

BAB III ZAT DAN WUJUDNYA



1. Apa yang dimaksud dengan massa jenis suatu zat?
2. Mengapa massa jenis dapat dipakai sebagai salah satu ciri dari suatu zat?
3. Apa perbedaan zat padat, cair dan gas?
4. Bagaimana cara mengubah wujud suatu jenis zat?
5. Apa perbedaan kohesi dan adhesi?



Pada saat belajar di Sekolah Dasar (SD), kita telah mengenal bahwa semua zat memiliki massa dan menempati ruang. Kitapun telah mengetahui bahwa wujud zat ada tiga, yaitu padat, cair dan gas. Bentuk zat padat tidak akan berubah, walaupun tempatnya dipindah-pindahkan. Bentuk zat cair dan gas mudah berubah, sebab bentuknya selalu sama dengan bentuk wadah yang ditempatinya. Zat padat dan zat cair dapat terlihat, sedangkan gas tidak terlihat. Keberadaan gas hanya dapat diketahui dari baunya, atau dari efek fisika dan efek kimia yang dapat ditimbulkannya. Hal itu akan dipelajari kemudian.

Banyak sekali jenis zat yang ada di alam, tahukah kalian bagaimana cara membedakan suatu jenis zat dengan jenis zat yang lainnya? Untuk mengetahui hal itu, pelajarilah dengan baik seluruh uraian materi berikut ini.

9.1. MASSA JENIS

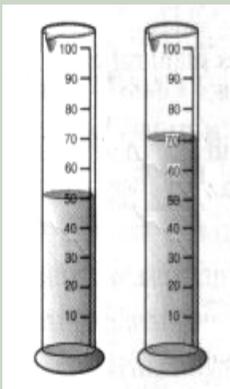
Dalam kehidupan sehari-hari, cara yang paling sering kita lakukan untuk membedakan jenis zat, adalah dengan mengamati warna, kekerasan, bau, atau

rasanya. Tetapi cara itu akan menemui kesulitan, jika suatu jenis zat tidak memiliki ciri-ciri tersebut. Misalnya ada berbagai jenis gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak memiliki rasa.

Salah satu cara yang sederhana untuk mengetahui perbedaan jenis zat, adalah melalui *massa jenis* zat tersebut. Sebab *setiap jenis zat memiliki massa jenis yang berbeda-beda*. Apakah yang dimaksud dengan massa jenis dan bagaimana cara menentukan massa jenis suatu zat? Untuk mengetahui hal itu, lakukan percobaan berikut secara berkelompok.

Tugas percobaan 9-1

Prosedur percobaan :



1. Persiapkan dua buah gelas ukur yang sama
2. Timbang berapa massa masing-masing gelas ukur tersebut (m_1 dan m_2)
3. Isi masing-masing gelas ukur dengan volume air yang berbeda (V_1 dan V_2)
4. Timbang berapa massa masing-masing gelas ukur yang telah berisi air (M_1 dan M_2)
5. Tulis semua data hasil pengukuran tersebut, ke dalam tabel berikut . Jangan lupa satuannya.

Percobaan	Massa gelas ukur	Volume air	Massa gelas ukur berisi air
1	$m_1 = \dots\dots\dots$	$V_{a1} = \dots\dots\dots$	$M_1 = \dots\dots\dots$
2	$m_2 = \dots\dots\dots$	$V_{a2} = \dots\dots\dots$	$M_2 = \dots\dots\dots$

Pertanyaan :

1. Tentukan berapa massa air di masing-masing gelas ukur (m_{a1} dan m_{a2})?
2. Tentukan berapa nilai perbandingan massa air dan volume air di masing-masing gelas ukur tersebut ($\frac{m_{a1}}{V_{a1}}$ dan $\frac{m_{a2}}{V_{a2}}$)?
3. Apakah nilai kedua perbandingan itu cenderung sama atau berbeda? Jelaskan!

