



UKBM

4

## KONSEP PERUBAHAN ENTALPI ( $\Delta H$ )

### IDENTITAS UKBM

Mata Pelajaran : KIMIA  
 Semester : 3 (TIGA)  
 Kompetensi Dasar : 3.4 dan 4.4

#### Indikator Pencapaian Kompetensi:

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.4 Menjelaskan konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia.	3.4.1 Menjelaskan hukum kekekalan energi. 3.4.2 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan. 3.4.3 Menjelaskan entalpi dan perubahan entalpi suatu reaksi kimia. 3.4.4 Membedakan reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan diagram tingkat energi. 3.4.5 Menuliskan persamaan termokimia. 3.4.6 Menjelaskan berbagai entalpi reaksi standar. 3.4.7 Menghitung $\Delta H$ pada persamaan termokimia.
4.4 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.	4.4.1 Merancang percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm. 4.4.2 Melakukan percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm. 4.4.3 Menganalisis data hasil percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm. 4.4.4 Menyajikan hasil analisis data percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm. 4.4.5 Mengemukakan kesimpulan hasil analisis data percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm.

**Materi Pokok** : Termokimia  
**Alokasi Waktu** : 4 JP x 1 (4 x 45 menit)

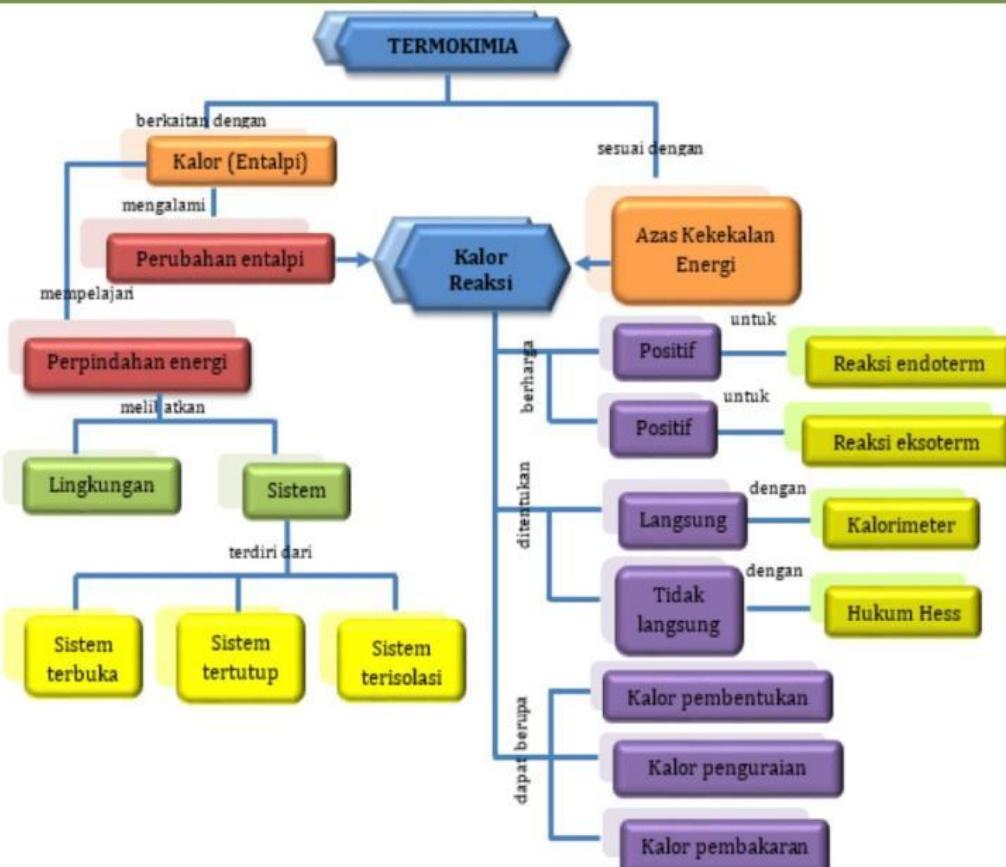
### Tujuan Pembelajaran :

Melalui pembelajaran discovery learning peserta didik dapat menjelaskan tentang hukum kekekalan energi, sistem dan lingkungan, reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan hasil percobaan, menjelaskan tentang reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan diagram tingkat energi, kalor reaksi, persamaan termokimia, dan macam-macam entalpi reaksi standar sehingga peserta didik dapat mengembangkan sikap jujur, peduli, dan bertanggungjawab, serta dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi, berkreasi (**tuntutan abad 21:4C**).

### Materi Pembelajaran :

- |              |   |
|--------------|---|
| Faktual      | : <ul style="list-style-type: none"><li>• Tubuh kita memiliki energi dari makanan dan mengeluarkan energi saat beraktivitas</li><li>• Reaksi eksoterm dan endoterm terdapat dalam kehidupan sehari-hari</li></ul>   |
| Konseptual   | : <ul style="list-style-type: none"><li>• Hukum kekekalan energi</li><li>• Sistem dan lingkungan</li><li>• Reaksi eksoterm dan endoterm</li><li>• Perubahan entalpi (<math>\Delta H</math>)</li><li>• Persamaan Termokimia</li><li>• Perubahan entalpi reaksi standar (<math>\Delta H^\circ</math>)</li></ul> |
| Prosedural   | : <ul style="list-style-type: none"><li>• Langkah-langkah menuliskan persamaan termokimia</li></ul>   |
| Metakognitif | : <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Menerapkan konsep reaksi eksoterm dan endoterm dalam menuliskan persamaan termokimia</li></ul>  |

