



## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) TAHUN PELAJARAN 2021/2022

Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 1 Sungayang
Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas / Semester	: XI MIPA / Ganjil
Materi Pokok	: Reaksi Endoterm dan Eksoterm : Entalpi dan perubahan entalpi, jenis-jenis entalpi dan penentuan entalpi reaksi
Alokasi Waktu	: 4 X 45 Menit (2 x pertemuan)

### A. TUJUAN PEMBELAJARAN :

Melalui model pembelajaran Discovery Learning, Peserta didik dapat menjelaskan jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan dan mampu membandingkan perubahan entalpi beberapa reaksi berdasarkan data hasil percobaan dengan mengembangkan sikap Religiositas (**Beriman dan Bertaqwa, Menjalankan segala perintah-Nya**) dan sikap santun, mandiri, kreatif dan penuh rasa percaya diri.

### B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

#### Indicator Pencapaian Kompetensi :

3.5.1 Mengidentifikasi jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan

3.5.2 Menjelaskan jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan

Pertemuan 1 : Reaksi endoterm, eksoterm, entalpi dan perubahan entalpi, jenis-jenis entalpi dan penentuan entalpi

KEGIATAN PEMBELAJARAN	
LANGKAH KEGIATAN	MODEL DISCOVERY LEARNING
<b>Pendahuluan (15 Menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Menyiapkan peserta didik secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran;</b> Mengucapkan salam, membaca doa setiap awal pembelajaran dan pertukaran jam pelajaran, memeriksa kesiapan buku siswa, dan memeriksa kehadiran dan bekal siswa serta kesehatan siswa.</li> <li>• <b>Appersepsi :</b> Guru mengingatkan kembali materi pelajaran di kelas X tentang persamaan reaksi dan stoikiometri.</li> <li>• <b>Motivasi :</b> Guru menampilkan kegunaan mempelajari termokimia dalam kehidupan sehari-hari melalui proyektor.</li> <li>• Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan di ajarkan.</li> <li>• Guru menjelaskan teknik penilaian.</li> </ul>
<b>Kegiatan Inti (60 Menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stimulasi</b> Peserta didik diminta mengamati slide tentang reaksi pembakaran dan reaksi yang terjadi pada urea dalam air yang ditayangkan oleh guru (Critical thinking, literasi teknologi)</li> </ul>





KEGIATAN PEMBELAJARAN	
LANGKAH KEGIATAN	MODEL DISCOVERY LEARNING
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Problem Statement</b> Peserta didik berpikir tentang energi yang dihasilkan dari reaksi pembakaran dan reaksi yang terjadi pada urea dalam air yang ditayangkan oleh guru (<b>Critical thinking, kolaborasi, komunikasi, literasi, HOTS</b>)</li> <li>• <b>Mengumpulkan Informasi</b> Peserta didik secara mandiri menkaji dengan membaca (literasi) materi reaksi endoterm, reaksi eksoterm, entalpi dan perubahan entalpi, jenis-jenis entalpi dan penentuan entalpi reaksi di bahan ajar/buku pokok yang diberikan guru dan menjawab pertanyaan yang ada di bahan ajar agar lebih mendalami materi secara mandiri (<b>Critical thinking, komunikasi, literasi, HOTS</b>)</li> <li>• <b>Pengolahan Data</b> Peserta didik secara mandiri menjawab pertanyaan yang telah dibuat dan mencari jawaban dari berbagai sumber belajar (<b>Critical thinking, kreatif</b>)</li> <li>• <b>Verifikasi</b> Peserta didik menyampaikan hasil jawaban dari pertanyaan yang diberikan melalui LKPD dan diskusi secara klasikal mengenai hasil jawaban serta dihubungkan dengan materi (<b>Critical thinking, kreatif</b>)</li> <li>• <b>Generalisasi</b> Peserta didik menyimpulkan berbagai pertanyaan tentang reaksi endoterm, reaksi eksoterm, entalpi dan perubahan entalpi, jenis-jenis entalpi dan penentuan entalpi reaksi.</li> </ul>
<b>Penutup (15 Menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bersama peserta didik merangkum materi tentang reaksi endoterm, reaksi eksoterm, entalpi dan perubahan entalpi, jenis-jenis entalpi dan penentuan entalpi reaksi.</li> <li>• Memfasilitasi peserta didik untuk mereview pembelajaran yang telah dilaksanakan dan guru menghubungkan dengan kegunaanya dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>• Melaksanakan penilaian untuk mengetahui ketercapaian indikator dan memberikan umpan balik yang positif terhadap jawaban peserta didik.</li> <li>• Memberikan tugas kepada peserta didik dan mengingatkan peserta didik agar mempersiapkan rancangan percobaan tentang reaksi endoterm dan reaksi eksoterm.</li> <li>• Mengakhiri pelajaran dengan bersyukur dan memberi salam.</li> </ul>





