



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# KIMIA



KELAS  
**XI**



**KONSEP DASAR PERUBAHAN ENTALPI  
KIMIA KELAS XI**

**PENYUSUN  
Wahyu Sriyanto, S.Pd.  
SMAN 1 Karangsembung**

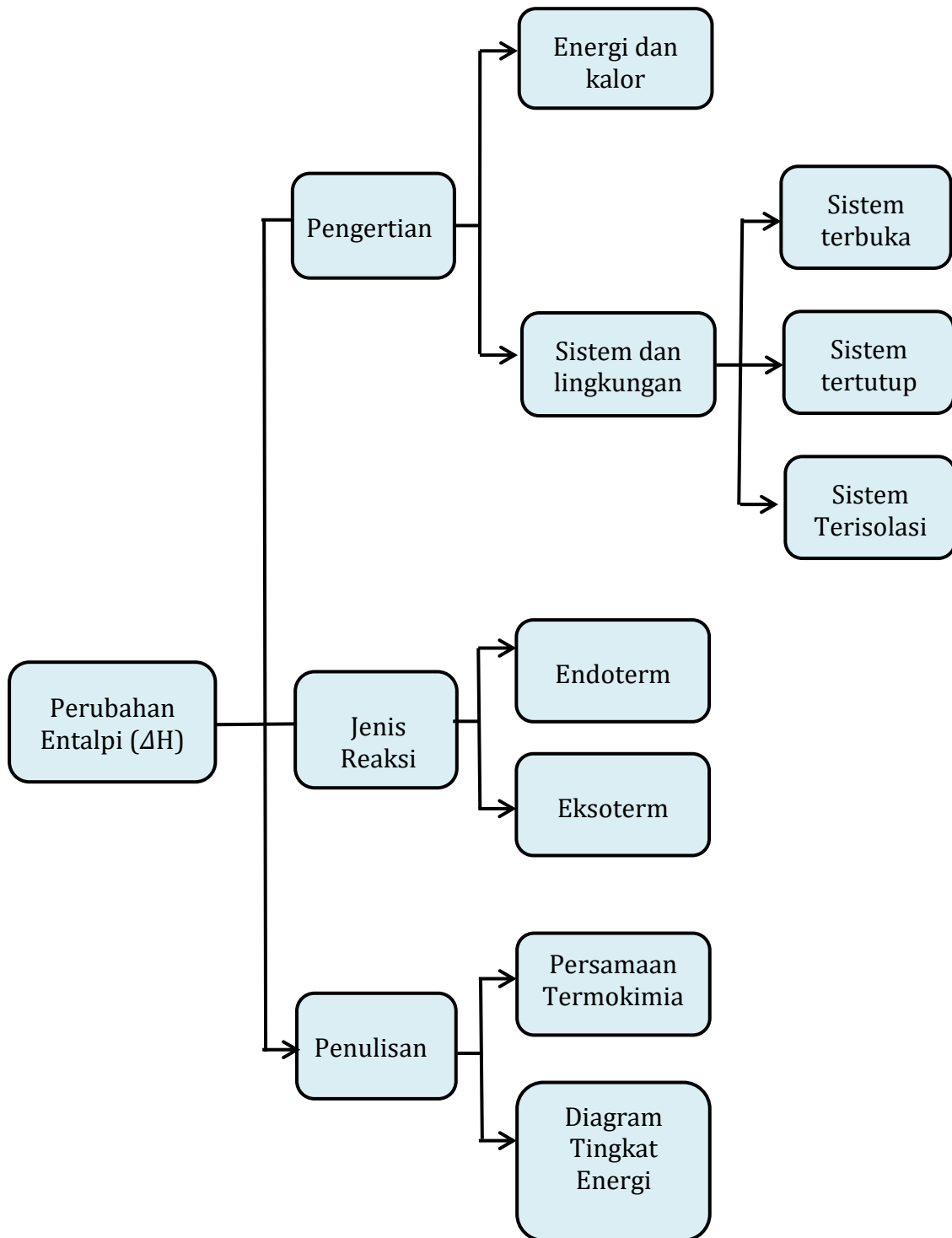
## DAFTAR ISI

PENYUSUN .....	2
DAFTAR ISI .....	3
GLOSARIUM .....	4
PETA KONSEP .....	5
PENDAHULUAN .....	6
A. Identitas Modul .....	6
B. Kompetensi Dasar .....	6
C. Deskripsi Singkat Materi .....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	6
E. Materi Pembelajaran .....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....	8
PERUBAHAN ENTALPI .....	8
A. Tujuan Pembelajaran .....	8
B. Uraian Materi .....	8
C. Rangkuman .....	12
D. Penugasan Mandiri .....	13
E. Latihan Soal .....	14
F. Penilaian Diri .....	20
EVALUASI .....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	26

## GLOSARIUM

Diagram entalpi	: suatu diagram yang menunjukkan tingkat entalpi reaktan dan produk
Endoterm	: Suatu proses dimana terjadi penyerapan kalor oleh sistem
Energi	: Kemampuan melakukan usaha
Entalpi	: Jumlah total energi dari suatu sistem yang diukur pada kondisi tekanan tetap
Eksoterm	: Suatu proses dimana terjadi pelepasan kalor oleh sistem
Kalor	: Salah satu bentuk energi yang dideteksi melalui suhu
Lingkungan	: Bagian di luar sistem dan dapat berpengaruh terhadap sistem
Persamaan Termokimia	: Persamaan reaksi yang diikuti besarnya nilai perubahan entalpi pada reaksi
Sistem	: Segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan
Sistem terbuka	: Kondisi dimana memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya.
Sistem terisolasi	: Kondisi dimana tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya.
Sistem tertutup	: Kondisi dimana memungkinkan terjadinya pertukaran energi dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya.

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 4 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Perubahan Entalpi

### B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menjelaskan konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia
- 4.4 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

### C. Deskripsi Singkat Materi

Salam jumpa siswa sekalian, semoga kalian selalu sehat dan semangat dalam belajar. Pada modul ini kalian akan mempelajari konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia. Termokimia adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari tentang perubahan energi pada perubahan kimia dan fisika. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat berubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Salah satu bentuk energi tersebut adalah kalor, yang dapat dideteksi dengan cara mengukur suhu suatu zat. Makin tinggi suhunya, kalor yang dikandung semakin tinggi. Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat dipertukarkan antara sistem dan lingkungan. Perpindahan kalor pasti terjadi dari suatu zat yang memiliki suhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah.

