

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Tujuan Pembelajaran

Peserta didik mampu membedakan jenis-jenis perubahan entalpi dan menentukan harga perubahan entalpi berdasarkan data



Jenis-Jenis Perubahan Entalpi



Jenis perubahan entalpi diukur keadaan standar yaitu pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm

Berdasarkan perubahan entalpi reaksinya, maka jenis entalpi reaksi dapat di bedakan menjadi 5 yaitu :

1. Entalpi Pembentukan Standar ΔH_f°

Jumlah kalor yang dilepaskan atau diserap pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya

2. Entalpi Penguraian Standar ΔH_d°

Jumlah kalor yang dilepaskan atau diserap pada reaksi penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya

3. Entalpi Pembakaran Standar ΔH_c°

Jumlah kalor yang dilepaskan pada reaksi pembakaram sempurna 1 mol zat.

4. Entalpi Pelarutan Standar ΔH_s°

Jumlah kalor yang dilepaskan pada reaksi pelarutan 1 mol zat

5. Entalpi Penetralkan Standar ΔH_n°

Jumlah kalor yang dilepaskan pada reaksi penetralan asam dan basa dalam membentuk 1 mol air



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penentuan Perubahan Entalpi

Penentuan nilai perubahan entalpi dapat dilakukan dengan beberapa cara, sebagai berikut :

1. Penentuan ΔH Reaksi Berdasarkan Data Perubahan Standar

Penentuan kalor reaksi menggunakan data pembentukan standar produk dan reaktannya. Dimana zat reaktan akan dianggap terurai menjadi unsur-unsurnya dan membentuk produk.

$$\Delta H_{reaksi} = \Sigma \Delta H_f^\circ \text{produk} - \Sigma \Delta H_f^\circ \text{reaktan}$$

2. Penentuan ΔH Reaksi dengan Hukum Hess

CHEMFACT

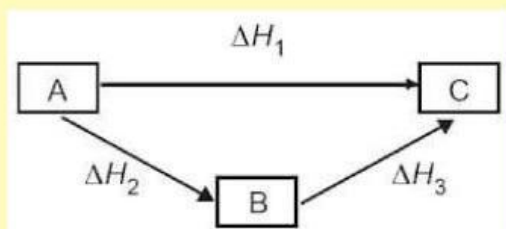


Gambar. G. Henri Hess
Sumber : Wikipedia

Pada tahun 1840, ahli Kimia yang berasal dari Rusia, bernama **Germain Henri Hess**, menyatakan :

“Apabila sebuah reaksi berlangsung dalam dua tahap reaksi atau pun lebih, maka perubahan entalpi terhadap reaksi tersebut akan bernilai sama dengan jumlah perubahan entalpi dari seluruh tahapan yang terjadi”

Hukum Hess berbunyi “ Entalpi reaksi tak tergantung pada jalannya sebuah reaksi, tetapi tergantung pada hasil akhir dari reaksi tersebut”



Gambar 8. Diagram Hukum Hess
Sumber : Gramedia.com

Berdasarkan Hukum Hess maka :

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penentuan Perubahan Entalpi

Penentuan nilai perubahan entalpi dapat dilakukan dengan beberapa cara, sebagai berikut :

3. Penentuan ΔH Reaksi Berdasarkan Energi Ikatan

Reaksi kimia selalu dianggap terjadi dalam 2 tahap, yaitu :

- pemutusan ikatan reaktan
- pembentukan ikatan produk

$$\Delta H_{reaksi} = \Sigma E_{ikatan}_{reaktan} - \Sigma E_{ikatan}_{produk}$$

4. Penentuan ΔH dengan Kalorimeter

Kalorimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besarnya kalor (panas) yang diserap atau dilepaskan dalam suatu reaksi. Kalorimeter bekerja dengan prinsip **Asas Black**.



Bunyi Asas Black :

banyaknya kalor yang dilepas oleh zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah.

Gambar 9. Kalorimeter
Sumber ruangguru.com

Pada nilai ΔH dengan kalorimeter dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan :

m = massa zat (kg)

c = kalor jenis ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$)

ΔT = T akhir reaksi - T awal reaksi

Hubungan antara perubahan entalpi dengan mol

$$Q = n \times \Delta H$$

Keterangan :

Q = kalor

n = jumlah mol

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Orientasi Masalah



Gambar 10. Arang Kayu

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*



Mari amati gambar dan baca wacana berikut!