## Pertemuan 2 : Praktikum penentuan entalpi reaksi dengan kalorimetri

KEGIATAN PEMBELAJARAN	
LANGKAH KEGIATAN	MODEL DISCOVERY LEARNING
<b>Pendahuluan (15 Menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Menyiapkan peserta didik secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran;</b> Mengucapkan salam, membaca doa setiap awal pembelajaran dan pertukaran jam pelajaran, memeriksa kesiapan buku siswa, dan memeriksa kehadiran dan bekal siswa serta kesehatan siswa.</li> <li>• <b>Appersepsi :</b> Guru mengingatkan kembali materi pada pertemuan sebelumnya yaitu penentuan entalpi reaksi dengan kalorimetri.</li> <li>• <b>Motivasi :</b> Guru menampilkan kegunaan mempelajari termokimia dalam kehidupan sehari-hari melalui proyektor.</li> <li>• Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan di ajarkan.</li> <li>• Guru menjelaskan teknik penilaian.</li> </ul>
<b>Kegiatan Inti (60 Menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stimulasi</b> Peserta didik diminta mengamati slide tentang reaksi pembakaran dan reaksi yang terjadi pada urea dalam air yang ditayangkan oleh guru (<b>Critical thinking, literasi teknologi</b>)</li> <li>• <b>Problem Statement</b> Peserta didik berpikir tentang energi kalor yang dihasilkan dari reaksi pembakaran dan reaksi yang terjadi pada urea dalam air yang ditayangkan oleh guru (<b>Critical thinking, kolaborasi, komunikasi, literasi, HOTS</b>)</li> <li>• <b>Mengumpulkan Informasi</b> Peserta didik secara mandiri mengkaji dengan membaca (literasi) materi penentuan entalpi reaksi dengan kalorimetri dari LKPD yang diberikan guru dan (<b>Critical thinking, komunikasi, literasi, HOTS</b>). Peserta didik secara berkelompok menyediakan alat dan bahan untuk praktik penentuan entalpi reaksi dan mengerjakan praktikum sesuai Langkah kerja dari LKPD yang sudah dibagikan guru. Peserta didik mencatat hasil pengamatan pada LKPD.</li> <li>• <b>Pengolahan Data</b> Peserta didik secara berkelompok mengolah hasil pengamatan pada praktikum dan mengambil kesimpulan (<b>Critical thinking, kreatif dan gotong royong</b>)</li> <li>• <b>Verifikasi</b> Peserta didik secara berkelompok menyajikan hasil pengamatan dan kesimpulan dari hasil praktikum (<b>Critical thinking, kreatif dan gotong royong</b>)</li> <li>• <b>Generalisasi</b> Peserta didik secara klasikal menyimpulkan hasil praktikum tentang penentuan entalpi reaksi dengan kalorimetri.</li> </ul>





KEGIATAN PEMBELAJARAN	
LANGKAH KEGIATAN	MODEL DISCOVERY LEARNING
<b>Penutup (15 Menit)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bersama peserta didik merangkum materi tentang penentuan entalpi reaksi dengan kalorimetri</li> <li>• Memfasilitasi peserta didik untuk mereview pembelajaran yang telah dilaksanakan dan guru menghubungkan dengan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>• Melaksanakan penilaian untuk mengetahui ketercapaian indikator dan memberikan umpan balik yang positif terhadap jawaban peserta didik.</li> <li>• Memberikan tugas kepada peserta didik dan mengingatkan peserta didik agar mempersiapkan diri untuk melakukan penilaian harian untuk materi reaksi endoterm dan eksoterm.</li> <li>• Mengakhiri pelajaran dengan bersyukur dan memberi salam.</li> </ul>