Kalor reaksi adalah perubahan energi dalam reaksi kimia dalam bentuk kalor. Besarnya perubahan entalpi adalah sama dengan besarnya kalor yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya, di mana sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem. Apabila terjadi pelepasan kalor oleh sistem maka disebut reaksi eksoterm, tetapi apabila sistem menyerap kalor maka disebut reaksi endoterm. Besarnya perubahan entalpi yang menyertai pada suatu reaksi apabila dituliskan maka disebut persamaan termokimia. Apabila suatu reaksi dituliskan pada diagram tingkat energi maka akan menghasilkan diagram entalpi.

### D. Petunjuk Penggunaan Modul

Para siswaku yang hebat, agar kalian dapat mencapai kompetensi yang diharapkan, dalam mempelajari modul ini silahkan ikuti petunjuk-petunjuk sebagai berikut:

1. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
2. Pelajari modul ini secara bertahap dalam satu kegiatan pembelajaran.
3. Untuk mengetahui pemahamanmu terhadap materi yang dipelajari, jawablah setiap pertanyaan yang ada latihan soal, uji pemahaman diri serta pada kegiatan evaluasi!

4. Jika ada materi yang belum kalian pahami, maka baca dan pelajari kembali peta konsep dan deskripsi serta uraian materi pada modul ini dengan seksama.
5. Pelajari soal dan penjelasan penyelesaiannya pada latihan soal dengan seksama serta dengan pemahaman, bukan dengan cara dihafalkan.
6. Dalam mengerjakan soal, baik itu latihan soal maupun evaluasi, berusaha kalian mengerjakan sesuai dengan kemampuan kalian, belajarlah percaya diri dengan tidak melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum kalian menyelesaikan soal-soal tersebut. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kemudahan bagi kalian dalam mempelajari materi pada modul ini.

## **E. Materi Pembelajaran**

Para siswa yang kami banggakan, pada modul ini terdapat 1 kegiatan pembelajaran yang di dalamnya terdapat konsep, uraian materi, soal latihan dan soal evaluasi mengenai:

- Pengertian perubahan Entalpi
- Sistem dan lingkungan
- Jenis reaksi berdasarkan perubahan energi
- Persamaan termokimia
- Diagram tingkat energi

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### PERUBAHAN ENTALPI

#### A. Tujuan Pembelajaran

Para siswaku yang saya banggakan, setelah melakukan kegiatan pembelajaran pada modul ini diharapkan kalian dapat:

1. Menjelaskan pengertian konsep sistem dan lingkungan
2. Menyebutkan dan menjelaskan macam-macam sistem
3. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi eksoterm
4. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi endoterm
5. Menuliskan dan menjelaskan persamaan termokimia
6. Menuliskan dan menjelaskan diagram entalpi

#### B. Uraian Materi

##### 1. Pengertian Perubahan Entalpi

Siswaku yang berbahagia, apakah kegiatan di ekstrakurikuler pramuka pada malam hari yang memberikan kesan paling menyenangkan? Ya, betul kegiatan api unggun. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1. Kegiatan Api Unggun pada pramuka  
(sumber : <https://manyogya1.sch.id>)

Salah satu fungsi api unggun adalah untuk menghangatkan badan para peserta kegiatan. Suasana malam hari yang dingin akan lebih hangat dengan adanya api unggun yang menyala. Hal tersebut menunjukkan panas dari api unggun akan berpindah menuju lingkungan sekitarnya. Panas tersebut dalam IPA dikenal dengan istilah kalor. Kalor merupakan salah satu bentuk energi. Kalor ini dapat dideteksi dengan menggunakan indikator suhu zat tersebut, semakin tinggi suhu, semakin tinggi kalor yang dimiliki benda tersebut. Pada hukum termodinamika, dikenal istilah hukum kekekalan energi yang menyatakan energi tidak dapat diciptakan atau tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat berubah dari bentuk yang satu ke bentuk energi yang lainnya. Total energi yang dimiliki oleh suatu benda disebut



Energi Dalam (E). Besarnya energi dalam tidak dapat ditentukan bila zat tersebut belum mengalami perubahan, yang dapat ditentukan adalah perubahan energinya, atau  $\Delta E$ . yang mana secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta E = q + w$$

Di mana  $q$  merupakan jumlah kalor sistem dan  $w$  merupakan kerja, yaitu merupakan kemampuan melakukan usaha. Hal ini terjadi pada reaksi yang menghasilkan gas, sehingga akan mampu memberikan tekanan (P) yang diakibatkan karena perubahan volume ( $\Delta V$ ). Secara matematis dituliskan:

$$w = P\Delta V$$

Karena reaksi kimia biasa terjadi pada tekanan tetap dan tidak terjadi perubahan volume, maka nilai  $\Delta V = 0$ , maka kerja ( $w$ ) akan bernilai = 0. Sehingga besarnya  $\Delta E$  akan ditunjukkan oleh besarnya kalor yang dimiliki oleh benda tersebut, secara matematis dituliskan:  $\Delta E = q$

Pada termodinamika, total energi dalam (E) dikenal dengan istilah Entalpi (H), yaitu jumlah total energi dari suatu sistem yang diukur pada kondisi tekanan tetap. Sama dengan Energi dalam, entalpi tidak dapat diukur besarnya, yang dapat ditentukan besarnya adalah perubahan entalpi,  $\Delta H$ . Dengan demikian besarnya perubahan entalpi merupakan besarnya nilai kalor yang dimiliki oleh suatu sistem.

$$\Delta H = q$$

Besarnya perubahan entalpi berarti selisih antara entalpi akhir dan entalpi awal. Secara matematis dapat dituliskan:

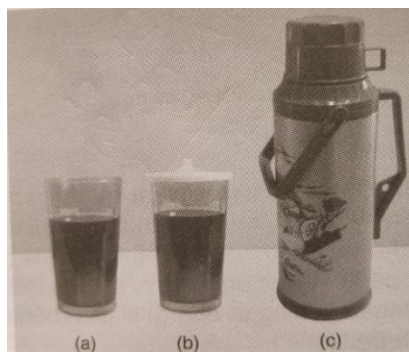
$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

## 2. Sistem dan lingkungan

Pada saat mempelajari termokimia, kita harus paham mana yang menjadi pusat pengamatan, mana yang bukan. Segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan disebut sistem, sedangkan segala sesuatu di luar sistem dan dapat mempengaruhi sistem disebut lingkungan. Berdasarkan perpindahan kalor dan materi, sistem dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

- Sistem Terbuka merupakan suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor serta materi.
- Sistem Tertutup merupakan suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor, tetapi tidak terjadi perpindahan materi.
- Sistem Terisolasi merupakan suatu sistem dimana tidak dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor dan materi.