### Peta Konsep



## PETUNJUK UMUM PENGGUNAAN UKBM

1. Baca dan pahami BTP (Buku Teks Pembelajaran) lihat Sudarmo, Unggul. 2016. *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Surakarta: Erlangga, hal 41 sd 55.
2. Setelah memahami isi materi, berlatihlah memperluas pengalaman belajar melalui tugas-tugas atau kegiatan-kegiatan belajar 1, 2, 3, dan 4, baik yang harus kalian kerjakan sendiri maupun bersama teman sebangku atau teman lainnya sesuai instruksi guru.
3. Kerjakan tugas-tugas di buku kerja yang sudah kalian siapkan sebelumnya.
4. Apabila kalian yakin sudah paham dan mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam kegiatan belajar 1, 2, 3, dan 4, kalian boleh sendiri atau mengajak teman lain yang sudah siap untuk mengikuti tes formatif agar kalian dapat belajar ke UKBM berikutnya (jika belum memenuhi KKM kalian harus mempelajari ulang materi ini kemudian minta tes lagi sampai memenuhi KKM).
5. Jangan lupa melalui pembelajaran ini kalian harus bisa mengembangkan sikap sosial seperti sabar, tekun, jujur, peduli, dan bertanggungjawab; kecakapan hidup abad 21 seperti berpikir kritis, berkreasi, berkolaborasi, dan berkomunikasi; serta mampu mengakses, memahami dan menggunakan informasi secara cerdas sebagai bentuk konkret dari literasi.

## PROSES BELAJAR

### Pendahuluan

Sebelum belajar pada materi ini, silahkan kalian membaca dan memahami penjelasan di bawah ini!



Apa yang dapat Anda amati pada termometer ketika anda demam? Apa yang Anda rasakan ketika Anda menyentuh air panas? Apa yang anda rasakan ketika Anda memegang es balok? Semua pertanyaan ini terkait dengan perpindahan panas.

Panas reaksi pada tekanan tetap dinyatakan sebagai **entalpi**. Bagaimana perpindahan panas terjadi dalam reaksi kimia?

Setelah mempelajari minyak bumi, kita jadi tahu bahwa minyak bumi ternyata dapat dijadikan bahan bakar yang digunakan sebagai sumber energi. Bahan bakar apa yang digunakan kompor gas untuk memasak air? Pembakaran bahan bakar tersebut menghasilkan panas/kalor. Kalor mengalir dari sistem ke lingkungan. Apakah yang dimaksud sistem dan lingkungan? Apakah reaksi eksotermik?

Untuk dapat menyelesaikan pertanyaan tersebut, silahkan kalian lanjutkan ke kegiatan belajar berikut dan ikuti petunjuk yang ada dalam UKBM ini.

## Kegiatan Belajar

Jika kalian sudah memahami apa yang harus kalian lakukan dalam pembelajaran ini, selanjutnya ikuti kegiatan belajar berikut dengan penuh kesabaran, tekun, dan kalian juga berlatih mengerti kompetensi apa yang harus kalian kuasai pada kegiatan belajar ini.

### Kegiatan Inti

### Kegiatan Belajar 1

## TERMOKIMIA

Sebelum melakukan kegiatan belajar 1, perhatikan dan amati gambar di bawah ini!



Tablet mudah larut (*effervescent*) larut dalam air dan menyebabkan air dan gelas menjadi dingin. Suatu reaksi endotermik yang kita kenal dan kita manfaatkan. Apa reaksi endoterm itu? Dan bagaimana sesungguhnya yang terjadi dalam peristiwa ini?

### Definisi

**Termokimia** adalah bagian dari ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara kalor (energi panas) dengan reaksi kimia atau proses-proses yang berhubungan dengan reaksi kimia

### Hukum Kekekalan Energi

Pada pertengahan abad ke-18, seorang ilmuwan Inggris bernama James Prescott Joule melakukan pengukuran panas dari berbagai proses, yang kemudian menghasilkan hukum kekekalan energi yaitu :

1. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan.
2. Satu energi hanya dapat berubah bentuk menjadi bentuk-bentuk energi lain.

### Entalpi (H) dan Perubahan Entalpi ( $\Delta H$ )

- ❖ **Entalpi** yang diberi simbol H, berasal dari bahasa Yunani, berarti kandungan energi pada suatu benda atau materi.
- ❖ Entalpi suatu zat tidak berubah selama tidak ada energi yang masuk atau keluar. Biasanya entalpi tidak dapat ditentukan, tetapi hanya perubahannya ( $\Delta H$ ) yang dapat ditentukan.
- ❖ Perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) adalah perubahan kalor yang terjadi dalam suatu reaksi kimia pada tekanan tetap. Dapat dinyatakan dengan :

$$\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$$

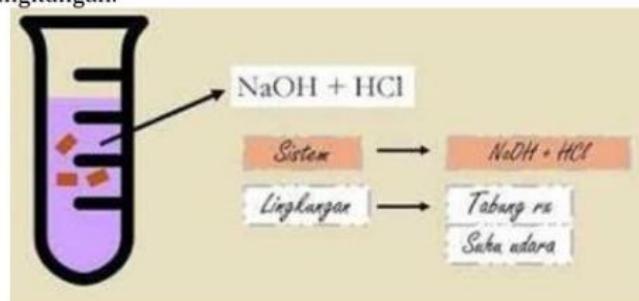
Dimana semuanya terdapat dalam satuan J (Joule) atau kilo Joule (kJ), atau kal (kalori).