### Penilaian Pembelajaran

1. Penilaian sikap
  - a. Teknik : Pengamatan
  - b. Bentuk : Jurnal Sikap (terlampir)
  - c. Instrumen : Terlampir
  - d. Pedoman Penilaian : Terlampir
  
2. Penilaian Pengetahuan
  - a. Teknik Penilaian : Tes tertulis
  - b. Bentuk Penilaian : pilihan ganda dan uraian (Terlampir)
  - c. Instrumen Penilaian : terlampir
  - d. Pedoman Penilaian : terlampir
  
3. Penilaian Keterampilan
  - a. Teknik Penilaian : Praktik
  - b. Bentuk Penilaian : Lembar penilaian praktik (terlampir)
  - c. Instrumen Penilaian : Terlampir
  - d. Pedoman Penilaian : Terlampir

Mengetahui,  
Kepala SMA 1 Sungayang

**Dra.ZAHRAINE, M. Pd**  
NIP. 196501051998022001

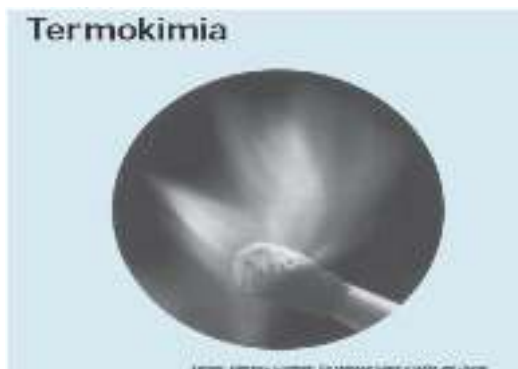
Sungayang, Juli 2021  
Guru Mata Pelajaran

**ALFI HIDAYATI, M. Pd**  
NIP. 197608302006042005





## LAMPIRAN 1. BAHAN AJAR/MATERI



Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak terlepas dengan reaksi kimia. Contohnya sewaktu kita akan bergerak atau melakukan sesuatu, maka kita perlu energi. Energi yang dibutuhkan manusia untuk bergerak berasal dari hasil reaksi pembakaran yang terjadi dalam tubuh manusia. Energi diperoleh dari makanan, yaitu karbohidrat dan lemak yang dimetabolisme di dalam tubuh menghasilkan energi. Selain manusia membutuhkan energi untuk bergerak, manusia juga tidak terlepas dari pemanfaatan energi untuk keperluan sehari-hari, misalnya pembakaran bahan bakar bensin untuk menjalankan kendaraan, memasak dengan kompor gas (membakar gas alam), dan pembangkit listrik tenaga air. Manusia memerlukan energi untuk melakukan kegiatan sehari-hari.

Ketika reaksi kimia terjadi, ikatan-ikatan kimia pada zat-zat yang bereaksi akan putus dan ikatan-ikatan kimia yang baru terbentuk, membentuk zat-zat produk. Energi dibutuhkan untuk memutuskan ikatan-ikatan dan energi dibebaskan pada ikatan-ikatan yang terbentuk, sehingga hampir semua reaksi kimia melibatkan perubahan energi. Energi bisa ditangkap atau dilepaskan. Energi dapat meliputi bermacam-macam bentuk, misalnya cahaya, listrik, atau panas.

Bagian dari ilmu kimia yang mempelajari tentang kalor reaksi disebut *termokimia*. Termokimia mempelajari mengenai sejumlah panas yang dihasilkan atau diperlukan oleh sejumlah tertentu pereaksi dan cara pengukuran panas reaksi tersebut. Termokimia merupakan hal yang penting, baik untuk keperluan praktik maupun teori. Penerapan pada praktik termasuk mengukur nilai energi pada bahan bakar dan menentukan energi yang diperlukan pada proses industri.

### A. Sistem dan Lingkungan

Perhatikanlah gambar berikut ini :



Gambar 1a. Reaksi pembakaran



Gambar 1b. Reaksi urea dalam air sawah



Dalam ilmu termodinamika, sistem dan lingkungan adalah salah satu hal yang harus dipahami. Sistem adalah tempat berlangsungnya reaksi termodinamika, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem. Gambar 1a merupakan reaksi pembakaran dimana manusia disekitar reaksi pembakaran akan merasakan panas yang dihasilkan dengan artian energy pindah dari system ke lingkungan. Sementara gambar 1b merupakan reaksi urea dalam air dimana air akan sawah setelah urea larut dalam air akan terasa dingin. Hal ini menunjukkan bahwa air sawah sebagai system akan menyerap panas dari urea sebagai lingkungan.