Perhatikan gambar berikut!



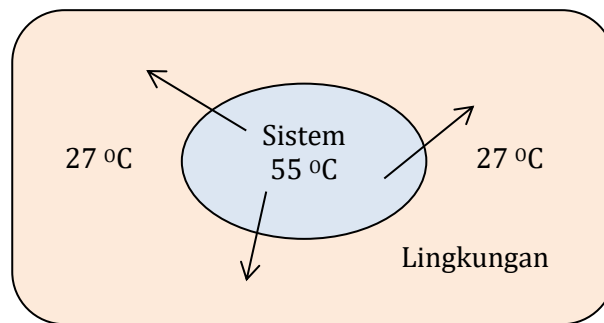
Gambar 2. Contoh Sistem terbuka (a) Sistem tertutup (b) dan sistem terisolasi (c)  
(Sumber : Kimia XI Untuk SMA dan MA; Penerbit Intan Pariwara)

### 3. Jenis-jenis Reaksi Berdasarkan Perubahan Energi

Muridku yang kami banggakan, setelah kalian memahami apa itu perubahan entalpi, selanjutnya kita akan mempelajari jenis reaksi berdasarkan perubahan energinya. Sesuai hukum Termodinamika, perpindahan kalor secara spontan terjadi pada benda yang memiliki perbedaan suhu. Dalam termokimia, hanya ada 2 kemungkinan perbedaan suhu, yaitu suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan atau suhu sistem yang lebih rendah dari suhu lingkungan. Untuk lebih jelasnya kita pelajari satu persatu.

#### a. Eksoterm

Apa yang akan terjadi bila suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan? Untuk lebih jelasnya silahkan kalian perhatikan ilustrasi berikut!



Gambar 3.  
Contoh kondisi pelepasan kalor (Eksoterm)  
(Sumber : dokumentasi penulis)

Pada keadaan di mana suhu sistem lebih tinggi maka akan terjadi aliran kalor dari sistem menuju lingkungan, seperti yang ditunjukkan pada tanda panah pada gambar di atas, dengan kata lain kalor akan keluar menuju lingkungan. Hal ini dikenal dengan proses eksoterm.

Bagaimana besarnya perubahan entalpi dalam keadaan ini? Pada keadaan seperti ini kalor sistem dikeluarkan menuju lingkungan, maka entalpi akhir reaksi akan menjadi lebih kecil dibanding entalpi awal sebelum reaksi. Dengan demikian besarnya perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) adalah:

$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

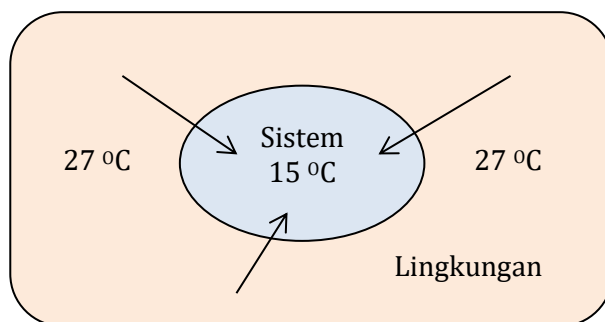
$$\Delta H = \text{kecil} - \text{besar}$$

$$\Delta H < 0, \text{ atau bertanda negatif } (-)$$

Dengan demikian pada reaksi eksoterm besarnya nilai perubahan entalpi bertanda negatif. Ciri reaksi eksoterm ini terjadi pada reaksi yang mengalami kenaikan suhu.

#### b. Endoterm

Apa pula yang akan terjadi bila suhu sistem lebih rendah dari suhu lingkungan? Untuk lebih jelasnya silahkan kalian perhatikan ilustrasi berikut!



Contoh kondisi penyerapan kalor (Endoterm)  
(Sumber : dokumentasi penulis)

Pada keadaan di mana suhu sistem lebih rendah dari suhu lingkungan maka akan terjadi aliran kalor dari lingkungan menuju sistem, seperti yang ditunjukkan pada tanda panah pada gambar di atas, dengan kata lain kalor akan masuk menuju sistem. Hal ini dikenal dengan proses endoterm.

Pada keadaan seperti ini kalor sistem bertambah, maka entalpi akhir reaksi akan menjadi lebih besar dibanding entalpi awal sebelum reaksi. Dengan demikian besarnya perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) adalah:

$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

$$\Delta H = \text{besar} - \text{kecil};$$

$$\Delta H > 0, \text{ atau bertanda positif } (+)$$

Dengan demikian pada reaksi endoterm besarnya nilai perubahan entalpi bertanda positif. Ciri reaksi endoterm ini terjadi pada reaksi yang mengalami penurunan suhu.

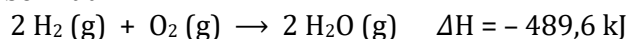
#### 4. Persamaan Termokimia

Suatu persamaan reaksi kimia yang diikuti dengan nilai perubahan entalpi yang menyertai reaksi tersebut dikenal dengan istilah persamaan termokimia. Sebagai contoh :  $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \quad \Delta H = - 489,6 \text{ kJ}$

Dari persamaan termokimia di atas dapat disimpulkan bahwa dalam pembentukan 2 mol uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) akan disertai pelepasan energi sebesar 489,6 kJ. Tanda negatif pada nilai  $\Delta H$  persamaan termokimia diatas bukan menunjukkan nilai sebenarnya, tetapi menunjukkan bahwa pada reaksi tersebut terjadi pelepasan kalor atau bersifat eksoterm.

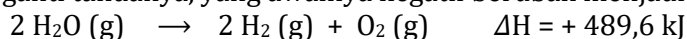
##### Contoh soal :

Tuliskan persamaan termokimia untuk penguraian 1 mol uap air bila diketahui reaksi sebagai berikut:

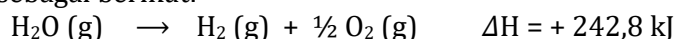


##### Jawab:

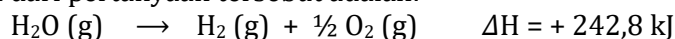
Pada soal diketahui reaksi pembentukan, padahal yang ditanyakan adalah reaksi penguraian, maka reaksinya harus berbalik arah, begitu pula dengan nilai  $\Delta H$ -nya juga berganti tandanya, yang awalnya negatif berubah menjadi positif.