### Sistem dan Lingkungan

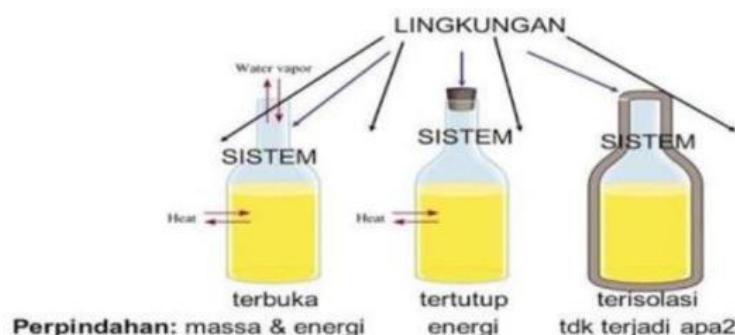
Di dalam termokimia terdapat istilah sistem dan lingkungan. **Sistem** dapat diartikan sebagai reaksi atau proses yang sedang menjadi pusat perhatian, sedangkan **lingkungan** merupakan segala sesuatu yang berada di sekitar sistem atau semua hal diluar sistem.

Contoh:

Bila kita melakukan percobaan mencampurkan dua larutan seperti HCl dan NaOH dalam tabung reaksi, maka campuran larutan tersebut adalah sistem yang kita amati. Semetrara tabung reaksi dan udara disekitarnya adalah lingkungan.



Ada 3 jenis sistem berdasarkan perpindahan materi dan energinya, yaitu :



#### 1. Sistem terbuka

Sistem terbuka adalah sistem yang memungkinkan terjadinya perpindahan energi dan materi ke lingkungan.

Contoh : air panas dalam gelas terbuka

#### 2. Sistem tertutup

Sistem tertutup adalah sistem yang hanya memungkinkan terjadinya perpindahan energi ke lingkungan.

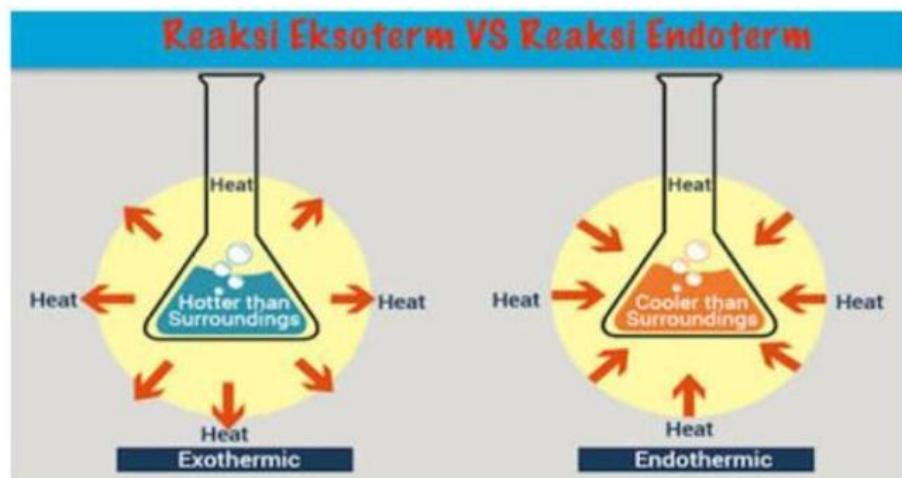
Contoh : air panas dalam gelas tertutup

#### 3. Sistem terisolasi

Sistem terisolasi adalah sistem yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan kalor maupun materi dari sistem ke lingkungan.

Contoh: air dalam termos yang tetap panas walaupun sudah didiamkan lama.

## Reaksi Eksoterm dan Endoterm



### 1. Reaksi eksoterm

Reaksi Eksoterm adalah peristiwa jika reaksi melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan. Entalpi produk akan lebih rendah dari entalpi reaktan, karena energi pada sistem berkurang. Ciri lain, suhu disekitar atau suhu lingkungan akan menjadi lebih panas daripada suhu awal ( $\Delta T > 0$  (positif)).

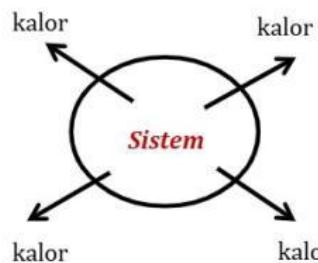
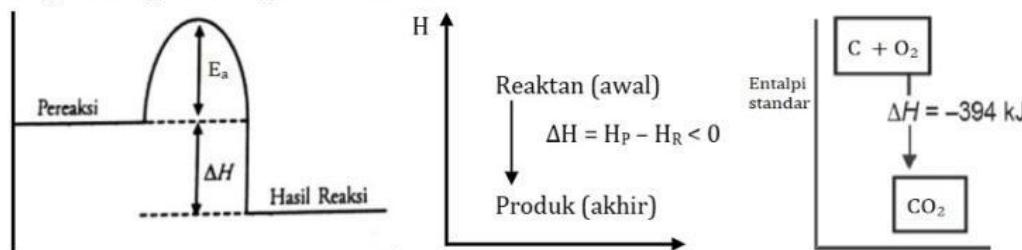


Diagram tingkat energi reaksi Eksoterm:



Beberapa contoh reaksi eksoterm dalam kehidupan sehari hari :

- Reaksi pembakaran (reaksi oksidasi)  
 $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2(g) \rightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H = -104 \text{ kJ/mol}$
- Reaksi netralisasi asam basa  
 $\text{NaOH}(aq) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H^\circ = -890,4 \text{ kJ}$
- Reaksi Korosi  
 $4\text{Fe}(s) + 3\text{O}_2(g) + 12\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(s)$

### ❖ Reaksi endoterm

Reaksi endoterm adalah peristiwa jika reaksi melepaskan kalor dari lingkungan ke sistem. Entalpi produk akan lebih besar dibandingkan dengan entalpi reaktan, karena energi pada sistem bertambah. Ciri lain, suhu disekitar atau lingkungan akan menjadi lebih dingin daripada suhu awal ( $\Delta T < 0$  (negatif)).

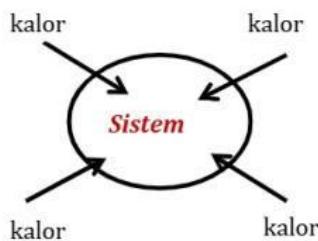
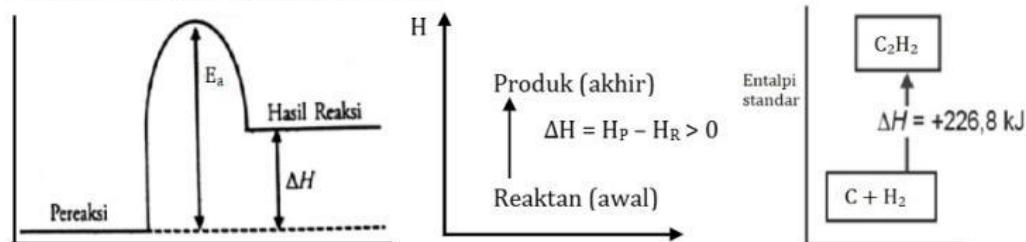
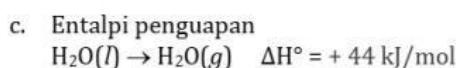
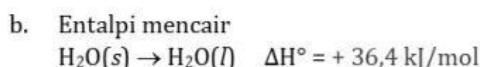
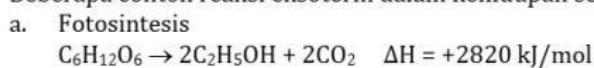


Diagram tingkat energi reaksi Endoterm:

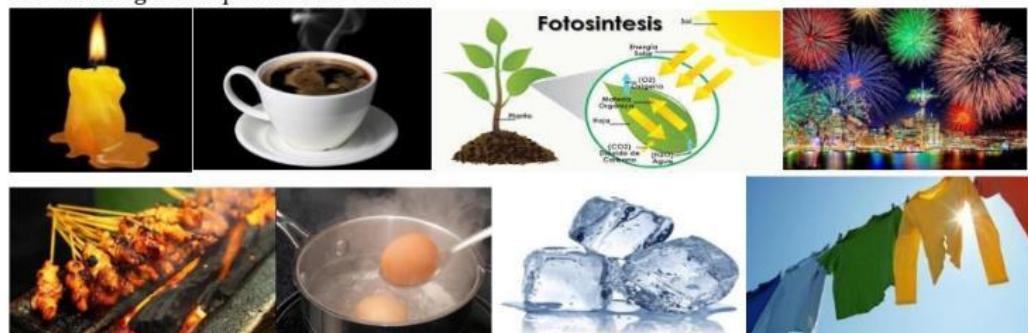


Beberapa contoh reaksi eksoterm dalam kehidupan sehari hari :



Tahukah kamu peristiwa apa saja yang merupakan reaksi eksoterm dan endoterm?

Perhatikan gambar peristiwa berikut:



Isilah tabel dibawah ini dengan menuliskan nama peristiwa, reaksi serta alasannya!  
 Isilah tabel dibawah ini dengan menuliskan nama peristiwa, reaksi serta alasannya!

Nama Peristiwa	Eksoterm/Endoterm	Alasan

Diskusikan dengan anggota kelompokmu untuk menjawab pertanyaan diatas, kemudian ajukan pertanyaan kepada guru jika masih ada yang belum dipahami dari hasil diskusi!

**Sekarang, apakah kalian sudah paham dengan materi di kegiatan belajar 1? Kalau sudah kerjakan TUGAS 1. Ingat, kembangkan sikap jujur dan tanggung jawab.**



### TUGAS 1

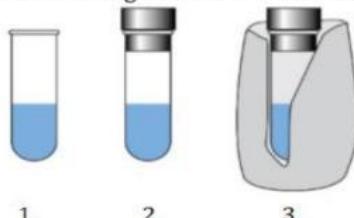
1. Jelaskan hukum kekekalan energi!

.....  
.....

2. Jelaskan yang dimaksud sistem dan lingkungan!

.....  
.....

3. Perhatikan gambar di bawah ini !

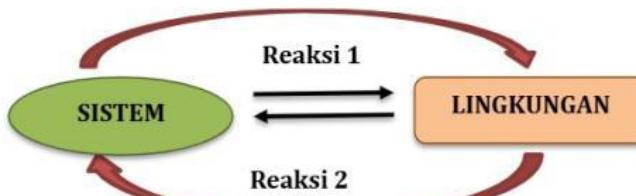


1                    2                    3

Dari gambar tersebut, tentukan yang mana sistem tertutup, terisolasi dan terbuka? Berikan alasannya mengapa kalian memilih jawaban tersebut!