## B. Entalpi dan Perubahan Entalpi

Energi yang terkandung di dalam suatu sistem atau zat disebut entalpi ( $H$ ). Entalpi merupakan sifat ekstensif dari materi maka bergantung pada jumlah mol zat. Entalpi suatu sistem tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah perubahan entalpi yang menyertai perubahan zat, karena itu kita dapat menentukan entalpi yang dilepaskan atau diserap pada saat terjadi reaksi. Perubahan energi pada suatu reaksi yang berlangsung pada tekanan tetap disebut perubahan entalpi. Perubahan entalpi dinyatakan dengan lambang  $\Delta H$ , dengan satuan Joule dan kilo Joule.

Reaksi kimia ketika terjadi dalam suatu wadah yang terbuka, pada umumnya akan mengalami penambahan energi atau kehilangan energi dalam bentuk panas. Jika suatu reaksi yang terjadi dalam sistem menghasilkan panas, maka terasa panas bila sistem disentuh.

Perubahan entalpi ( $\Delta H$ ), menunjukkan selisih antara entalpi sistem sebelum reaksi dan setelah reaksi berlangsung.

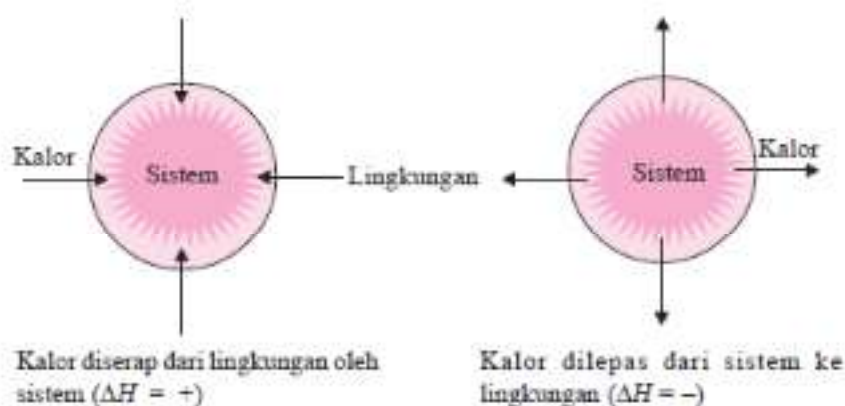
$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

atau

$$\Delta H = H_p - H_r$$

dengan:  $\Delta H$  = perubahan entalpi  
 $H_p$  = entalpi produk  
 $H_r$  = entalpi reaktan atau pereaksi

- Bila  $H$  produk  $>$   $H$  reaktan, maka  $\Delta H$  bertanda positif, berarti terjadi penyerapan kalor dari lingkungan ke sistem.
- Bila  $H$  reaktan  $>$   $H$  produk, maka  $\Delta H$  bertanda negatif, berarti terjadi pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan.



Macam-macam reaksi kimia berdasarkan kalor yang dibebaskan/kalor yang diserap (Martin S. Silberberg, 2000):

### 1) Reaksi eksoterm

**Reaksi eksoterm** adalah reaksi yang disertai dengan pelepasan energi/panas ke lingkungan.

Reaksi endoterm dengan  $\Delta H$  bertanda positif (+).

Contoh :

- Reaksi pembakaran, lingkungan disekitar akan terasa panas.
- Reaksi antara soda api (NaOH) dan asam lambung (HCl), kalau kita pegang wadah reaksinya akan terasa panas.