Pada reaksi tersebut masih merupakan penguraian 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , padahal yang ditanyakan hanya penguraian 1 mol, maka reaksi serta nilai  $\Delta H$ -nya juga harus disesuaikan dengan dibagi menjadi 2, sehingga menghasilkan persamaan termokimia sebagai berikut:



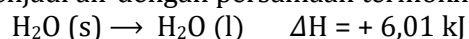
Jadi jawaban dari pertanyaan tersebut adalah:



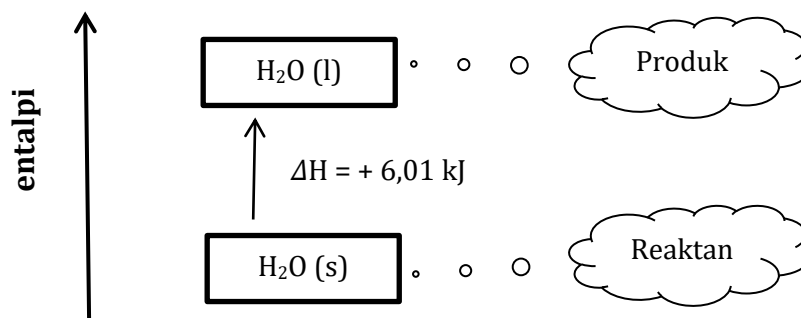
Pada persamaan termokimia, perubahan arah reaksi akan merubah pula tanda nilai perubahan entalpi ( $\Delta H$ ). Misalkan pada persamaan termokimia pembentukan suatu senyawa perubahan entalpinya positif, maka bila reaksi akan diubah menjadi reaksi penguraian, nilai perubahan entalpi juga berubah menjadi negatif, begitu pula sebaliknya. Demikian pula pada besarnya nilai  $\Delta H$ , besarnya nilai ini akan ikut menyesuaikan dengan koefisien pada persamaan reaksinya.

### 5. Diagram Tingkat Energi

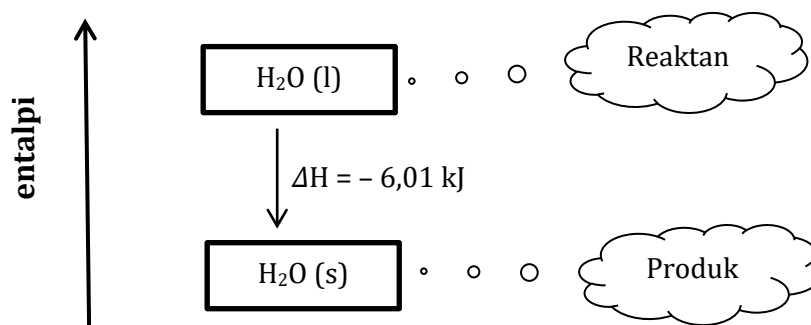
Suatu reaksi dapat pula dituliskan berupa diagram tingkat energi untuk menunjukkan nilai perubahan entalpinya. Misalkan suatu reaksi tentang proses pencairan es batu menjadi air dengan persamaan termokimia sebagai berikut:



Apabila dituliskan dengan diagram tingkat energi maka akan menjadi seperti:



Begitu pula seandainya akan dibuat menjadi diagram tingkat energi pada proses pembekuan air, berdasar persamaan termokimia di atas maka diagram tingkat energi akan menjadi:



## C. Rangkuman

Untuk lebih menguatkan pemahaman kalian, mari kita rangkum materi laju reaksi sebagai berikut:

1. Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan.

2. Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem dan dapat berpengaruh terhadap sistem.
3. Sistem dibedakan menjadi 3 macam yaitu sistem terbuka, tertutup dan terisolasi.
  - Sistem terbuka, yaitu suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor serta materi.
  - Sistem tertutup, yaitu suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor, tetapi tidak terjadi perpindahan materi.
  - Sistem terisolasi, yaitu suatu sistem dimana tidak dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor dan materi.
4. Reaksi eksoterm adalah kondisi di mana terjadi pelepasan kalor oleh sistem. Dengan dilepasnya kalor oleh sistem maka kalor pada keadaan akhir reaksi akan lebih kecil daripada keadaan awal, maka nilai perubahan entalpinya akan kurang dari nol atau bernilai negatif. Ciri reaksi eksoterm adalah terjadinya kenaikan suhu pada sistem.
5. Reaksi eksoterm adalah kondisi di mana terjadi pelepasan kalor oleh sistem. Dengan dilepasnya kalor oleh sistem maka kalor pada keadaan akhir reaksi akan lebih kecil daripada keadaan awal, maka nilai perubahan entalpinya akan kurang dari nol atau bernilai negatif. Ciri reaksi eksoterm adalah terjadinya kenaikan suhu pada sistem.
6. Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang disertai nilai perubahan entalpinya. Perubahan arah ataupun angka koefisien pada persamaan termokimia akan turut merubah besarnya nilai perubahan entalpinya.
7. Diagram tingkat energi merupakan penulisan persamaan termokimia dalam bentuk diagram. Untuk reaksi eksoterm akan diikuti tanda panah ke bawah, karena entalpi produk lebih kecil daripada entalpi reaktan, reaksi endoterm tanda panah akan mengarah ke atas karena entalpi produk lebih besar daripada entalpi reaktan.

#### D. Penugasan Mandiri

Untuk lebih memantapkan pemahaman perubahan entalpi, silahkan kalian kerjakan soal berikut:

1. Buatlah tabel seperti contoh di bawah ini dan isilah dengan peristiwa atau aktivitas yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari serta identifikasilah peristiwa atau aktivitas tersebut ke dalam proses eksoterm atukah endoterm dengan cara memberi tanda cek (  $\checkmark$  ), masing-masing minimal 5 item !

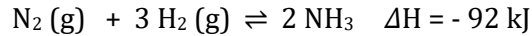
Nomor	Peristiwa atau aktivitas	Jenis Perubahan Entalpi	
		Eksoterm	Endoterm
1			
2			
3			
Dst			

2. Perhatikan beberapa data hasil praktikum sekelompok siswa!
  - a. Pelarutan NaOH dalam tabung reaksi dengan air mengakibatkan dasar tabung menjadi hangat.
  - b. Pencampuran antara kristal Ba(OH)<sub>2</sub> dengan kristal NH<sub>4</sub>Cl menyebabkan tabung reaksi menjadi sangat dingin, menimbulkan aroma menyengat dan timbul embun di luar tabung reaksi.