Massa jenis adalah suatu besaran yang menyatakan *besarnya massa zat persatuan volume* atau disebut juga sebagai *kerapatan zat*. Dalam bentuk persamaan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (9-1)$$

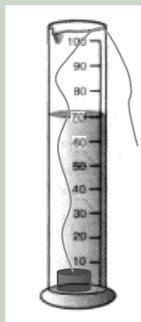
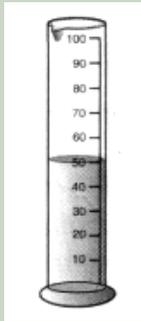
Dengan : ρ = massa jenis, satuannya (kg m^{-3})
 m = massa, satuannya (kg)
 V = volume, satuannya (m^{-3})

Berdasarkan pengertian massa jenis tersebut, maka hasil percobaan 1-1 menunjukkan bahwa *massa jenis suatu zat adalah tetap, tidak dipengaruhi oleh perubahan volume zat dan massanya*. Sebab perubahan volume zat hanya berpengaruh pada perubahan massa. Artinya semakin besar volume zat maka massanya akan semakin besar, demikian pula sebaliknya semakin kecil volume zat maka massanya akan semakin kecil. Tetapi perbandingan antara massa dan volume suatu jenis zat (massa jenis) akan selalu tetap. Berapakah harga rata-rata massa jenis air yang diperoleh dari hasil percobaan 9-1 di atas?

Apakah massa jenis zat yang lain sama dengan massa jenis air? Untuk mengetahui hal itu, lakukan percobaan 9-2 secara berkelompok.

Tugas percobaan 9-2

Prosedur percobaan :



1. Siapkan sebuah gelas ukur dan dua buah benda besi yang besarnya berbeda
2. Timbang berapa massa masing-masing benda besi tersebut (m_1 dan m_2)?
3. Isi gelas ukur dengan air, perhatikan berapa volume air tersebut?
4. Masukkan benda besi-1 ke dalam air (pergunakan benang), tentukan berapa volume benda besi tersebut (V_1)?
5. Ulangi percobaan nomor 4, untuk menentukan volume benda besi-2 (V_2)?
6. Tulis semua data hasil pengukuran tersebut, ke dalam tabel berikut. Jangan lupa satuannya.

Percobaan	Massa benda besi	Volume benda besi
1	$m_1 = \dots\dots\dots$	$V_1 = \dots\dots\dots$
2	$m_2 = \dots\dots\dots$	$V_2 = \dots\dots\dots$

Pertanyaan :

1. Tentukan berapa massa jenis masing-masing benda besi, dari kedua percobaan tersebut?
2. Berapakah harga rata-rata massa jenis benda besi tersebut?
3. Apakah massa jenis benda besi sama dengan massa jenis air?
4. Jelaskan, mengapa kayu terapung dalam air dan besi tenggelam dalam air?

Berdasarkan kedua hasil percobaan di atas, secara umum dapat disimpulkan bahwa *massa jenis hanya bergantung pada jenis zat*, artinya *setiap jenis zat memiliki massa jenis yang berbeda-beda*. Oleh karena itulah massa jenis dapat dipergunakan sebagai salah satu ciri khas dari suatu zat.

Untuk mengetahui apakah percobaan yang dilakukan telah memperoleh hasil yang baik, maka sebagai bahan perbandingan perhatikanlah beberapa nilai massa jenis zat seperti yang terlihat dalam tabel 9-1 berikut.

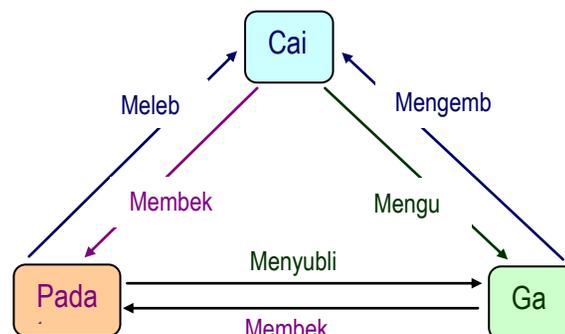
TABEL 9-1 MASSA JENIS BEBERAPA JENIS ZAT

Nomor	Nama zat	Massa jenis (kg m ⁻³)	Nomor	Nama zat	Massa jenis (kg m ⁻³)
1	Nitrogen	1,25	9	Air	1000
2	Udara	1,29	10	Aluminium	2700
3	Oksigen	1,43	11	Besi	7900
4	Karbon dioksida	1,98	12	Kuningan	8400
5	Bensin	700	13	Perak	10500
6	Kayu	750	14	Raksa	13600
7	Alkohol	800	15	Emas	19300
8	Es	920	16	Platina	21450

