubah selama es itu melebur. Dalam keadaan itu es menerima kalor namun suhunya tidak mengalami perubahan. Suhu ketika zat melebur disebut titik lebur.

Titik beku pada dasarnya sama dengan titik lebur. Setiap zat melebur dan membeku pada suhu yang sama. Titik beku adalah suhu ketika suatu zat membeku. Perbedaan antara titik lebur dan titik beku hanya terletak pada peristiwa perubahan wujud saja. Titik lebur terjadi ketika zat berubah dari padat menjadi cair, sedangkan titik beku terjadi ketika zat berubah dari cair menjadi padat.

Kalor yang diperlukan oleh suatu zat untuk melebur sebanding dengan massa zat dan kalor lebur zat. Setiap zat mempunyai nilai kalor lebur tertentu. Kalor lebur menyatakan banyaknya kalor yang diserap setiap 1 kg zat untuk melebur pada titik leburnya. Sedangkan kalor beku menyatakan banyaknya kalor yang dilepaskan oleh 1 kg zat untuk membeku pada titik bekunya.

Jumlah kalor yang diserap oleh zat pada saat melebur dan jumlah kalor yang dilepas pada saat zat membeku, besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut.



Gambar 3.21

Contoh grafik hubungan antara suhu perubahan wujud air terhadap kalor pada tekanan 1 atmosfer. (a) Zat dalam wujud padat/es. (b) Es mulai mencair, zat dalam wujud padat dan cair, suhu tidak naik meskipun terus diberi kalor. (c) Zat dalam wujud cair. (d) Air mulai mendidih, zat dalam wujud cair dan gas, suhu tidak naik meskipun terus diberi kalor. (e) Zat dalam wujud gas.

$$Q = m L$$



Lab Mini

Apakah suhu zat cair akan naik selama dalam keadaan mendidih?

Prosedur

1. Tuangkan 100 ml air bersuhu kamar ke dalam gelas kimia.
2. Panaskan air itu dengan pembakar spiritus sampai mendidih.
3. Ukurlah suhu air selama dalam keadaan mendidih untuk beberapa menit.

Analisis

1. Apakah suhu air berubah ketika air mendidih?

Keterangan:

Q = kalor yang diserap atau dilepas (J)

m = massa zat (kg)

L = kalor lebur atau kalor beku ($J\ kg^{-1}$)

Titik Didih dan Titik Embun

Apakah suhu zat cair mengalami peningkatan selama zat cair dalam keadaan mendidih? Untuk menjawab pertanyaan ini lakukan **Lab Mini 3.7**.

Dari kegiatan **Lab Mini 3.7** akan diperoleh grafik hubungan antara kalor dan suhu, seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.21** (c dan d). Berdasarkan hasil pengamatan yang dilukiskan pada grafik **Gambar 3.21** (d) menunjukkan bahwa suhu air tersebut tidak berubah meskipun air tersebut dalam keadaan mendidih dan air berangsur-angsur berubah menjadi uap air. Dalam keadaan itu air tetap menerima kalor namun suhunya tidak mengalami perubahan. Suhu zat cair pada waktu mendidih disebut titik didih. Sebaliknya, suhu zat gas pada waktu mengembun disebut titik embun. Setiap zat mendidih dan mengembun pada suhu yang sama, titik didih sama dengan titik embun.

Banyaknya kalor yang diperlukan selama mendidih bergantung pada massa zat dan kalor uap. Kalor uap adalah banyaknya kalor yang diserap oleh 1 kg zat untuk menguap pada titik didihnya. Sedangkan banyaknya kalor yang dilepaskan selama mengembun bergantung pada massa zat dan kalor embun. Kalor embun adalah banyaknya kalor yang dilepaskan oleh 1 kg zat untuk mengembun pada titik embunnya. Kalor uap sama dengan kalor embun.