- c. Pengenceran asam nitrat pekat dengan aquades mengakibatkan gelas kimia menjadi hangat.
- d. Pelarutan urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  dengan air mengakibatkan permukaan gelas kimia menjadi dingin.

Tentukan data tersebut di atas termasuk ke dalam reaksi eksoterm atau endoterm. Tuliskan alasan kalian!

3. Diketahui persamaan termokimia:



Buatlah diagram tingkat energi dari persamaan termokimia tersebut.

## E. Latihan Soal

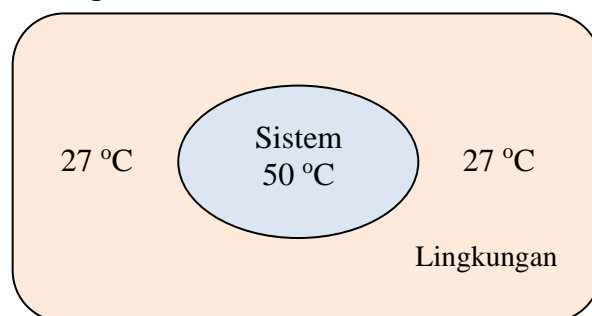
Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur, mandiri serta penuh semangat! Berusahalah mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu tanpa melihat kunci jawaban. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai dengan kunci, bacalah dan berusaha pahami pembahasannya. Selamat berlatih dan semangat.

1. Berikut ini beberapa persamaan reaksi yang umumnya terjadi di sekitar kita:

- (1)  $6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{aq}) + 6 \text{O}_2 (\text{g})$
- (2)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) + 6 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
- (3)  $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
- (4)  $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{s})$
- (5)  $\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Persamaan reaksi yang terjadi secara endoterm terjadi pada nomor....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (3)
- D. (3) dan (5)
- E. (4) dan (5)
2. Perhatikan gambar berikut!



Berdasar gambar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kondisi tersebut adalah

....

- A. Endoterm karena kalor masuk ke sistem
- B. Endoterm karena kalor menuju lingkungan
- C. Eksoterm karena kalor meninggalkan lingkungan
- D. Eksoterm karena kalor masuk ke sistem
- E. Eksoterm karena kalor ke luar menuju lingkungan

3. Perhatikan beberapa pernyataan hasil percobaan :
- (1) Pereaksian dua zat yang diawali dengan pembakaran, setelah reaksi berjalan pembakaran dihentikan dan ternyata reaksi tersebut terus berlanjut.
  - (2) Pelarutan suatu zat pada terlarut tertentu ternyata mengakibatkan kenaikan suhu larutan yang signifikan pada hasil pelarutannya.
  - (3) Dua zat dicampurkan belum terjadi reaksi, dengan pemanasan ternyata zat mulai bereaksi, sesaat, setelah bereaksi dan pemanasan dihentikan ternyata zat tersebut berhenti bereaksi.
  - (4) Pelarutan suatu zat pada pelarut tertentu ternyata mengakibatkan penurunan suhu larutan.
  - (5) Pencampuran dua zat dan secara spontan menghasilkan nyala api diatas zat tersebut.
- Berdasar pernyataan tersebut, yang merupakan peristiwa endoterm yang benar adalah ....
- A. (1) dan (3)
  - B. (2) dan (3)
  - C. (3) dan (4)
  - D. (3) dan (5)
  - E. (4) dan (5)
4. Berikut di bawah ini yang **bukan** merupakan peristiwa endoterm adalah ....
- A. Proses pencairan es batu
  - B. Pernafasan
  - C. Fotosintesis
  - D. Proses penjemuran baju
  - E. Proses memasak
5. Pada proses pembuatan es batu di dalam freezer, air wujud cair berubah menjadi padatan, hal tersebut merupakan proses ....
- A. Eksoterm karena kalor dari freezer masuk ke air yang wujud cair
  - B. Eksoterm karena kalor dari freezer keluar ke air yang wujud cair
  - C. Eksoterm karena kalor air wujud cair keluar menuju freezer
  - D. Endoterm karena kalor dari freezer masuk ke air wujud cair
  - E. Endoterm karena kalor dari wujud cair menuju freezer
6. Perhatikan data berikut :
- Reaksi I :  $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$   $\Delta H = - P$  kJ
- Reaksi II :  $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + NaCl$   $\Delta H = + Q$  kJ
- Pernyataan yang benar dari data tersebut adalah ....
- A. Reaksi I sistem melepas kalor , reaksi eksoterm
  - B. Reaksi II sistem menyerap kalor, reaksi eksoterm
  - C. Reaksi II lingkungan menyerap kalor, reaksi eksoterm
  - D. Reaksi I lingkungan menyerap kalor, reaksi endoterm
  - E. Reaksi II lingkungan menyerap kalor, reaksi endoterm
7. Perhatikan diagram tingkat energi reaksi berikut ini :



Pernyataan yang tepat dari diagram di atas adalah ....

- A. Reaksi eksoterm,  $\Delta H > 0$
- B. Reaksi eksoterm,  $\Delta H < 0$
- C. Reaksi eksoterm,  $\Delta H = 0$
- D. Reaksi endoterm,  $\Delta H > 0$
- E. Reaksi endoterm,  $\Delta H < 0$

8. Sekelompok praktikan melakukan percobaan dengan mencampurkan kristal barium hidroksida,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  dengan kristal amonium klorida,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  pada tabung reaksi, kemudian menutup mulut tabung reaksi menggunakan ibu jari dan mengocok tabung reaksi tersebut selama 1 menit. Setelah pengocokan selesai, hasil pengamatannya adalah sebagai berikut:

- menyebabkan tabung reaksi menjadi sangat dingin
- menimbulkan aroma menyengat
- timbul embun di permukaan luar tabung reaksi.

Berdasar data tersebut, pernyataan yang tepat berikut ini berkaitan dengan perubahan entalpi adalah ....