.....  
.....  
.....

4. Perhatikan gambar ilustrasi perpindahan energi berikut!



- a. Disebut apakah reaksi 1? Jelaskan pengertiannya menurut gambar ilustrasi di atas!

.....  
.....  
.....

- b. Disebut apakah reaksi 2? Jelaskan pengertiannya menurut gambar ilustrasi di atas!

.....  
.....  
.....

5. Di dalam gelas kimia direaksikan amonium klorida padat dengan barium hidroksida padat sehingga dihasilkan barium klorida, air, dan gas amonia. Pada reaksi tersebut ternyata suhu sistem turun dari  $25^{\circ}\text{C}$  menjadi  $12^{\circ}\text{C}$ . Dari fakta tersebut:

- a. Tunjukkan manakah yang menjadi sistem dan lingkungannya!

.....  
.....  
.....

- b. Tentukan apakah reaksi tersebut termasuk reaksi endoterm atau eksoterm!

.....  
.....  
.....

- c. Buatlah diagram tingkat energinya!

Diagram tingkat energi reaksi eksoterm	Diagram tingkat energi reaksi endoterm
--	--

6. Tentukan reaksi-reaksi berikut termasuk reaksi eksoterm atau endoterm :

- a.  $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$   $\Delta H = -296,83 \text{ kJ}$   
b.  $PCl_3(g) \rightarrow P(s) + \frac{3}{2} Cl_2(g)$   $\Delta H = + 228 \text{ kJ}$

Bagaimana, apakah kalian sudah bisa mengerjakan tugas 1 dengan baik ? Jika sudah, mintalah kepada guru untuk memeriksa tugas kalian. Sekarang kalian lanjutkan ke kegiatan belajar 2.

## Kegiatan Belajar 2

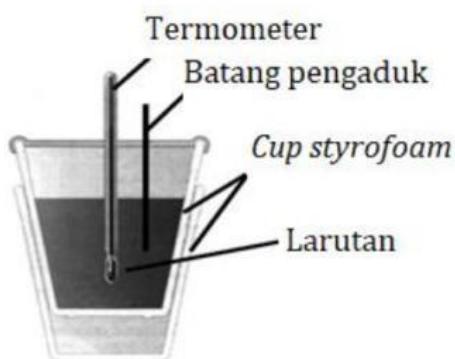
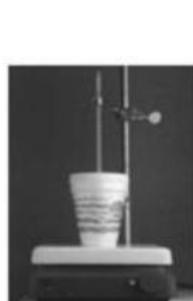
Pada kegiatan 2 ini kalian akan melakukan eksperimen secara berkelompok untuk membuktikan reaksi eksoterm dan endoterm. Perhatikan dan laksanakan dengan baik petunjuk dari pembimbing praktikum dan taati tata tertib di laboratorium kimia tempat kalian melakukan eksperimen.



Mari Bereksperimen

### Tujuan Eksperimen

- ✓ Mengidentifikasi reaksi eksoterm dan reaksi endoterm
- ✓ Menganalisa penyebab terjadinya perubahan temperatur pada reaksi eksoterm dan endoterm
- ✓ Membedakan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm berdasarkan hasil percobaan.



Sumber: Chemistry The Molecular Science, 1997

Gambar. Rangkaian Alat Kalorimeter Sederhana

Alat dan Bahan	
<b>Alat</b>	
✓ Cup styrofoam ukuran 350 mL	1 buah
✓ Sumbat styrofoam	1 buah
✓ Gelas ukur 200 mL atau cup takaran obat sirup 10 mL	1 buah
✓ Termometer manual/digital	1 buah
✓ Timbangan digital	1 buah
✓ Sumpit kayu/stainless	1 buah
<b>Bahan</b>	
✓ Cuka atau asam asetat	50 mL
✓ Soda Kue	10 gram
✓ Detergent	30 gram
✓ Air mineral cup	240 mL

### Cara Kerja Praktikum



### Data Hasil Eksperimen

Tabel 1.4 Data Pengamatan Temperatur (Kuantitatif)

Eksperimen	Zat	Suhu awal	Direaksikan dengan	Suhu setelah direaksikan
1	Cuka		Soda kue	
2	Air Mineral		Detergent	

Tabel 1.5 Data Pengamatan Kualitatif

Eksperimen	Zat	Direaksikan dengan	Perubahan yang terjadi (warna, gas dll)
1	Cuka	Soda kue	
2	Air Mineral	Detergent	

Setelah data di isi sesuai dengan hasil eksperimen, kerjakan soal-soal di bawah ini !

1. Sebutkan sistem dan lingkungan dari eksperimen di atas!
2. Sebutkan variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol
3. Apakah reaksi eksoterm dan reaksi endoterm ?
4. Bagaimana perubahan temperatur pada reaksi eksoterm dan reaksi endoterm?
5. Mengapa terjadi perubahan temperatur ?
6. Bagaimana perubahan kalor pada reaksi eksoterm dan reaksi endoterm dan bagaimana tanda  $\Delta H$  untuk kedua reaksi tersebut?
7. Jelaskan karakteristik reaksi eksoterm dan endoterm !