9.2. WUJUD ZAT

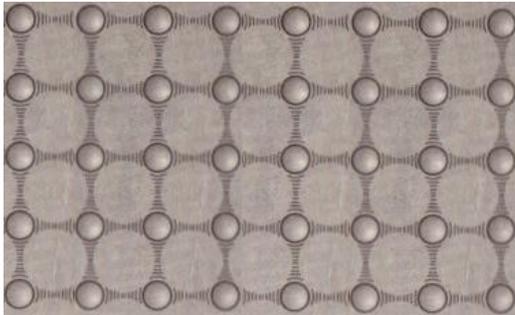
Dalam kehidupan sehari-hari, kita sudah mengenal bahwa *wujud suatu zat dapat berubah karena dipanaskan atau didinginkan*. Misalnya air yang terus dipanaskan akan *menguap*, artinya terjadi perubahan wujud dari cair menjadi gas (uap air). Air yang terus didinginkan akan *membeku*, artinya terjadi perubahan wujud dari cair menjadi padat. Demikian pula sebaliknya, uap air yang didinginkan akan *mengembun*, artinya terjadi perubahan wujud dari gas menjadi cair. Es yang dipanaskan akan *mencair* atau *melebur*, artinya terjadi perubahan wujud dari padat ke cair.

Bagaimanakah dengan perubahan wujud yang terjadi pada kapur barus atau kamper? Mula-mula kapur barus wujudnya padat, tapi lama kelamaan akan habis menguap menjadi gas. Peristiwa perubahan wujud dari padat menjadi uap disebut *menyublim*.



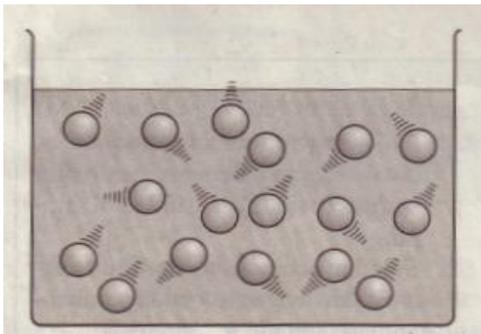
Gambar 9-1. Diagram perubahan

Penjelasan teoritis tentang perbedaan sifat-sifat zat padat, cair dan gas dapat menggunakan *teori partikel* yang mengatakan bahwa *semua zat tersusun dari partikel-partikel* (molekul) yang sangat kecil sehingga tidak terlihat oleh mata. Antara satu partikel dengan partikel yang lain, selalu terjadi *gaya tarik menarik* yang besarnya berbeda-beda pada masing-masing jenis zat. Akibatnya jarak antara satu partikel dengan partikel lain dan kebebasan gerak masing-masing partikel, juga berbeda pada setiap jenis zat.



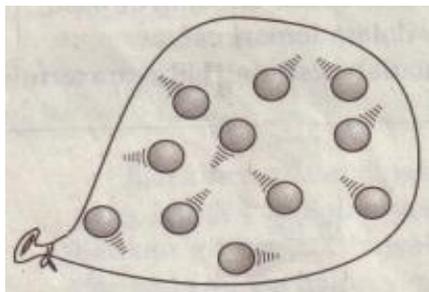
Gambar 9-2 Jarak antar partikel

Gaya tarik menarik antar partikel zat padat adalah paling besar, sehingga jarak antar partikelnya sangat dekat (rapat) dan setiap partikel memiliki kebebasan gerak yang sangat kecil (hanya bergetar ditempatnya). Hal itulah yang menyebabkan bentuk zat padat adalah tetap dengan massa jenis yang relatif besar.



Gambar 9-3 Jarak antar partikel

Gaya tarik menarik antar partikel zat cair adalah relatif kecil dibandingkan dengan zat padat. Sehingga jarak antar partikel zat cair adalah agak berjauhan dan setiap partikel memiliki kebebasan gerak yang cukup besar. Hal itulah yang menyebabkan bentuk zat cair mudah berubah dengan massa jenis yang relatif kecil dibandingkan dengan zat padat.



Gambar 9-4 Jarak antar partikel

Gaya tarik menarik antar partikel pada gas adalah paling kecil. Sehingga jarak antar partikel pada gas sangat berjauhan (renggang) dan setiap partikel memiliki kebebasan gerak yang sangat besar. Hal itulah yang menyebabkan bentuk zat cair sangat mudah berubah dengan massa jenis yang sangat kecil.