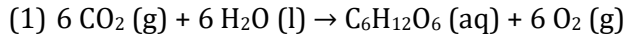
- A. reaksi eksoterm karena kalor keluar sehingga tabung menjadi dingin
- B. reaksi eksoterm karena reaksi menghasilkan aroma menyengat
- C. reaksi eksoterm karena menghasilkan embun pada permukaan tabung
- D. reaksi endoterm karena tabung menjadi dingin
- E. reaksi endoterm karena reaksi menghasilkan aroma menyengat



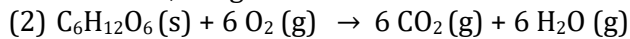
## Jawaban dan Pembahasan Soal

### 1. Jawaban D

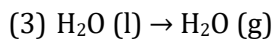
Pembahasan:



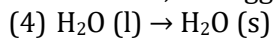
Reaksi ini merupakan reaksi fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan berklorofil. Proses fotosintesis hanya dapat berlangsung dengan adanya sinar matahari, dengan demikian reaksi ini adalah endoterm



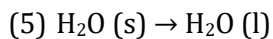
Reaksi ini merupakan reaksi pembakaran glukosa oleh oksigen yang terdapat dalam sel pada saat kita bernafas. Dengan bernafas kira menghirup oksigen untuk terjadinya pembakaran dalam tubuh, sehingga reaksi ini adalah reaksi eksoterm.



Reaksi ini merupakan proses penguapan, yang tentu saja membutuhkan kalor dari luar, sehingga reaksi ini adalah reaksi endoterm.



Reaksi ini merupakan proses pembekuan air. Air dapat membeku bila kalor dalam air dikeluarkan, hal inilah yang mendasari prinsip freezer untuk membekukan air. Reaksi ini adalah reaksi eksoterm.

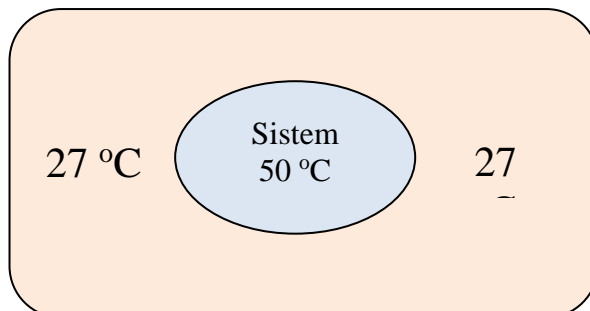


Reaksi ini merupakan proses peleburan es dari padatan menjadi cair, hal ini dapat terjadi bila ada kalor masuk ke dalam es batu, sehingga proses ini adalah proses endoterm.

Jadi reaksi yang terjadi secara endoterm terjadi pada nomor (1), (3) dan (5).

### 2. Jawaban E.

Pembahasan:



Pada gambar tersebut dapat dipergatikan bahwa suhu sistem sebesar 50 °C, sedangkan suhu lingkungan sebesar 27 °C, dengan demikian suhu sistem lebih tinggi dari pada suhu lingkungan. Berdasar Hukum Termodinamika, kalor mengalir dari suhu tinggi ke rendah, berarti kalor dari sistem keluar menuju lingkungan. Maka dapat disimpulkan peristiwa tersebut adalah reaksi eksoterm. Jawaban yang paling tepat adalah E, eksoterm karena kalor ke luar dari sistem.

### 3. Jawaban C

Pembahasan:

Terdapat 5 pernyataan:

- (1) Pereaksian dua zat yang diawali dengan pembakaran, setelah reaksi berjalan pembakaran dihentikan dan ternyata reaksi tersebut terus berlanjut. Pada peristiwa di atas, reaksi akan tetap berjalan meskipun pembakaran telah dihentikan, hal tersebut berarti proses reaksi akan terus berjalan. Hal tersebut berarti sistem akan terus terjadi reaksi pembakaran yang mengeluarkan kalor, berarti eksoterm.
- (2) Pelarutan suatu zat pada terlarut tertentu ternyata mengakibatkan kenaikan suhu larutan yang signifikan pada hasil pelarutannya. Pada peristiwa di atas, pada saat pelarutan, terjadi kenaikan suhu, hal tersebut berarti suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan dan akan terjadi proses perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan. Oleh karena terjadi proses perpindahan kalor dari sistem berarti prosesnya adalah eksoterm.
- (3) Dua zat dicampurkan belum terjadi reaksi, dengan pemanasan ternyata zat mulai bereaksi, sesaat, setelah bereaksi dan pemanasan dihentikan ternyata zat tersebut berhenti bereaksi. Pada peristiwa di atas, reaksi berhenti pada saat pembakaran telah dihentikan, hal tersebut berarti proses reaksi tersebut membutuhkan kalor terus menerus agar reaksi berlanjut dan tidak dapat bereaksi bila tidak ada suplai kalor dari luar. Dengan demikian berarti peristiwa tersebut berarti endoterm.
- (4) Pelarutan suatu zat pada pelarut tertentu ternyata mengakibatkan penurunan suhu larutan. Proses pelarutan pada nomor 4) menghasilkan penurunan suhu, berarti suhu sistem menjadi lebih rendah dari suhu lingkungan, hal ini berakibat akan terjadinya perpindahan kalor dari lingkungan menuju sistem. Karena terjadi proses perpindahan kalor menuju sistem maka peristiwa tersebut adalah endoterm.
- (5) Pencampuran dua zat dan secara spontan menghasilkan nyala api di atas zat tersebut. Pada peristiwa di atas, secara spontan menghasilkan nyala api, hal ini berarti suhu sistem lebih tinggi dari lingkungan, akibatnya akan terjadi perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan. Hal tersebut merupakan reaksi eksoterm. Jadi yang merupakan reaksi endoterm adalah (3) dan (4)

#### 4. Jawaban B.

##### Pembahasan:

Peristiwa yang bukan endoterm berarti peristiwa tersebut adalah eksoterm, yaitu terdapat perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan atau menghasilkan kalor.

➤ Proses pencairan es batu

Pada proses ini, yang merupakan sistem adalah es batu. Suhu es batu lebih rendah dari lingkungan, maka kalor akan berpindah dari lingkungan menuju sistem, jadi peristiwa tersebut adalah endoterm.

➤ Pernafasan

Pada proses pernafasan terjadi proses memindahkan oksigen dari luar ke dalam tubuh, yang selanjutnya pada proses ini terjadi pembakaran glukosa oleh

oksigen. Pada proses pembakaran ini akan menghasilkan energi, sehingga proses pernafasan merupakan peristiwa eksoter.

➤ Fotosintesis

Proses fotosintesis atau asimilasi ini terjadi di dalam klorofil, yaitu proses reaksi antara  $\text{CO}_2$  dan air, dengan bantuan sinar matahari untuk menghasilkan glukosa dan gas oksigen. Tanpa adanya sinar matahari tidak akan terjadi proses fotosintesis, hal tersebut proses ini membutuhkan kalor dari lingkungan, maka termasuk proses endoterm.