**Sekarang, apakah kalian sudah paham dengan materi di kegiatan belajar 2? Kalau sudah kerjakan TUGAS 2. Ingat, kembangkan sikap jujur dan tanggung jawab.**



### TUGAS 2

Buatlah laporan berdasarkan eksperimen di atas!

**Bagaimana, apakah kalian sudah bisa mengerjakan tugas 2 dengan baik ? Jika sudah, mintalah kepada guru untuk memeriksa tugas kalian. Sekarang kalian lanjutkan ke kegiatan belajar 3.**

### Kegiatan Belajar 3

## Persamaan Termokimia

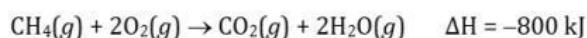
Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang mengikutsertakan perubahan entalpinya. Persamaan termokimia berbeda dengan persamaan stoikiometri. Koefisien pada persamaan stoikiometri berfungsi sebagai angka perbandingan jumlah mol, sedangkan pada persamaan termokimia perbandingan jumlah mol, menyatakan jumlah mol yang bereaksi.

#### Syarat penulisan persamaan termokimia :

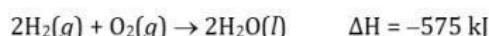
- ❖ Penulisan  $\Delta H^0$  ditulis di sebelah kanan persamaan termokimia.
- ❖ Harus menyertakan wujud/ fase dari setiap zat yang terlibat
- ❖ Bersifat ekstensif, artinya sifat bergantung pada jumlah atau koefisien reaksi.
- ❖ Jika persamaan reaksi di kali  $y$ , maka  $\Delta H$  ikut dikali  $y$
- ❖ Jika persamaan reaksi dibagi sebesar  $a$ , maka  $\Delta H$  ikut dibagi sebesar  $a$
- ❖ Jika persamaan reaksinya dibalik (mengubah letak reaktan dengan produknya) maka nilai  $\Delta H$  tetap sama tetapi tandanya berlawanan (positif menjadi negatif dan sebaliknya)
- ❖ Jika reaksi dijumlahkan, maka  $\Delta H$  ikut dijumlahkan

#### Contoh (menunjukkan jumlah mol reaksi hubungannya dengan nilai $\Delta H^0$ ) :

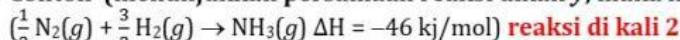
- ❖ Pada pembakaran 1 mol gas metana ( $CH_4$ ) dibebaskan kalor sebesar 800 kJ. Persamaan termokimianya dapat dituliskan sebagai berikut.



- ❖ Pada reaksi 2 mol gas hidrogen ( $H_2$ ) dengan 1 mol gas oksigen ( $O_2$ ) menghasilkan 2 mol air dan membebaskan kalor sebesar 575 kJ. Persamaan termokimianya adalah :

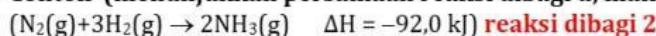


**Contoh (menunjukkan persamaan reaksi dikali y, maka nilai  $\Delta H^\circ$  juga dikali y) :**

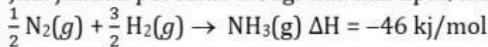


Jika jumlah pereaksi dinaikkan dua kali lipat, kalor reaksi yang dihasilkan juga dua kali dari semula.  
 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \Delta H = -92,0 \text{ kJ}$

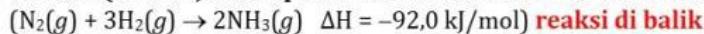
**Contoh (menunjukkan persamaan reaksi dibagi a, maka nilai  $\Delta H^\circ$  juga dikali a) :**



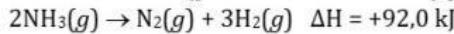
Jika jumlah pereaksi dibagi dua kali lipat, kalor reaksi yang dihasilkan juga satu kali dari semula.



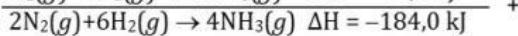
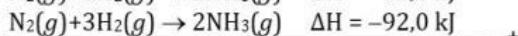
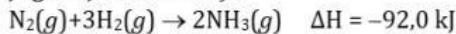
**Contoh (menunjukkan persamaan reaksi dibalik, maka harga  $\Delta H^\circ$  berubah tanda) :**



Sintesis amonia (pembentukan amonia) pada contoh jika dibalik menjadi reaksi penguraian amonia.



**Contoh (menunjukkan persamaan reaksi dijumlahkan, maka harga pada ruas yang sama  $\Delta H^\circ$  juga dijumlahkan) :**



### Jenis-jenis Entalpi Standar

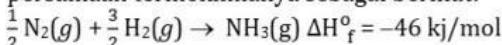
Perubahan entalpi standar ( $\Delta H^\circ$ ) adalah perubahan entalpi reaksi yang diukur pada kondisi standar, yaitu pada suhu 298 K dan tekanan 1 atm. Berikut ini beberapa jenis perubahan entalpi standar:

#### 1. Entalpi Pembentukan Standar ( $\Delta H_f^\circ = \text{Standar Enthalpy of Formation}$ )

Perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) yaitu perubahan entalpi yang diperlukan atau dilepaskan pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya pada suhu dan keadaan standar.