Jumlah kalor yang diserap selama zat menguap dan jumlah kalor yang dilepas zat selama mengembun, besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q = m U$$

Keterangan:

Q = kalor yang diserap atau dilepas (J)

m = massa zat (kg)

U = kalor uap atau kalor embun ($J\ kg^{-1}$)

Apabila diperhatikan grafik pada **Gambar 3.21** menunjukkan bahwa di bagian (b) dan (d), keadaan grafik itu mendatar. Ini menunjukkan bahwa pada waktu es mencair dan air mendidih, suhunya tidak mengalami peningkatan meskipun terus diberi kalor. Kalor yang diberikan oleh api tidak digunakan untuk menaikkan suhu, namun digunakan untuk mengubah wujud zat dari padat menjadi cair atau dari cair menjadi uap. Pengaruh kalor itu tidak terlihat berupa kenaikan suhu. Kalor yang diterima zat itu seakan-akan tersembunyi. Oleh karena itu, kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat disebut kalor laten (“laten” berarti tersembunyi, tidak terlihat).

Pengaruh Ketakmurnian Zat

Pernahkah kamu melihat orang yang sedang membuat es krim secara tradisional di sekitar tempat tinggalmu? Mengapa orang tersebut mencampurkan garam ke dalam es batu? Apakah orang tersebut mengharapkan agar es krim yang dihasilkan memiliki rasa asin? Untuk lebih meyakinkan kamu, lakukanlah kegiatan dalam **Lab Mini 3.8**.

Garam yang dicampurkan ke dalam es dapat menurunkan suhu es tersebut sampai $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Fenomena ini dapat digunakan untuk mendinginkan air menjadi es, misalnya dalam pembuatan es krim. Turunnya suhu disebabkan garam menurunkan titik lebur es. Hal ini menyebabkan es melebur pada suhu di bawah $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Seperti yang telah kita pelajari bahwa setiap benda memerlukan kalor untuk melebur. Karena tidak ada “pasokan” kalor dari luar, maka kalor diambil dari dirinya sendiri. Hal ini menyebabkan air es yang dicampur garam tersebut suhunya turun lebih jauh, sekalipun tampaknya es itu dalam keadaan cair.

Apabila kegiatan dalam **Lab Mini 3.8** tersebut membuktikan bahwa garam dapat menurunkan titik lebur es, sekarang bagaimana pengaruhnya terhadap titik didih zat (misalnya, air). Untuk mengetahui jawabannya kamu dapat melakukan kegiatan dalam **Lab Mini 3.9**.

Berdasarkan hasil kegiatan dalam **Lab Mini 3.9** tersebut kamu dapat menyimpulkan bahwa titik didih suatu zat akan



Lab Mini 3.8

Bagaimanakah pengaruh garam terhadap titik lebur es?

Prosedur

1. Hancurkan seongkah es menjadi potongan-potongan kecil dan masukkan ke dalam gelas kimia.
2. Campurkan sedikit air, sehingga air dan es kira-kira sama banyak dan aduklah untuk meratakan suhunya.
3. Ukur dan catatlah suhu air es tersebut.
4. Masukkan sesendok garam dapur yang halus ke dalam campuran air dan es itu kemudian aduklah.
5. Amati yang terjadi dan ukurlah suhunya.

Analisis

1. Bandingkan suhu terakhir dengan suhu sebelumnya. Apakah ada perbedaan?
2. Mengapa ini dapat terjadi?



Lab Mini 3.9

Bagaimanakah pengaruh garam terhadap titik didih air?

Prosedur

1. Panaskan 1 liter air tanpa di dalamnya dilarutkan sesuatu.
2. Ukur dan catatlah titik didihnya.
3. Larutkan dua sendok garam ke dalam 1 liter air yang lain dan panaskan juga sampai mendidih.
4. Ukur dan catatlah titik didih larutan itu.

Analisis

1. Bandingkan titik didih air dan larutan garam. Apakah ada perbedaan, mana yang lebih tinggi?
2. Bagaimana cara kamu mengetahui bahwa air dan larutan itu telah mendidih?

naik jika ke dalam zat itu dilarutkan zat lain. Air laut mendidih pada suhu yang lebih tinggi daripada air tawar. Semakin pekat suatu larutan, semakin tinggi titik didih larutan itu.