➤ Proses penjemuran baju

Tujuan menjemur baju adalah agar kering, dengan demikian harus terjadi penguapan air yang terdapat pada baju. Untuk mengubah air menjadi uap air agar lepas dari baju maka sangat dibutuhkan kalor dari lingkungan. Dengan demikian maka termasuk proses endoterm.

➤ Proses memasak

Pada proses memasak tentunya sangat dibutuhkan kalor agar bahan makanan yang dimasak menjadi matang. Jadi proses ini terus menerus membutuhkan kalor, jadi proses memasak adalah peristiwa endoterm.

5. Jawaban C

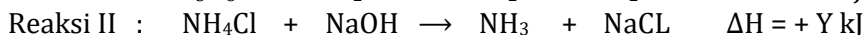
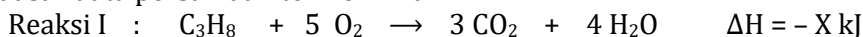
Pembahasan:

Pada proses pembuatan es batu di dalam freezer, air wujud cair berubah menjadi padatan, hal tersebut merupakan proses eksoterm karena suhu air wujud cair lebih tinggi dari pada suhu lingkungan di dalam freezer sehingga kalor air akan keluar menuju lingkungan.

6. Jawaban A

Pembahasan:

Berdasar data persamaan termokimia:



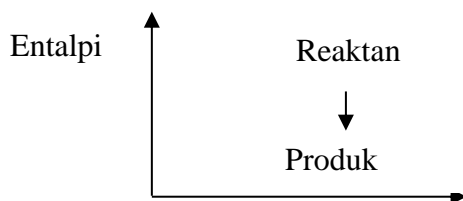
Pada reaksi I,  $\Delta H$  bernilai negatif ( $<0$ ), hal tersebut menunjukkan reaksi tersebut merupakan reaksi yang eksoterm. Pada reaksi eksoterm terjadi perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan.

Pada reaksi II,  $\Delta H$  bernilai positif ( $>0$ ), hal tersebut menunjukkan reaksi tersebut merupakan reaksi yang eksoterm. Pada reaksi endoterm terjadi perpindahan kalor dari lingkungan menuju sistem.

Jadi pernyataan yang tepat adalah Reaksi I sistem melepas kalor, reaksi eksoterm (A).

7. Jawaban B

Pembahasan:



Pada diagram entalpi di atas, posisi reaktan lebih tinggi dari produk, hal ini berarti entalpi reaktan lebih besar dari entalpi produk. Hal tersebut berarti terjadi proses

perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan yang mengakibatkan turunnya entalpi produk. Dengan demikian diagram entalpi tersebut menunjukkan peristiwa eksoterm. Besarnya  $\Delta H$  adalah entalpi produk – entalpi reaktan, dengan demikian kecil dikurangi besar maka nilai  $\Delta H < 0$ .

8. Jawaban D

Pembahasan:

Reaksi antara  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yang menyebabkan menjadi dinginnya tabung reaksi merupakan reaksi endoterm. Dengan turunnya suhu sistem, maka suhu lingkungan menjadi lebih tinggi, sehingga kalor lingkungan akan masuk ke dalam sistem. Gejala lain seperti timbulnya bau menyengat tidak terkait dengan perpindahan kalor.

## F. Penilaian Diri

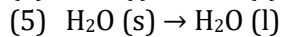
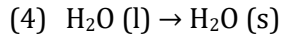
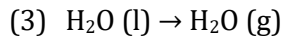
Siswaku yang saya sayangi, untuk mengetahui ketercapaian penguasaan dalam mempelajari modul ini, silahkan kalian jawab pertanyaan-pertanyaan berikut di bawah ini dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menjelaskan pengertian konsep sistem dan lingkungan		
2	Saya dapat menyebutkan dan menjelaskan macam-macam sistem		
3	Saya dapat menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi eksoterm		
4	Saya dapat menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi endoterm		
5	Saya dapat menuliskan dan menjelaskan persamaan termokimia		
6	Saya dapat menuliskan dan menjelaskan diagram tingkat energi		

Bila dalam menjawab pertanyaan di atas masih terdapat jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih terdapat jawaban "Tidak".

## EVALUASI

1. Terdapat beberapa benda dalam kehidupan sekitar kita:
  - a. Segelas kopi panas dengan tutup
  - b. Segelas teh panas tanpa tutup
  - c. Termos air panasKetiga benda bila diasumsikan menjadi sistem yang diurutkan menjadi sistem terisolasi, sistem tertutup dan sistem terbuka, maka urutan yang tepat adalah ....
  - A. a - b - c
  - B. a - c - b
  - C. b - a - c
  - D. c - b - a
  - E. c - a - b
2. Pelarutan detergen menyebabkan wadah pelarutan menjadi panas akan tetapi pelarutan pupuk urea dengan pelarut air ternyata mengakibatkan penurunan suhu pada larutan yang dihasilkan. Pernyataan yang benar dari peristiwa di atas adalah ....
  - A. Pelarutan detergen merupakan peristiwa eksoterm karena terjadi pelepasan kalor
  - B. Pelarutan detergen merupakan peristiwa eksoterm karena terjadi penyerapan kalor.
  - C. Pelarutan detergen merupakan peristiwa endoterm karena terjadi penyerapan kalor.
  - D. Pelarutan urea merupakan peristiwa endoterm karena terjadi menghasilkan kalor.
  - E. Pelarutan urea merupakan peristiwa eksoterm karena terjadi penyerapan kalor.
3. Perhatikan beberapa pernyataan hasil percobaan :
  - (1) Pereaksian dua zat yang diawali dengan pembakaran, setelah reaksi berjalan pembakaran dihentikan dan ternyata reaksi tersebut terus berlanjut.
  - (2) Pelarutan suatu zat pada terlarut tertentu ternyata mengakibatkan kenaikan suhu larutan yang signifikan pada hasil pelarutannya.
  - (3) Dua zat dicampurkan belum terjadi reaksi, dengan pemanasan ternyata zat mulai bereaksi, sesaat, setelah bereaksi dan pemanasan dihentikan ternyata zat tersebut berhenti bereaksi.
  - (4) Pelarutan suatu zat pada pelarut tertentu ternyata mengakibatkan penurunan suhu larutan.
  - (5) Pencampuran dua zat dan secara spontan menghasilkan nyala api diatas zat tersebut.Berdasar pernyataan tersebut, yang merupakan peristiwa endoterm dan eksoterm berturut-turut adalah ....
  - A. (1) dan (2)
  - B. (1) dan (3)
  - C. (2) dan (3)
  - D. (3) dan (4)
  - E. (3) dan (5)
4. Berikut ini beberapa persamaan reaksi yang umumnya terjadi di sekitar kita:
  - (1)  $6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{aq}) + 6 \text{O}_2 (\text{g})$
  - (2)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) + 6 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$



Persamaan reaksi yang terjadi secara eksoterm terjadi pada nomor....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (3) dan (5)

5. Berikut ini beberapa persamaan reaksi yang umumnya terjadi disekitar kita :

- (1) Fotosintesis
- (2) Pernapasan
- (3) Pelarutan Urea
- (4) Es yang mencair
- (5) Pembakaran LPG

Peristiwa tersebut di atas yang merupakan peristiwa endoterm dan eksoterm berturut-turut terdapat pada nomor ....