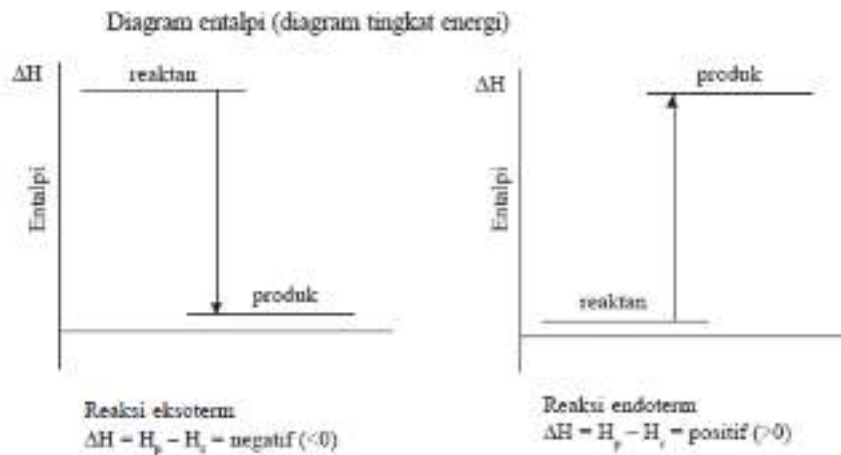
## 2) Reaksi endoterm

**Reaksi endoterm** adalah reaksi yang disertai dengan penyerapan kalor/panas dari lingkungan.

Reaksi eksoterm dengan  $\Delta H$  bertanda (-).

Contoh :

- Reaksi urea dalam air, air akan terasa dingin
- Reaksi antara barium oksida dan ammonium klorida kalau kita pegang wadah akan terasa dingin, karena adanya aliran kalor dari lingkungan ke sistem.



## C. Persamaan Termokimia

Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang menyertakan perubahan entalpinya ( $\Delta H$ ). Nilai perubahan entalpi yang dituliskan pada persamaan termokimia harus sesuai dengan stoikiometri reaksi, artinya jumlah mol zat yang terlibat dalam reaksi sama dengan koefisien reaksinya.

Contoh:

Diketahui persamaan termokimia:



Artinya, pada pembentukan 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  dari gas hidrogen dan gas oksigen dibebaskan energi sebesar 285,85 kJ (reaksi eksoterm).

## D. Jenis-jenis Entalpi

### 1. Entalpi pembentukan ( $\Delta H_f$ )

**Entalpi pembentukan** adalah kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya.

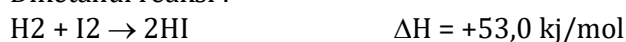
Perubahan entalpi pembentukan dilambangkan dengan  $\Delta H_f$ . f berasal dari *formation* yang berarti pembentukan.

**Contoh :**



*Contoh soal :*

Diketahui reaksi :



Tentukan  $\Delta H$  pembentukan untuk 1 mol HI.





Jawab :

$\Delta H_f$  adalah perubahan kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya, sedangkan  $\Delta H = +53,0$  kJ/mol untuk pembentukan 2 mol HI, maka:

$\Delta H$  pembentukannya :

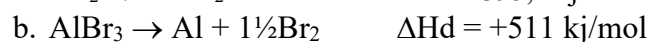


## 2. Entalpi penguraian ( $\Delta H_d$ )

**Entalpi penguraian** adalah kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya.

Perubahan entalpi pembentukan dilambangkan dengan  $\Delta H_f$ .  $\Delta H_d$  berasal dari *decomposition* yang berarti penguraian.

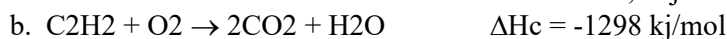
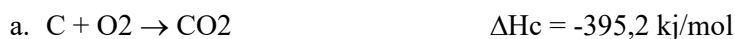
Contoh :



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

**Entalpi pembakaran** adalah kalor yang dilepaskan oleh sistem pada reaksi pembakaran 1 mol unsur/senyawa. Perubahan entalpi pembakaran dilambangkan dengan  $\Delta H_c$ .  $\Delta H_c$  berasal dari *combustion* yang berarti pembakaran.

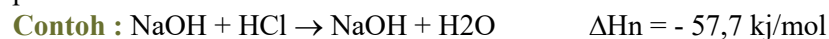
Contoh :



## 4. Entalpi penetralan ( $\Delta H_n$ )

**Entalpi penetralan** adalah kalor yang dilepaskan oleh sistem pada reaksi penetralan 1 mol senyawa basa oleh asam ( $OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$ ).

Perubahan entalpi penetralan dilambangkan dengan  $\Delta H_n$ .  $\Delta H_n$  berasal dari *neutralization* yang berarti penetralan.