Dengan menggunakan teori partikel, kita juga dapat menjelaskan proses terjadinya perubahan wujud zat. Misalkan zat padat kita panaskan, maka ia akan menerima sejumlah energi yang dapat mempercepat gerakan partikel-

partikel zat. Jika pemanasan dilakukan secara terus menerus, maka partikel-partikel zat akan bergerak semakin cepat dan jarak antar partikelnya akan semakin jauh. Akibatnya gaya tarik menarik antar partikel di dalam zat padat akan semakin kecil, sehingga zat padat akan melebur. Jika pemanasan terus berlangsung, pada suatu saat banyak partikel-partikel zat dapat melepaskan diri dari pengaruh gaya tarik menarik yang mengikatnya, maka terjadilah peristiwa penguapan.

Sebaliknya pada saat kita mendinginkan suatu zat, maka sejumlah energi panas dilepaskan oleh zat tersebut. Akibatnya gerakan partikel-partikel zat akan semakin kecil (lambat), jarak antar partikelnya akan semakin dekat dan gaya tarik menarik antar partikel di dalam zat akan semakin besar. Hal itulah yang menyebabkan uap (gas) dapat mengembun dan zat cair dapat membeku jika didinginkan.

Tugas diskusi 9-1

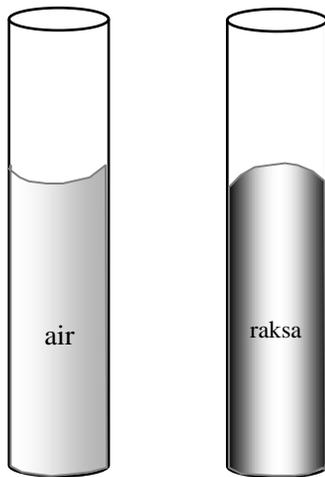
1. Jelaskan secara singkat, mengapa tetesan spirtus yang mengenai lengan kita akan segera menguap dan lengan kita terasa dingin?
2. Apakah perbedaan antara menguap dan mendidih?

9.3. KAPILARITAS

Menurut teori partikel, zat cair atau zat padat dapat berada dalam keadaan cair atau padat karena adanya gaya tarik menarik antar partikel-partikel atau molekul-molekul zat tersebut. Gaya tarik menarik antar partikel atau molekul zat yang sejenis disebut *kohesi*. Misalnya gaya tarik menarik yang terjadi antar sesama molekul air, atau gaya tarik menarik antar sesama molekul raksa.

Partikel atau molekul zat yang tidak sejenis juga dapat saling tarik menarik. Misalnya molekul air dengan molekul kaca, sehingga air dapat menempel pada kaca. Molekul kapur dengan molekul kayu, sehingga kapur dapat dipergunakan untuk menulis di papan tulis. Molekul timah dengan besi, sehingga dapat dipergunakan untuk mematri atau menyolder. Gaya tarik menarik antar molekul zat yang tidak sejenis disebut *adhesi*.

Besar kohesi pada setiap zat berbeda-beda, demikian juga dengan besar adhesi antar berbagai jenis zat. Misalnya kohesi antar molekul raksa, lebih besar dari kohesi antar molekul air. Adhesi antara kapur dengan kayu lebih besar dari adhesi antara kapur dengan kaca. Besar kohesi dan adhesi bergantung juga pada jarak antar molekul yang bersangkutan. Makin besar jaraknya, kohesi dan adhesi tersebut semakin kecil. Misalnya pada wujud gas, kohesi atau adhesi partikel-partikel gas sangat kecil sehingga bisa diabaikan dan dianggap sama dengan nol. Lem (perekat) adalah zat yang sengaja dibuat, agar memiliki adhesi yang kuat untuk suatu jenis zat. Misalnya lem khusus untuk kertas, lem untuk plastik, lem untuk kaca dan lem untuk logam.



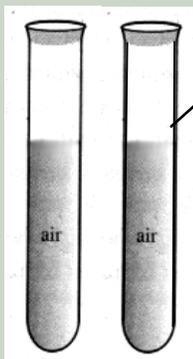
Mungkin kita jarang memperhatikan keadaan seperti gambar 9-5 berikut. Air dalam tabung kaca bentuk permukaannya melengkung ke bawah, disebut *miniskus cekung*. Hal itu disebabkan karena adhesi antara molekul kaca dan molekul air lebih besar dari kohesi antar molekul air itu sendiri. Tetapi sebaliknya jika raksa dimasukkan ke dalam tabung kaca. Bentuk permukaan raksa akan melengkung ke atas, disebut *miniskus cembung*. Hal itu disebabkan karena kohesi antar molekul raksa lebih besar dari adhesi antara molekul raksa dan molekul kaca.