Contoh :

Entalpi pembentukan standar 1 mol amonia ( $\text{NH}_3$ ) membebaskan kalor sebesar 46 kJ/mol, persamaan termokimianya sebagai berikut:

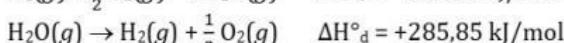
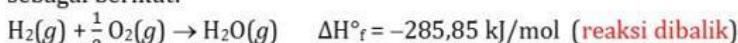


#### 2. Entalpi Peruraian Standar : ( $\Delta H_d^\circ = \text{Standard Enthalpy of Dissociation}$ )

Perubahan entalpi penguraian standar yaitu perubahan entalpi yang diperlukan atau dilepaskan pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar. Reaksi peruraian merupakan kebalikan dari reaksi pembentukan. Nilai entalpi peruraian sama dengan entalpi pembentuknya, tetapi tandanya berlawanan.

Contoh :

Jika  $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -285,85 \text{ kJ/mol}$  maka  $\Delta H_d^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = +285,85 \text{ kJ/mol}$ . Persamaan termokimianya sebagai berikut:

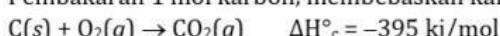


#### 3. Entalpi Pembakaran Standar : ( $\Delta H_c^\circ = \text{Standard Enthalpy of Combustion}$ )

Perubahan entalpi pembakaran standar yaitu perubahan entalpi yang diperlukan dan dilepaskan pada pembakaran sempurna 1 mol zat pada keadaan standar.

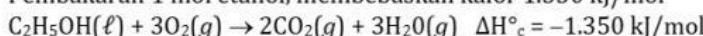
Contoh:

❖ Pembakaran 1 mol karbon, membebaskan kalor 395 kJ/mol



Reaksi di atas bisa juga disebut pembentukan 1 mol  $\text{CO}_2$  dari unsur-unsurnya dengan membebaskan kalor 395 kJ/mol

❖ Pembakaran 1 mol etanoi, membebaskan kalor 1.350 kJ/mol



#### 4. Perubahan Entalpi Peleburan Standar ( $\Delta H^\circ_{\text{fus}}$ )

Perubahan entalpi peleburan standar yaitu perubahan entalpi yang diperlukan atau dilepaskan pada saat 1 mol zat fase padat berubah menjadi fase cair pada keadaan standar.

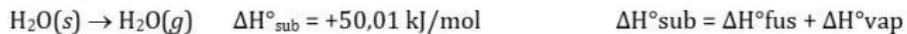
Contoh:



#### 5. Perubahan Entalpi Sublimasi Standar ( $\Delta H^\circ_{\text{sub}}$ )

Perubahan entalpi sublimasi standar yaitu perubahan entalpi yang diperlukan atau dilepaskan pada saat 1 mol zat fase padat berubah menjadi fase gas pada keadaan standar.

Contoh:



#### 6. Perubahan Entalpi Pelarutan Standar ( $\Delta H^\circ_{\text{sol}}$ )

Perubahan entalpi pelarutan standar yaitu perubahan entalpi yang diperlukan atau dilepaskan ketika 1 mol zat molarut dalam suatu pelarut pada keadaan standar.

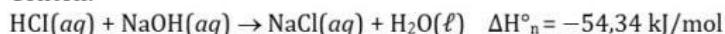
Contoh:



#### 7. Perubahan Entalpi Penetralan Standar ( $\Delta H^\circ_{\text{n}}$ )

Perubahan entalpi penetralan standar yaitu perubahan entalpi yang diperlukan atau dilepaskan ketika asam kuat dan basa kuat habis bereaksi dan membentuk 1 mol air pada keadaan standar.

Contoh:



**Sekarang, apakah kalian sudah paham dengan materi di kegiatan belajar 3? Kalau sudah kerjakan TUGAS 3. Ingat, kembangkan sikap jujur dan tanggung jawab.**



### TUGAS 3

1. Tuliskan Persamaan Termokimia:
  - a. 1 mol logam Ca + 1 mol gas oksigen + 1 mol gas hidrogen membentuk 1 mol padatan Kalsium hidroksida melepaskan kalor sebesar  $197 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - b. Penguraian 1 mol kalsium hidrida menjadi 1 mol logam kalsium dan 1 mol gas hidrogen membutuhkan kalor  $189 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - c. Reaksi pembakaran 1 mol padatan karbon dengan 1 mol gas oksigen menghasilkan 1 mol gas karbodioksida melepaskan kalor sebesar  $393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
2. Pada pembentukan 22 gram  $\text{C}_3\text{H}_8$  ( $\text{Ar C} = 12, \text{H} = 1$ ) dibebaskan kalor sebesar 75 kJ. Tuliskan persamaan termokimia pembentukan  $\text{C}_3\text{H}_8$ !
3. Pada pembentukan 96 gram  $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_3$  ( $\text{Ar Al} = 27, \text{N} = 14, \text{O} = 16$ ) dibebaskan kalor sebesar 120 kJ.
  - a. Tentukan besarnya  $\Delta H^\circ_f \text{ Al}_2(\text{NO}_3)_3$ !
  - b. Tuliskan persamaan termokimia pembentukan  $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_3$ !
4. Pada reaksi pembakaran gas propana:  
$$2 \text{C}_3\text{H}_8(g) + 10 \text{O}_2(g) \rightarrow 6 \text{CO}_2(g) + 8 \text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H = -2.400 \text{ kJ}$$
  - a. tentukan besarnya  $\Delta H^\circ_c$
  - b. berapa kJ kalor yang dihasilkan pada pembakaran 89,6 liter (STP) gas propana
5. Penguraian 11,2 L gas HCl (STP) diperlukan kalor 18,2 kJ. Tentukan termokimia penguraian HCl dalam keadaan standar!