- A. (1) dan (3)
- B. (2) dan (3)
- C. (2) dan (5)
- D. (3) dan (4)
- E. (4) dan (5)

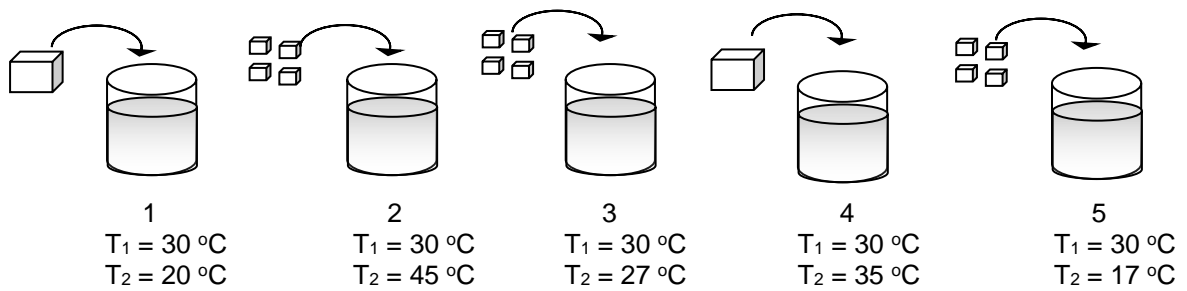
6. Perhatikan data percobaan berikut :

Nomor	Reaktan I	Reaktan II	Suhu sebelum reaksi	Suhu sesudah reaksi
1	A	B	27 °C	30 °C
2	C	D	27 °C	35 °C
3	E	F	27 °C	25 °C
4	G	H	27 °C	15 °C
5	I	J	27 °C	37 °C

Reaksi tersebut di atas yang merupakan reaksi eksoterm dan endoterm berturut-turut adalah reaksi nomor ....

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3 dan 5
- E. 4 dan 5

7. Perhatikan ilustrasi beberapa percobaan reaksi:



Berdasar ilustrasi diatas, maka yang keduanya merupakan reaksi eksoterm adalah percobaan nomor ....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 5
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 4 dan 5

8. Diagram energi suatu reaksi digambarkan sebagai berikut :

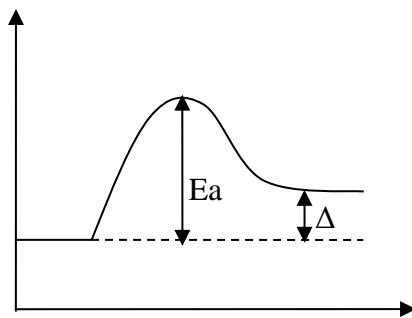
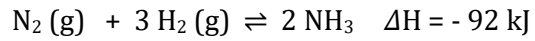


Diagram entalpi di atas menunjukkan reaksi kimia yang terjadi pada reaksi ....

- A. endoterm, karena harga  $\Delta H = +$
  - B. endoterm, karena harga  $\Delta H = 0$
  - C. endoterm, karena harga  $\Delta H = -$
  - D. eksoterm, karena harga  $\Delta H = -$
  - E. eksoterm, karena harga  $\Delta H = +$
9. Sekelompok siswa melakukan percobaan dengan melarutkan padatan NaOH dengan air dalam tabung reaksi. Setelah beberapa saat padatan NaOH dimasukkan ke dalam air dan mulai larut dan dasar tabung reaksi dipegang ternyata dirasakan semakin panas. Berkaitan dengan perubahan entalpi, pernyataan berikut yang tepat adalah ....
- A. Reaksinya eksoterm karena kalor lingkungan mengalir ke sistem
  - B. Reaksinya eksoterm karena kalor sistem mengalir ke lingkungan
  - C. Reaksinya eksoterm karena baik kalor sistem maupun kalor lingkungan saling bertukar
  - D. Reaksinya endoterm karena kalor lingkungan mengalir ke sistem
  - E. Reaksinya endoterm karena kalor sistem mengalir ke lingkungan

10. Jika diketahui:



Perubahan entalpi pada penguraian gas  $\text{NH}_3$  menjadi unsur-unsurnya merupakan reaksi ....

- A. Eksoterm karena nilai  $\Delta H$  akan tetap meski arah reaksi berubah
- B. Eksoterm karena nilai  $\Delta H$  berubah sesuai dengan perubahan arah reaksi
- C. Endoterm karena nilai  $\Delta H$  berubah sesuai dengan perubahan arah reaksi
- D. Endoterm karena nilai  $\Delta H$  akan tetap meski arah reaksi berubah
- E. Endoterm karena nilai  $\Delta H$  akan tetap meski arah reaksi maupun angka koefisien berubah



### Kunci Jawaban

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban di bawah ini, kemudian lakukan sesuai instruksi pada pedoman penskoran!

Kunci Jawaban	
Nomor	Opsi Jawaban
1	E
2	A
3	E
4	D
5	E
6	B
7	D
8	A
9	B
10	C

#### Pedoman Penskoran

Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100%	= baik sekali
80 - 89%	= baik
70 - 79%	= cukup
< 70%	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## DAFTAR PUSTAKA

<https://manyogya1.sch.id/berita/2018/233/0/Api-Unggun-Menjadi-Puncak-Acara-Kemah-Bhakti-MAN-1-Yogyakarta.html> [diakses pada 17 September 2020]

Sudarmo, Unggul & Mitayani, Nanik, 2014, *Kimia untuk SMA /MA kelas XI*, Jakarta, Airlangga

Sudiono, Sri & Juari Santosa, Sri dan Pranowo, Deni, 2007, *Kimia Kelas XI untuk SMA dan MA*, Jakarta, Intan Pariwara