Gambar 9-5 Miniskus cekung dan

Kita sering melihat bahwa air yang menetes ke permukaan daun talas akan membentuk butiran-butiran yang tidak membasahi permukaan daun, sehingga dapat bergerak dengan mudah dipermukaan daun tersebut. Tahukah kalian mengapa demikian? Hal itu disebabkan karena kohesi antar molekul-molekul air lebih besar dari adhesi antara molekul air dan molekul daun talas. Tetapi sebaliknya jika sejumlah air diteteskan ke permukaan kaca, bentuk permukaan air akan segera melebar sehingga nampak menempel di permukaan kaca secara merata. Hal itu disebabkan karena adhesi antara molekul air dan molekul kaca lebih besar dari kohesi antar molekul-molekul air itu sendiri.

Tugas percobaan 9-3

Prosedur percobaan :



1. Siapkan dua buah tabung reaksi yang sama
2. Permukaan dalam salah satu tabung reaksi diolesi minyak kelapa
3. Isi masing-masing tabung reaksi dengan air sampai setengahnya
4. Amati dengan baik bentuk permukaan air di kedua tabung reaksi tersebut. Gambarkan di buku laporan kalian.

Pertanyaan :

Jelaskan mengapa bentuk permukaan air pada kedua tabung tersebut berbeda?

Dalam kehidupan sehari-hari kita telah mengenal bahwa secara alamiah zat cair mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Hal itu disebabkan karena adanya pengaruh gaya tarik bumi atau gaya gravitasi bumi. Contohnya air sungai mengalir dari daerah pegunungan, ke daerah pantai. Air limbah akan mengalir dengan lancar, jika got pembuangan dibuat menuju ke daerah rendah. Pada beberapa kasus tertentu, nampaknya zat cair dapat mengalir dari bawah ke atas. Misalnya air dapat meresap ke atas pada tembok yang bagian bawahnya terendam air. Minyak tanah dapat meresap ke atas pada sumbu kompor. Air dapat meresap dari akar sampai ke atas pohon.

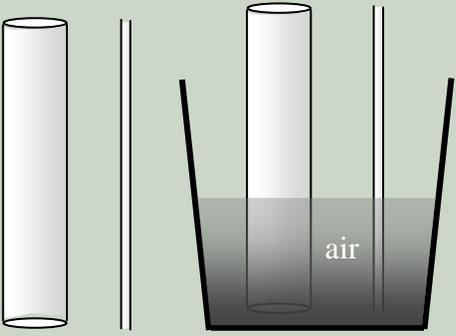


Gambar 9-76 Minyak tanah meresap ke atas pada

Tahukah kalian apa yang menyebabkan zat cair dapat meresap ke atas? Untuk mengetahui hal itu, lakukan percobaan 9-4 secara berkelompok.

Tugas percobaan 9-4

Prosedur percobaan :

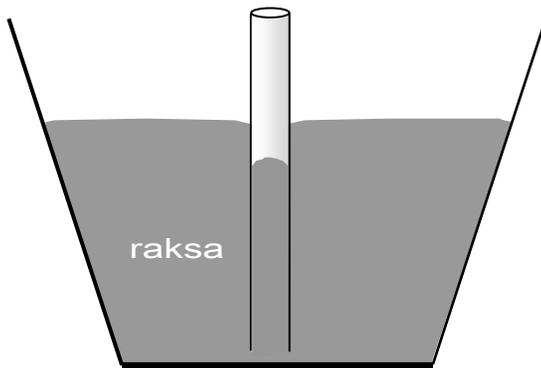


1. Persiapkan dua buah pipa kaca, satu berdiameter relatif besar dan yang satu lagi berdiameter relatif kecil (pipa kapiler)
2. Masukkan kedua pipa tersebut ke dalam air

Pertanyaan :

Setelah beberapa lama, amati dengan baik apa yang terjadi. Kemudian jelaskan secara singkat, apa yang menyebabkan terjadinya hal tersebut.

Dari hasil percobaan 9-4 dapat disimpulkan bahwa air dapat naik pada pipa kapiler yang disebut sebagai peristiwa *kapilaritas*. Hal itu disebabkan karena adhesi antara molekul air dan molekul kaca, lebih besar dari kohesi antar molekul air itu sendiri. Semakin kecil diameter pipa kapiler, maka air akan naik semakin tinggi, sebab jumlah air yang terangkat selalu sama.