Di negara-negara yang tidak memiliki sumber air tawar, mereka menghasilkan air tawar dari air laut. Mereka memanfaatkan fenomena alam tentang titik didih tersebut. Cobalah kamu jelaskan bagaimana mereka menghasilkan air tawar yang berasal dari air laut (air asin) tersebut?

Mungkin kamu pernah melihat bagaimana petani tambak garam menghasilkan garam dari air laut. Meskipun garam yang dihasilkan dari air laut itu tidak perlu dididihkan, namun proses pembuatan garam itu juga memanfaatkan fenomena alam tersebut. Dimanakah letak perbedaan antara cara menghasilkan air tawar (pemurnian air) dengan cara membuat garam? Cobalah kamu jelaskan.



Penggunaan Matematika

Soal Contoh:

1. Berapakah kalor yang diperlukan untuk meleburkan 5 kg air dalam keadaan beku (es), jika kalor lebur air tersebut 336000 J/kg?

Langkah-langkah Penyelesaian:

- 1) Apa yang diketahui?
Massa air, $m = 5 \text{ kg}$
Kalor lebur air, $L_{\text{air}} = 336000 \text{ J/kg} = 3,36 \cdot 10^5 \text{ J kg}^{-1}$
- 2) Apa yang ditanyakan?
Kalor yang diperlukan, Q .
- 3) Gunakan persamaan, $Q = m L$

4) Penyelesaian,

$$\begin{aligned} Q &= m L \\ &= (5 \text{ kg}) (3,36 \cdot 10^5 \text{ J kg}^{-1}) \\ &= 16,8 \cdot 10^5 \text{ J} = 1,68 \cdot 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, es tersebut memerlukan kalor sebesar $1,68 \cdot 10^6 \text{ J}$ agar melebur pada titik leburnya.

2. Berapakah kalor yang diperlukan untuk menguapkan 10 kg alkohol, jika kalor uap alkohol tersebut $1,1 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$?

Langkah-langkah Penyelesaian:

1) Apa yang diketahui?

Massa alkohol, $m = 10 \text{ kg}$

Kalor uap alkohol, $U_{\text{alkohol}} = 1,1 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

2) Apa yang ditanyakan?

Kalor yang diperlukan, Q .

3) Gunakan persamaan, $Q = m U$

4) Penyelesaian,

$$\begin{aligned} Q &= m U \\ &= (10 \text{ kg}) (1,1 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}) \\ &= 1,1 \cdot 10^7 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, alkohol tersebut memerlukan kalor sebesar $1,1 \cdot 10^7 \text{ J}$ agar menguap pada titik didihnya.

Soal Latihan:

1. Berapakah kalor yang diperlukan untuk melebur 10 kg alkohol dalam keadaan beku, jika diketahui kalor lebur alkohol $6,9 \cdot 10^4 \text{ J kg}^{-1}$?
 2. Berapakah kalor yang diperlukan untuk menguapkan 5 kg air, jika diketahui kalor uap air adalah $2,27 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$?
 3. Berapa joule kalor yang diperlukan untuk mengubah 2 kg es bersuhu $0 \text{ }^\circ\text{C}$ agar seluruhnya berubah menjadi air bersuhu $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Kalor jenis es = $0,5 \text{ kkal kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ dan kalor lebur es = 80 kkal kg^{-1} ?
-

Intisari Subbab



1. Sebutkan dan berikan perubahan wujud dari zat padat dan zat cair menjadi gas.
2. Gunakan teori kinetik zat untuk menjelaskan peristiwa mencair.
3. Apa yang terjadi pada energi yang diberikan pada zat cair selama mendidih?
4. **Berpikir Kritis:** Uap air harus kehilangan panas penguapannya agar terjadi pengembunan. Bagaimana kenyataan ini membantu menjelaskan mengapa uap dapat menyebabkan kulit terbakar lebih parah daripada air pada titik dididihnya?
5. Dua buah ember berukuran sama masing-masing diisi dengan air dan pasir. Kemudian keduanya diletakkan berdampingan di terik matahari. Manakah yang lebih cepat panas? Mengapa?
6. Gunakan **Tabel 3.1** untuk menghitung perubahan energi panas (kalor) apabila 50 gram paku besi dipanaskan dari 27 °C menjadi 90 °C.



