

# TERMOKIMIA

## A. Pengertian

Termokimia adalah cabang ilmu kimia yang memperhatikan aspek suhu dalam reaksi. Dalam konsep termokimia dalam reaksi, terdapat istilah **sistem** dan **lingkungan**

- **Sistem** adalah segala bentuk proses yang menjadi pusat perhatian pengamat. Contoh: keadaan zat, reaksi, perubahan zat.
- **Lingkungan** adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem, dan membantu kerja sistem. Contoh: alat-alat, wadah, tabung reaksi, udara

## B. Reaksi Endoterm & reaksi Eksoterm

- **Reaksi eksoterm**, yaitu reaksi yang sistemnya membebaskan atau melepaskan energi, sehingga lingkungan menjadi naik temperaturnya. Contoh: reaksi pembakaran, pelarutan NaOH, reaksi Mg dengan HCL.
- **Reaksi endoterm**, yaitu reaksi yang sistemnya menyerap atau menerima energi, sehingga lingkungan menjadi turun temperaturnya. Contoh: reaksi  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , pemanasan  $\text{CuCO}_3$
- Dalam kedua reaksi, terjadi perubahan tingkat energi yang disebut **perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ )**

$$\Delta H = H_2 - H_1$$

$\Delta H$  = perubahan entalpi reaksi (J)

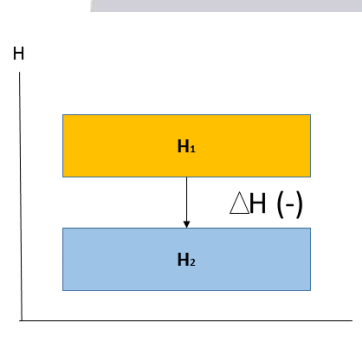
$H_2$  = energi produk (J)

$H_1$  = energi reaktan (J)

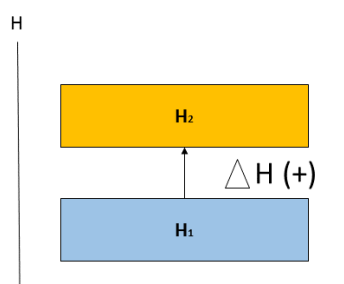
Perbedaan	Reaksi eksoterm	Reaksi endoterm
Energi (H)	Dibebaskan / dilepas sistem $H_2 < H_1$	Diserap / diterima sistem $H_2 > H_1$
Suhu lingkungan (T)	Naik/panas $T_{akhir} > T_{awal}$	Turun / dingin $T_{akhir} < T_{awal}$
$\Delta H$ reaksi	(-)	(+)

### C. Diagram tingkat energi

#### 1. Diagram tingkat energi reaksi eksoterm



#### 2. Diagram tingkat energi endoterm

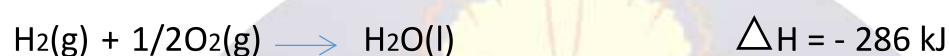


#### D. Persamaan reaksi termokimia

Persamaan reaksi kimia adalah persamaan reaksi yang dilengkapi dengan jumlah energi (perubahan entalpi) yang digunakan dalam reaksi.

Contoh:

1 mol air dibentuk dari hidrogen dan oksigen dengan membebaskan energi sebesar 286 kJ.



#### E. Entalpi standar

Entalpi standar secara umum terdiri dari

1. Entalpi pembentukan standar (formasi) ( $\Delta H_f$ )
2. Entalpi penguraian standar (disosiasi) ( $\Delta H_d$ )
3. Entalpi pembakaran standar (combustion) ( $\Delta H_c$ )

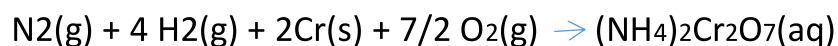
1. Entalpi pembentukan standar (formasi) ( $\Delta H_f$ )

Entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f$ ) adalah energi yang diterima atau dilepas untuk **membentuk** 1 mol zat dari unsur pembentuknya.