Gambar 9-7 Raksa turun dalam pipa

Apakah peristiwa kapiler selalu menyebabkan zat cair naik pada pipa kapiler? Ternyata tidak. Sebab jika pipa kapiler yang terbuat dari kaca dimasukkan ke dalam raksa seperti pada gambar 9-7, maka peristiwa kapilaritas yang terjadi adalah raksa turun dalam pipa kapiler. Hal itu disebabkan karena kohesi antar molekul raksa, lebih besar dari adhesi antara molekul raksa dan molekul kaca. Jika raksa dituangkan

ke permukaan kaca maka ia akan membentuk butiran-butiran yang tidak membasahi permukaan kaca. Peristiwa tersebut sama seperti air yang dituangkan ke permukaan daun talas.

TUGAS MERANGKUM

Untuk menata kembali seluruh pengetahuan yang telah kalian peroleh dari bab ini, sekarang cobalah membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Apakah yang dimaksudkan dengan massa jenis, tuliskan persamaan dan satuannya?
2. Mengapa massa jenis dapat dipakai sebagai salah satu ciri khas suatu zat?
3. Apa perbedaan sifat-sifat zat padat, cair dan gas?
4. Bagaimakah cara mengubah wujud suatu zat?
5. Apakah perbedaan kohesi dan adhesi?
6. Apa perbedaan miniskus cekung dan miniskus cembung? Berikan contohnya!
7. Mengapa terjadi miniskus cekung dan miniskus cembung?
8. Apakah yang dimaksud dengan pipa kapiler?
9. Apakah yang dimaksud dengan peristiwa kapilaritas?
10. Berikan beberapa contoh peristiwa kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari?

SOAL-SOAL UNTUK LATIHAN

A. Bentuk Soal Pilihan Ganda

Pilih salah satu alternatif jawaban yang paling benar, dengan jalan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang telah disediakan

1. Massa jenis alkohol $0,87 \text{ gr.cm}^{-3}$, jika dinyatakan dalam satuan (kg.m^{-3}) maka besarnya menjadi :
- A. 0,087 B. 0,870 C. 870 D. 8700

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

2. Jika dua benda pejal terbuat dari bahan yang berbeda tetapi massanya sama, maka kedua benda tersebut pasti memiliki yang sama.
1. volume 2. berat 3. massa jenis 4. berat jenis

Jawaban yang benar adalah :

- A. 1 B. 2 C. 1 dan 3 D. 2 dan 4

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

3. Salah satu peristiwa yang menunjukkan kohesi lebih besar dari adhesi adalah :
- A. air tidak membasahi daun talas C. air meresap dalam pipa kapiler
B. air membasahi permukaan kaca D. air membeku jika didinginkan

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

4. Jika dua bola pejal yang terbuat dari besi memiliki volume yang berbeda, maka kedua bola tersebut pasti memiliki yang berbeda.
1. massa 2. berat 3. massa jenis 4. berat jenis

Jawaban yang benar adalah :

- A. 1 B. 2 C. 1 dan 3 D. 1 dan 2 E. 2 dan 4

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

5. Jika massa suatu zat diperbesar dua kali semula, maka perubahan yang terjadi adalah sebagai berikut :
- A. volume dan massa jenis zat tetap seperti semula
B. volume dan massa jenis zat menjadi dua kali semula
C. volumenya menjadi dua kali semula, massa jenisnya tetap
D. volumenya tetap, massa jenisnya menjadi dua kali semula
E.

6. Salah satu peristiwa yang menunjukkan adhesi lebih besar dari kohesi adalah :
- A. es mecair jika dipanaskan
 - B. air menetes bentuknya bulat
 - C. permukaan air cekung dalam pipa kaca
 - D. permukaan raksa cembung dalam pipa kaca

B. Bentuk Soal Uraian

1. Coba jelaskan mengapa perubahan massa dan volume suatu jenis zat tidak berpengaruh pada besarnya massa jenis zat tersebut?
2. Menurut teori partikel apakah yang menyebabkan gas sangat mudah berubah bentuk dibandingkan dengan zat cair dan zat padat?
3. Coba jelaskan secara singkat, mengapa zat dapat mengalami perubahan wujud jika dipanaskan atau didinginkan?
4. Coba jelaskan mengapa massa jenis dapat dipergunakan sebagai salah satu ciri khas dari suatu zat?
5. Tahukah kalian bagaimana cara mengukur massa jenis zat cair secara langsung?