Bina Keterampilan

Mengurutkan

Urutkan proses-proses yang terjadi ketika es dipanaskan sampai es itu menjadi uap dan kemudian uap itu didinginkan sampai menjadi es lagi. Jika kamu membutuhkan bantuan, mintalah bimbingan guru.



Jurnal IPA

Segelas air dan sebuah genangan air, keduanya mempunyai volume sama, pada suhu yang sama, dibiarkan menguap. Mana yang kamu perkirakan menguap habis lebih dulu? Pada Jurnal IPA-mu, tulis dan jelaskan jawabanmu.



Rangkuman



A. Wujud Zat

1. Ada tiga wujud zat, yaitu: padat, cair, dan gas.
2. Sesuai dengan teori kinetik zat, semua zat tersusun dari partikel-partikel yang terus-menerus bergerak.

B. Massa Jenis

1. Massa jenis merupakan karakteristik suatu zat.
2. Massa jenis zat merupakan perbandingan massa dan volume zat tersebut.

C. Pemuaian

1. Pada umumnya zat memuai bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan.
2. Pemuaian terjadi karena atom/molekul penyusun benda bergetar lebih cepat dari biasanya, sehingga volume benda bertambah besar.
3. Keping bimetal merupakan lempengan yang terbuat dari dua jenis logam yang berbeda kecepatan pemuaiannya dan dikeling jadi satu.

D. Kalor

1. Energi panas suatu zat merupakan energi total dari partikel-partikel yang menyusun zat itu.
2. Kalor dan suhu saling terkait, namun keduanya tidak sama. Suhu suatu zat merupakan ukuran energi kinetik rata-rata dari partikel-partikel yang menyusun zat itu. Kalor merupakan energi panas yang mengalir dari zat yang lebih panas ke zat yang lebih dingin.
3. Zat-zat yang berbeda memiliki kalor jenis yang berbeda pula.
4. Kalor jenis suatu zat dapat digunakan untuk menghitung perubahan energi panas.
5. Energi panas peleburan dan penguapan mengatasi gaya tarik antara partikel-partikel zat.



Evaluasi



Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya.

- | | | |
|--------------------|----------------|----------------------|
| a. massa jenis | f. peleburan | k. penguapan |
| b. kristal | g. pembekuan | l. penyubliman |
| c. panas penguapan | h. pemuaian | m. teori kinetik zat |
| d. panas peleburan | i. pengembunan | n. wujud zat |
| e. penguapan | j. panas | |

- Bergantung pada suhunya, dan dapat dibedakan menjadi padat, cair, dan gas.
- Semua zat tersusun dari partikel-partikel kecil yang bergerak secara terus-menerus.
- Partikel-partikel tertata secara teratur dan berulang.
- Massa persatuan volume.
- Volume benda membesar bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan.
- Peristiwa perubahan wujud zat dari padat menjadi cair.
- Peristiwa perubahan zat dari wujud cair ke wujud padat.
- Peristiwa perubahan wujud zat dari cair menjadi gas.
- Zat padat berubah secara langsung menjadi gas tanpa melalui wujud cair.
- Terjadi ketika gas berubah menjadi cair.
- Energi yang dibutuhkan untuk mengubah zat dari wujud padat ke wujud cair.
- Energi yang dibutuhkan untuk mengubah zat dari cair ke gas.
- Pada umumnya pada saat zat p a d a t dipanaskan, zat itu
 - menjadi gas
 - mengembun
 - menyusut
 - memuai
- Sebuah es, volumenya 100 cm^3 diletakkan dalam suatu gelas ukur. Bila semua es mencair, maka akan diperoleh air dengan volume
 - tetap 100 cm^3
 - lebih kecil dari 100 cm^3
 - lebih besar dari 100 cm^3

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan berikut dalam Buku Catatan IPA-mu dengan menggunakan kalimat lengkap.