**Bagaimana, apakah kalian sudah bisa mengerjakan tugas 3 dengan baik ? Jika sudah, mintalah kepada guru untuk memeriksa tugas kalian.**

## YUK cek pengusaanmu terhadap materi Konsep Perubahan Entalpi ( $\Delta H$ )

### Latihan Soal Persiapan Ulangan

Kerjakan soal-soal latihan berikut untuk mengetahui tingkat pemahaman kalian tentang materi yang telah kalian pelajari!

1. Berikut merupakan contoh reaksi endoterm dalam kehidupan sehari-hari adalah ....
  - A. es mencair
  - B. pembakaran kertas
  - C. reaksi asam dan basa
  - D. respirasi
  - E. campuran batu kapur dengan asam cuka
2. Perhatikan contoh berikut adalah ....
  - 1) Kayu di bakar
  - 2) Fotosintesis
  - 3) Respirasi
  - 4) Dekomposisi termal
  - 5)  $H_2SO_4 + KOH$

Yang termasuk dalam kelompok reaksi **eksoterm** adalah ....

  - A. 1 dan 2
  - B. 2 dan 3
  - C. 3 dan 4
  - D. 3 dan 5
  - E. 4 dan 5
3. Apabila asam klorida dicampur dengan larutan NaOH dalam *beaker glass* tanpa tutup apapun, maka sistem tersebut termasuk dalam ....
  - A. sistem terbuka
  - B. sistem tertutup
  - C. sistem tersekat
  - D. sistem terisolasi
  - E. sistem bebas
4. Reaksi antara CaO dan H<sub>2</sub>O tergolong reaksi eksoterm.  $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$ , karena ....
  - A. sistem membebaskan kalor
  - B. suhu air turun
  - C. suhu air naik
  - D. sistem menerima kalor
  - E. lingkungan melepaskan kalor
5. Reaksi yang termasuk perubahan entalpi pembakaran di bawah ini adalah ....
  - A.  $CO_2(g) \rightarrow C(s) + O_2(g)$
  - B.  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
  - C.  $2C(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$
  - D.  $H_2O(g) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g)$
  - E.  $Na(s) + \frac{1}{2} Cl_2(g) \rightarrow NaCl(s)$
6. Pernyataan yang tepat tentang kalor pembentukan standar adalah ....
  - A. kalor yang dilepaskan atau di serap apabila 1 mol senyawa terurai menjadi unsur-unsurnya
  - B. kalor yang dilepaskan atau diserap pada pembakaran 1 mol senyawa dalam kondisi standar
  - C. kalor yang dilepaskan atau diserap apabila 1 mol senyawa dalam bentuknya yang paling stabil terurai menjadi unsur-unsurnya
  - D. kalor yang dilepaskan atau diserap apabila 1 mol senyawa dibentuk dari unsur-unsurnya pada kondisi standar
  - E. kalor yang dilepaskan apabila 1 mol senyawa terurai menjadi unsur-unsurnya.

7. Pernyataan tidak tepat dari reaksi pembakaran bensin di bawah ini :  
 $C_8H_{18}(l) + 8\frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow 8CO(g) + 9H_2O(g) \Delta H = 2.924 \text{ kJ/mol}$ , adalah ....
- merupakan reaksi eksoterm
  - merupakan pembakaran tidak sempurna
  - menghasilkan gas beracun
  - melepaskan energi atau kalor ke lingkungan
  - merupakan reaksi penguraian  $C_8H_{18}$
8. Jika gas karbon di reaksikan dan gas oksigen akan dihasilkan gas karbondioksida. Bila reaksi tersebut melepaskan kalor sebanyak 150 kJ, maka diagram energi yang benar di bawah ini adalah ....
- $$\begin{array}{c}
 C + O_2 \\
 \downarrow \\
 CO_2 \\
 \hline
 \Delta H = -150 \text{ kJ}
 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c}
 C + O_2 \\
 \uparrow \\
 CO_2 \\
 \hline
 \Delta H = -150 \text{ kJ}
 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c}
 C + O_2 \\
 \downarrow \\
 CO_2 \\
 \hline
 \Delta H = +150 \text{ kJ}
 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c}
 C + O_2 \\
 \uparrow \\
 CO_2 \\
 \hline
 \Delta H = +150 \text{ kJ}
 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c}
 CO_2 \\
 \downarrow \\
 C + O_2 \\
 \hline
 \Delta H = +150 \text{ kJ}
 \end{array}$$
9. Reaksi :  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \Delta H = -572 \text{ kJ}$ .  
 Persamaan reaksi diatas berarti ....
- reaksi pembentukan 1 mol air diperlukan kalor 286 kJ
  - reaksi pembentukan 2 mol air diperlukan kalor 286 kJ
  - reaksi pembakaran 1 mol hidrogen dilepaskan kalor 572 kJ
  - reaksi pembentukan uap air adalah -286 kJ
  - reaksi pembentukan 2 mol air dilepaskan kalor 572 kJ
10. Diketahui reaksi :  $4C(s) + 6H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2C_2H_5OH(l) \Delta H = -13,28 \text{ kkal/mol}$ . Berapa kalor reaksi pada pembentukan 9,2 gram  $C_2H_5OH$  ( Ar C=12; H=1; O=16 ) ? adalah ....
- + 66,4 kkal
  - + 2,656 kkal
  - 1,328 kkal
  - 2,656 kkal
  - 1,328 kkal