Arang merupakan benda pada berwarna hitam yang dihasilkan dari pembakaran kayu. Di berbagai daerah di Indonesia, pembuarang arang masih dilakukan secara tradisional oleh masyarakat untuk pemanfaatan sumber daya alam sekitar. Secara tradisional, dalam pembuatan arang dilakukan dengan menyusun kayu disusun dengan rapi, ditutup dengan tanah kemudian dibakar selama beberapa jam. Proses pembuatan arang dilakukan dengan cara pirolisis, yaitu pemanasan bahan organik pada suhu tinggi (sekitar $400\text{--}600^{\circ}\text{C}$) tanpa adanya oksigen. Saat kayu dipanaskan, terjadi reaksi kimia kompleks yang melibatkan penyerapan panas untuk menguraikan senyawa organik penyusun kayu. Dalam proses ini, komponen penyusun kayu seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin akan terurai membentuk gas, cairan (ter termasuk asap cair), dan residu padat berupa arang. Arang keras yang dihasilkan berwarna hitam pekat, ringan, dan mudah terbakar.

Berdasarkan fenomena tersebut termasuk kedalam jenis perubahan entalpi apa? dan seberapa besar kalor yang dibutuhkan untuk pembuatan arang kayu? Mari kita analisis bersama-sama!



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Orientasi Masalah

Rekonstruksi Sains Asli dan Sains Ilmiah Proses Pembuatan Arang Kayu

Sains Asli	Sains Ilmiah
Kayu dibakar secara perlahan dalam lubang tanah atau tempat tertutup rumput dan seng agar tidak habis jadi abu	Kayu yang dibakar menjadi arang melalui proses pirolisis yang merupakan proses pembakaran tanpa adanya oksigen
Proses pembakaran kayu menjadi arang dilakukan secara tertutup agar api tidak melahap kayu terlalu cepat	Proses pembakaran kayu menjadi arang dilakukan tertutup untuk mengatur pasokan oksigen sehingga tidak terjadi pembakaran sempurna
Arang kayu yang bagus memiliki warna hitam pekat yang dipercaya lebih kuat dan memiliki panas yang tahan lama	Arang kayu yang memiliki warna hitam pekat artinya memiliki karbon yang tinggi dan murni sehingga kualitas yang dimiliki lebih bagus



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Orientasi Masalah

Amatilah Video Etno-TikTok mengenai Pembuatan Arang Kayu pada tautan berikut !



Organisasi Untuk Belajar

Berdasarkan bacaan dan video terkait proses pembuatan arang kayu, diskusikan bersama teman sekelompok terkait rumusan masalah yang muncul dari fenomena tersebut!

Rumusan Masalah

1. Apakah besarnya kalor (panas) dalam proses pembuatan arang kayu dapat dihitung?
2.
3.
4.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penyelidikan Kelompok

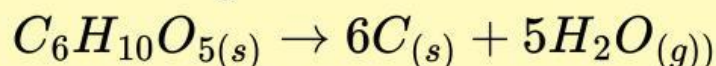


AYO BERDISKUSI

Berdiskusilah dengan teman sekelompok dan perhatikan setiap instruksi untuk memudahkan dalam penyelidikan ini!

A. Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Data Pembentukan Standar

Pembentukan arang dari kayu secara tradisional terjadi dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :



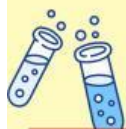
Siketahui data nilai ΔH_f° (kJ/mol)

Zat	ΔH_f°
$C_6H_{10}O_{5(s)}$	-1.273 kJ/mol
$6C_{(s)}$	0 kJ/mol
$H_2O_{(g)}$	-241,8 kJ/mol

Langkah Penyelidikan Kelompok :

1. Tuliskan rumus yang digunakan untuk menentukan ΔH !

Jawab :



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penyelidikan Kelompok



AYO BERDISKUSI

Berdiskusilah dengan teman sekelompok dan perhatikan setiap instruksi untuk memudahkan dalam penyelidikan ini!

A. Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Data Pembentukan Standar

2. Hitunglah nilai perubahan entalpi dari proses pembentukan arang dengan menggunakan rumus yang sudah kalian tentukan pada pertanyaan no. 1!

Jawab :

3. Berdasarkan hasil nilai ΔH yang sudah di dapat, termasuk jenis reaksi apa proses pembuatan arang kayu dan jelaskan mekanismenya !

