

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 ΔE . 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 (ΔV). 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 ΔE 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, ΔH . 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:

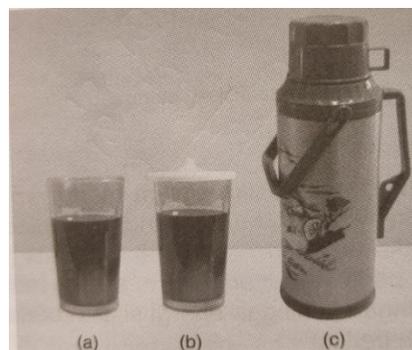
$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

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!



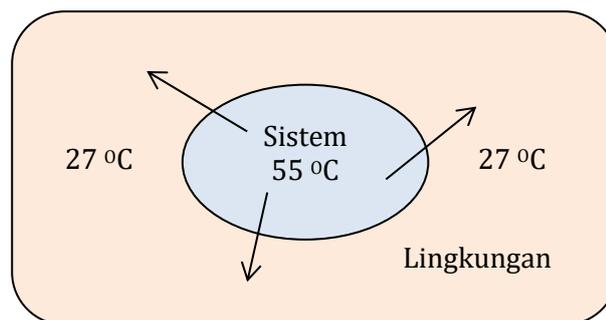
Gambar 2. Contoh Sistem terbuka (a) Sistem tertutup (b) dan sistem terisolasi (c)
(Sumber : Kimia XI Untuk SMA dan MA; Penerbit Intan Pariwara)

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 (ΔH) adalah:

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

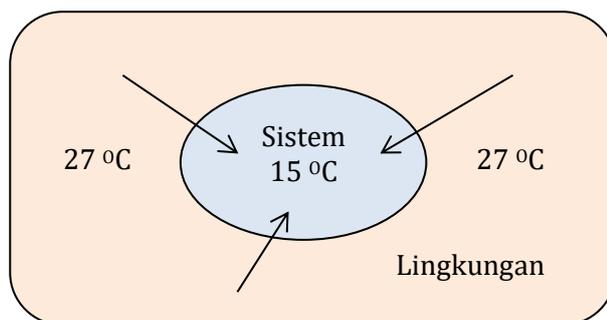
$$\Delta H = \text{kecil} - \text{besar}$$

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

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 (ΔH) 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.

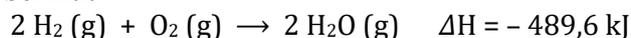
4. Persamaan Termokimia

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 (H_2O) akan disertai pelepasan energi sebesar 489,6 kJ. Tanda negatif pada nilai ΔH persamaan termokimia di atas bukan menunjukkan nilai sebenarnya, tetapi menunjukkan bahwa pada reaksi tersebut terjadi pelepasan kalor atau bersifat eksoterm.

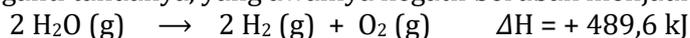
Contoh soal :

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

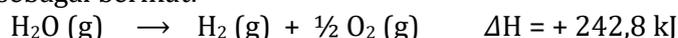


Jawab:

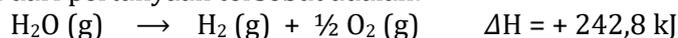
Pada soal diketahui reaksi pembentukan, padahal yang ditanyakan adalah reaksi penguraian, maka reaksinya harus berbalik arah, begitu pula dengan nilai ΔH -nya juga berganti tandanya, yang awalnya negatif berubah menjadi positif.



Pada reaksi tersebut masih merupakan penguraian 2 mol H_2O , padahal yang ditanyakan hanya penguraian 1 mol, maka reaksi serta nilai ΔH -nya juga harus disesuaikan dengan dibagi menjadi 2, sehingga menghasilkan persamaan termokimia sebagai berikut:



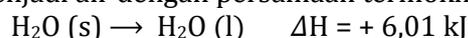
Jadi jawaban dari pertanyaan tersebut adalah:



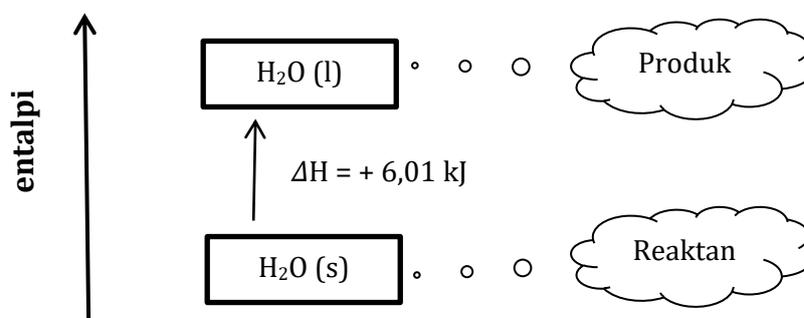
Pada persamaan termokimia, perubahan arah reaksi akan merubah pula tanda nilai perubahan entalpi (ΔH). Misalkan pada persamaan termokimia pembentukan suatu senyawa perubahan entalpinya positif, maka bila reaksi akan diubah menjadi reaksi penguraian, nilai perubahan entalpi juga berubah menjadi negatif,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

5. Diagram Tingkat Energi

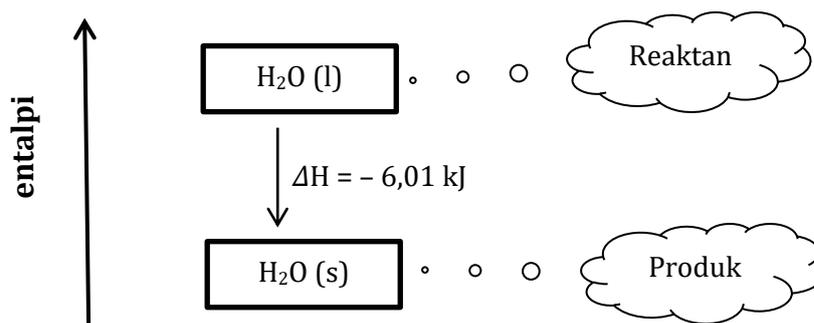
Suatu reaksi dapat pula dituliskan berupa diagram tingkat energi untuk menunjukkan nilai perubahan entalpinya. Misalkan suatu reaksi tentang proses pencairan es batu menjadi air dengan persamaan termokimia sebagai berikut:



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)₂ dengan kristal NH₄Cl menyebabkan tabung reaksi menjadi sangat dingin, menimbulkan aroma menyengat dan timbun embun di luar tabung reaksi.