Contoh :

Pada pembentukan  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dalam keadaan standar, dibebaskan energi sebesar 2780,08 kJ/mol, tentukan persamaan reaksi pembentukan termokimia!

Jawab:



$$\Delta H_f = -2780,0 \text{ kJ}$$

## 2. Entalpi penguraian standar (disosiasi) ( $\Delta H_d$ )

Entalpi penguraian standar ( $\Delta H_d$ ) adalah energi yang diterima atau dilepas untuk **mengurai** 1 mol zat menjadi unsur pembentuknya.

Nilai entalpi penguraian standar berlawanan dengan nilai entalpi pembentukan standar.

Contoh

Diketahui entalpi pembentukan standar natrium klorida adalah  $-410,9 \text{ kJ}$ , buatlah persamaan reaksi penguraian termokimianya!

Jawaban:



## 3. Entalpi pembakaran standar (combustion) ( $\Delta H_c$ )

Entalpi pembakaran standar ( $\Delta H_c$ ) adalah jumlah energi yang dilepaskan untuk **membakar** 1 mol zat.

Ciri utama dari reaksi pembakaran adalah:

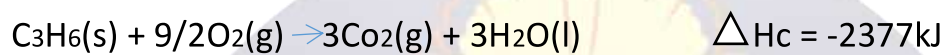
- Merupakan eksoterm
- Melibatkan oksigen ( $\text{O}_2$ ) dalam reaksinya

- Karbon terbakar menjadi CO<sub>2</sub>, hidrogen terbakar menjadi H<sub>2</sub>O, nitrogen terbakar menjadi NO<sub>2</sub>, belerang terbakar menjadi SO<sub>2</sub>

Contoh:

Tentukan persamaan termokimia reaksi pembakaran C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> jika nilai  $\Delta H_c = -2377\text{kJ}$ !

Jawaban:



#### F. Penentuan entalpi reaksi

Entalpi reaksi ditentukan dengan:

- Menggunakan kalorimetri
- Menggunakan hukum Hess (penjumlahan)
- Menggunakan data entalpi pembentukan
- Menggunakan data energi ikatan

#### G. Kalorimetri

Kalorimetri adalah cara penentuan energi kalor reaksi dengan kalorimeter

$$Q_{\text{reaksi}} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$\Delta H = \frac{-Q_{\text{reaksi}}}{\text{jumlah mol}}$$

$Q_{\text{reaksi}}$  = energi kalor reaksi (J)

$m$  = massa zat (kg)

$c$  = kalor jenis zat (J/kg°C)

$\Delta t$  = perubahan suhu (°C)

## H. Hukum Hess

Menurut hukum Hess, suatu reaksi dapat terjadi melalui beberapa tahap reaksi, dan bagaimanapun tahap atau jalan yang ditempuh tidak akan mempengaruhi entalpi reaksi

Perubahan entalpi reaksi menurut hukum Hess:

- ✧ Hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, bukan tahap yang ditempuh
- ✧ Merupakan penjumlahan entalpi reaksi dari setiap tahap

## I. Contoh soal

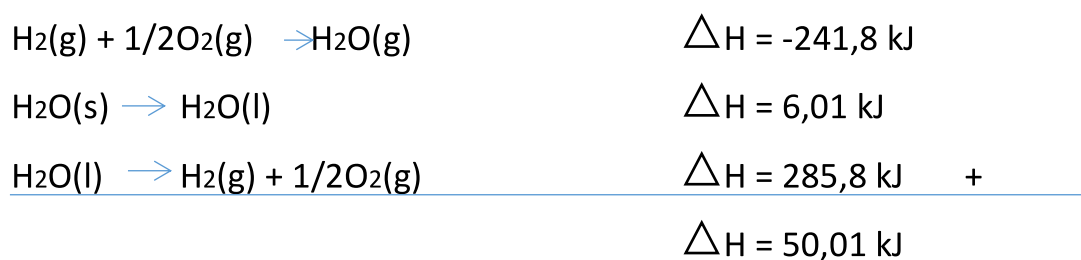
Tentukan perubahan entalpi penguapan air dari wujud padat jika diketahui reaksi-reaksi berikut:



Jawab:

Reaksi yang diinginkan :  $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

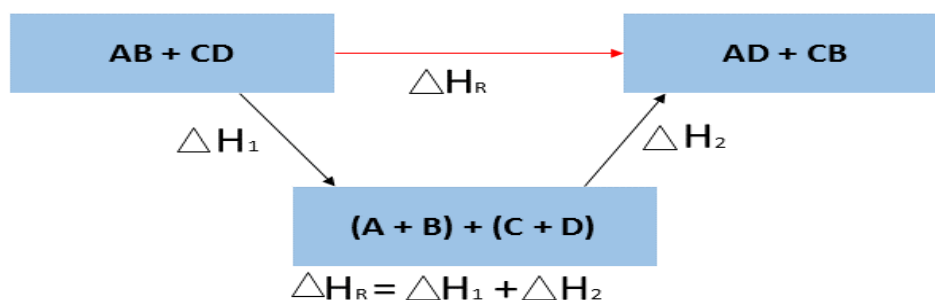
Berarti, seluruh  $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  diletakkan disebelah kiri (reaktan), dan  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  diletakkan disebelah kanan (produk), sehingga ketiga reaksi diatas menjadi:



#### J. Data entalpi pembentukan

Dari konsep hukum Hess, energi kalor suatu reaksi berarti juga dapat ditentukan dari data entalpi pembentukan reaktan dan produknya

#### Bentuk reaksi umum:



$$\Delta H_R = (\Delta H_f \text{ produk}) - (\Delta H_f \text{ reaktan})$$

#### K. Contoh soal

Tentukan entalpi reaksi berikut,  $\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq})$  jika diketahui entalpi pembentukan standar dari  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$  berturut-turut adalah  $-858,6 \text{ kJ/mol}$ ,  $-1473,3 \text{ kJ/mol}$ ,  $-909,27 \text{ kJ/mol}$ ,  $-167,1 \text{ kJ/mol}$

Jawaban:

$$\Delta H_R = (\Delta H_f \text{ produk}) - (\Delta H_f \text{ reaktan})$$

$$(\Delta H_f \text{ BaSO}_4 + 2\Delta H_f \text{ HCl}) - (\Delta H_f \text{ BaCl}_2 + \Delta H_f \text{ H}_2\text{SO}_4)$$

$$(-1473,3 - 2 \times 167,1) - (-858,6 - 909,27)$$

$$\Delta H_R = -39,63 \text{ kJ/mol}$$

#### L. Energi ikatan rata-rata

Energi ikatan rata-rata adalah energi rata-rata yang dibutuhkan untuk memutuskan 1 ikatan kovalen tertentu



- ◆ Setiap ikatan membutuhkan energi yang berbeda agar dapat terputus
- ◆ Reaksi berlangsung dalam dua tahap, yaitu memutuskan ikatan reaktan dan pembentukan ikatan produk.

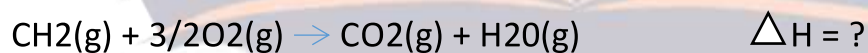
### Bentuk reaksi umum:

$$\Delta H_R = \sum E_{\text{ikatan putus}} - \sum E_{\text{ikatan terbentuk}}$$

Contoh:

Ikatan	Energi ikatan	Ikatan	Energi ikatan
C - H	413 kJ/mol	C = O	358 kJ/mol
O = O	146 kJ/mol	O - H	463 kJ/mol

Tentukan perubahan entalpi reaksi dari pembakaran CH<sub>4</sub> di bawah ini!



$$\text{E. I. putus} : (2 \times 413) + (2 \times 146) = 1045 \text{ kJ}$$

$$\text{F. L. Terbentuk} : (2 \times 358) + (2 \times 463) = 1788 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_R = -743 \text{ kJ}$$