Jawab :



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penyelidikan Kelompok



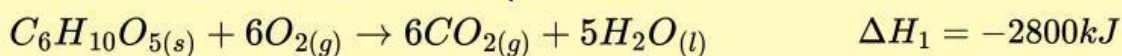
AYO BERDISKUSI

Berdiskusilah dengan teman sekelompok dan perhatikan setiap instruksi untuk memudahkan dalam penyelidikan ini!

B. Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Hukum Hess

Pada proses pembentukan arang dari kayu, setelah diteliti lebih lanjut bahwa reaksi pembakaran arang dari kayu dapat terjadi menjadi 2 tahap :

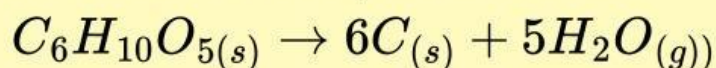
1. Pembakaran selulosa sempurna :



2. Pembakaran arang sempurna :



Gunakan Hukum Hess untuk memperoleh reaksi :



Manipulasi dan kombinasikan reaksi (1) dan reaksi (2) agar menghasilkan reaksi target.

Reaksi 1:

Reaksi 2:

+

Reaksi :

Target

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penyelidikan Kelompok



AYO BERDISKUSI

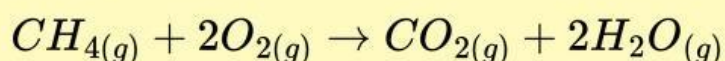
Berdiskusilah dengan teman sekelompok dan perhatikan setiap instruksi untuk memudahkan dalam penyelidikan ini!

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Hukum Hess, berapakah nilai perubahan entalpi dari proses pembakaran arang dari kayu?

Jawab :

C. Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Energi Ikatan

Dalam serangkaian proses pembakaran arang dari kayu, dihasilkan gas lain seperti gas metana CH_4 dan dapat bereaksi dengan oksigen O_2 , melalui reaksi berikut :



Tentukan harga nilai ΔH dari hasil samping proses pembakaran arang kayu tersebut !

Untuk mempermudah melihat data energi ikatan unsur gunakan kalkulator energi ikatan berikut !



**Kalkulator
Energi Ikatan**

Pastikan seluruh jumlah ikatan atom sudah sesuai, masukan energi ikatan antaratom → klik enter dan lihat hasilnya

Jawab :

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penyelidikan Kelompok



AYO BERDISKUSI

Berdiskusilah dengan teman sekelompok dan perhatikan setiap instruksi untuk memudahkan dalam penyelidikan ini!

d. Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Kalorimeter

Melalui simulasi percobaan kalorimeter, sebanyak 10 gram arang kayu dimasukkan ke dalam kalorimeter selanjutnya ditambahkan air 200 gram dengan suhu awal sebesar 20° C. Catatlah perubahan suhu pada kalorimeter dengan melengkapi tabel di bawah ini :

Zat	Suhu awal	Suhu akhir



**Simulasi Kalorimeter
ChemistrySimulation**

Jika kalor jenis air 4,18 J/g° C, tentukan harga perubahan entalpinya!

Jawab :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = \dots\dots\dots$$

$$Q = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

$$\Delta H = \frac{q}{n}$$

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

$$\Delta H = \text{---} \text{ kJ/mol}$$

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Penyelidikan Kelompok



AYO BERDISKUSI

Berdiskusilah dengan teman sekelompok dan jawablah pertanyaan mengenai proses pembuatan arang berikut !

Berdasarkan wawancara dengan Pak Darto selaku pengusaha arang kayu dalam proses pembuatan arang kayu, kayu yang digunakan harus disusun secara rapi tanpa celah. Mengapa hal tersebut perlu dilakukan ?

Jawab :

Dalam pembakaran kayu, kayu akan dikelilingi oleh rumput, pasir, dan seng. Menurut kalian mengapa hal tersebut perlu dilakukan dan apakah ada hubungannya dengan pembakaran kalor?

Jawab :

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Mengembangkan dan Menyajikan Karya



Presentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas. kelompok lain boleh memberikan saran dan masukan kepada kelompok yang sedang presentasi



Analisis dan Evaluasi Proses

Pengetahuan apa yang telah kalian dapatkan setelah pembelajaran ini?

Jawab :

Menurut kalian, cara mana yang paling mudah untuk menentukan nilai perubahan entalpi? sertkan alasannya!

Jawab :

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



Analisis dan Evaluasi Proses

Tuliskan kesimpulan dari proses pembelajaran hari ini