- Massa jenis suatu benda merupakan perbandingan antara massa dan volumenya. Bila suatu benda diubah-ubah bentuknya, apakah massa jenisnya akan berubah?
- Apa yang terjadi terhadap energi ketika teh panas dituangkan ke dalam gelas yang berisi es? Jelaskan.
- Gunakan teori kinetik untuk menjelaskan mengapa air terbentuk pada dinding luar gelas yang berisi teh dingin?
- Alkohol menguap lebih cepat daripada air. Bagaimana kamu menjelaskan tentang gaya antara partikel-partikel alkohol itu?
- Mengapa pada kaleng parfum (pengharum badan) tercantum peringatan “jangan dibakar?”
- Deskripsikan apakah perbedaan antara energi panas, kalor, dan suhu, disertai suatu contoh agar deskripsimu semakin jelas.

Pemecahan Konsep

Pilihlah kata atau ungkapan untuk melengkapi kalimat berikut ini.

- Wujud zat yang memiliki volume dan bentuk tetap adalah
 - gas
 - cair
 - padat
 - padat dan cair
- Partikel-partikel sama sekali terpisah satu dengan yang lain di dalam:
 - gas
 - cair
 - padat
 - bahan amorf

11. Apabila kamu menjumpai suatu pernyataan: “kalor jenis air adalah $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.” Apakah arti dari pernyataan itu?
12. Meskipun pada dasarnya titik lebur sama dengan titik beku, dan titik didih sama dengan titik embun; namun masing-masing mempunyai perbedaan, sehingga mempunyai istilah yang berbeda. Apakah perbedaan antara titik lebur dan titik beku, serta antara titik didih dan titik embun?

Pemahaman Kritis

13. Pada musim kemarau kamu mungkin pernah menjumpai tembok rumah menjadi pecah/retak. Jelaskan mengapa hal ini dapat terjadi.
14. Jelaskan mengapa makanan yang dimasukkan ke dalam almari es dapat menjadi kering? Bagaimana kamu mencegah pengeringan tersebut?
15. Air dan suatu cairan yang disebut *ethylene glycol* digunakan pada radiator mobil untuk menjaga mesin dari panas yang berlebihan. Jelaskan, apakah kamu akan lebih suka mempunyai cairan pendingin dengan kalor jenis tinggi atautakah rendah.

Pengembangan Keterampilan

16. Menginterpretasikan Data:

Besi, air, dan pasir, dalam volume yang sama, dengan suhu awal yang sama diletakkan di dalam oven dan dipanasi. Gunakan data dalam **Tabel 3.3** pada halaman sebelumnya untuk mencocokkan suhu akhir hasil pemanasan dengan bendanya. Ternyata suhu akhir benda-benda itu $31 \text{ }^\circ\text{C}$, $5 \text{ }^\circ\text{C}$, dan $46 \text{ }^\circ\text{C}$. Pasangkan suhu-suhu akhir tersebut dengan bendanya.

17. Mengenali Penyebab dan Akibat:

Tuliskan akibat yang terjadi pada tubuhmu, bila keringat yang membasahi tubuhmu menguap.

18. Penggunaan Angka:

Satuan bukan SI yang sering digunakan untuk menghitung perubahan energi panas (kalor yang dilepas atau diserap benda) adalah kilo-kalori (kcal). Ubahlah tiap-tiap harga dalam tabel berikut ini menjadi joule. *Petunjuk:* Gunakan hubungan berikut, $1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ joule}$.

Kalor Jenis (Satuan Non SI)	
Bahan	kcal
kayu	550
kaca	120
raksa	33