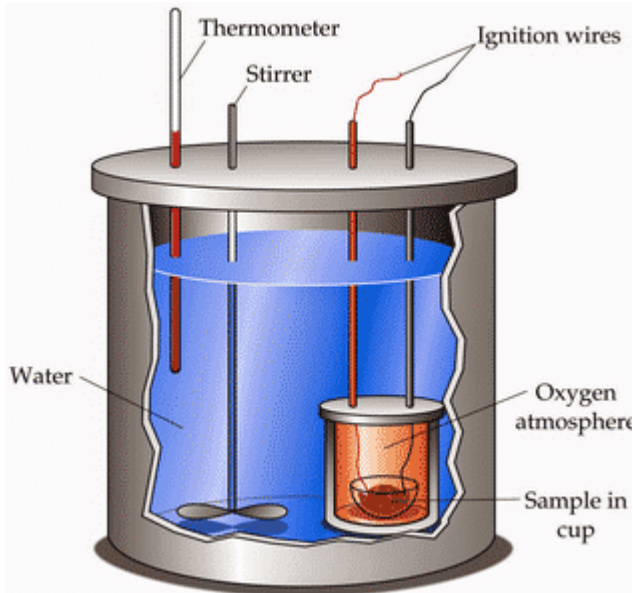




## 5. Penentuan Entalpi

Untuk menentukan perubahan entalpi pada suatu reaksi kimia dapat dilakukan melalui eksperimen, biasanya digunakan alat seperti kalorimeter, hukum Hess, dan energi ikatan.

### A. Kalorimetri



Kalor reaksi dapat ditentukan melalui percobaan dengan kalorimeter. Proses pengukuran kalor reaksi disebut

*kalorimetri*. Data  $\Delta H$  reaksi yang terdapat pada tabel-tabel umumnya ditentukan secara kalorimetri. *Kalorimetri sederhana* ialah mengukur perubahan suhu dari sejumlah air atau larutan sebagai akibat dari suatu reaksi kimia dalam suatu wadah terisolasi. Kalorimeter dapat disusun seperti gambar disamping.

Plastik merupakan bahan nonkonduktor, sehingga jumlah kalor yang diserap atau yang berpindah ke lingkungan dapat diabaikan.

Jika suatu reaksi berlangsung secara eksoterm, maka kalor sepenuhnya akan diserap oleh larutan di dalam gelas.

Sebaliknya, jika reaksi tergolong endoterm, maka kalor itu diserap dari larutan di dalam gelas. Jadi, kalor reaksi sama dengan jumlah kalor yang diserap atau yang dilepaskan larutan di dalam gelas.

Jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan larutan dapat ditentukan dengan mengukur perubahannya (Ted Lister and Janet Renshaw, 2000). Karena energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, maka:

$$q_{\text{reaksi}} + q_{\text{larutan}} = 0$$

atau

$$q_{\text{reaksi}} = -q_{\text{larutan}}$$

$$q_{\text{larutan}} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

dengan:  $q$  = jumlah kalor (J)  
 $m$  = massa campuran (gram)  
 $c$  = kalor jenis larutan ( $\text{J g}^{-1} \text{K}^{-1}$ )  
 $\Delta t$  = kenaikan suhu (K)

dan

$$q_{\text{kalorimeter}} = C \Delta t$$

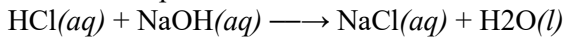
dengan  $C$  = kapasitas kalor dari kalorimeter ( $\text{JK}^{-1}$ )





Contoh :

Sebanyak 50 mL larutan HCl 1 M bersuhu 27 °C dicampur dengan 50 mL larutan NaOH 1 M bersuhu 27 °C dalam suatu kalorimeter plastik ( $\rho_{air} = 1 \text{ g cm}^{-3}$ ). Ternyata suhu campuran naik menjadi 35 °C. Jika kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air yaitu  $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , tentukan besarnya perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) untuk reaksi penetralan:



**Jawab:**

- Volume HCl = 50 mL = 50 cm<sup>3</sup>
- Volume NaOH = 50 mL = 50 cm<sup>3</sup>
- Bila  $\rho_{air} = 1 \text{ g cm}^{-3}$ , maka massa HCl = massa jenis  $\times$  volume  
 $= \rho \times \text{volume}$   
 $= 1 \text{ g cm}^{-3} \times 50 \text{ cm}^{-3} = 50 \text{ gram}$
- Bila  $\rho_{air} = 1 \text{ g cm}^{-3}$ , maka massa NaOH = massa jenis  $\times$  volume  
 $= \rho \times \text{volume}$   
 $= 1 \text{ g cm}^{-3} \times 50 \text{ cm}^{-3}$   
 $= 50 \text{ gram}$
- Massa campuran = massa HCl + massa NaOH = 50 g + 50 g = 100 g
- Mol HCl =  $M \times V = 1 \times 0,05 = 0,05 \text{ mol}$
- Mol NaOH =  $M \times V = 1 \times 0,05 = 0,05 \text{ mol}$
- Kenaikan suhu =  $\Delta t = (35 + 273) - (27 + 273) = 8 \text{ K}$
- $q_{larutan} = m \cdot c \cdot \Delta t = 100 \times 4,18 \times 8 = 3.344 \text{ J}$
- $q_{reaksi} = -q_{larutan} = -3.344 \text{ J}$
- Persamaan reaksi:  

$$\begin{array}{ccccccc} \text{HCl}(aq) & + & \text{NaOH}(aq) & \longrightarrow & \text{NaCl}(aq) & + & \text{H}_2\text{O}(l) \\ 0,05 \text{ mol} & & 0,05 \text{ mol} & & 0,05 \text{ mol} & & \end{array}$$
- $q_{reaksi}$  tersebut untuk 0,05 mol NaCl, sedangkan  $\Delta H$  penetralan untuk 1 mol NaCl, maka  
 $\Delta H = 1/0,05 \times (-3.344 \text{ J}) = -66.880 \text{ J} = -66,88 \text{ kJ}$

## B. Hukum Hess

Entalpi adalah suatu fungsi keadaan, yang hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir dari pereaksi dan hasil reaksi tanpa memperhatikan jalannya perubahan zat pereaksi menjadi hasil reaksi. Walaupun reaksi dapat melalui berbagai langkah mekanisme berbeda, secara keseluruhan entalpi reaksi tetap sama.

**Hukum Hess**, menyatakan jika reaksi dilakukan melalui beberapa tahap,  $\Delta H$  untuk reaksi tersebut akan sama dengan jumlah dari perubahan entalpi untuk masing masing tahap reaksi. Sehingga perubahan entalpi suatu reaksi mungkin untuk dihitung dari perubahan entalpi reaksi lain yang nilainya sudah diketahui. Hal ini dilakukan supaya tidak usah dilakukan eksperimen setiap saat.

### 1. Berdasarkan Entalpi ( $\Delta H$ ) dari Beberapa Reaksi yang Berhubungan

Misalnya untuk menentukan perubahan entalpi pembentukan CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan berbagai cara.

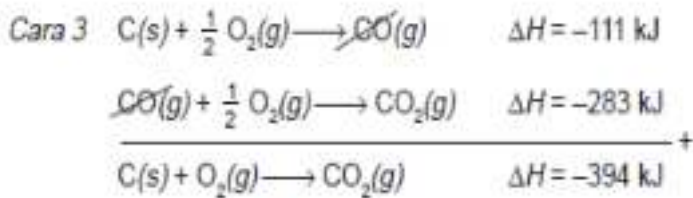
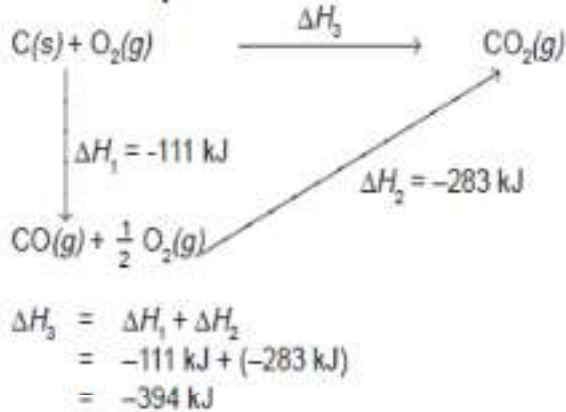


Cara 2 C dengan O<sub>2</sub> bereaksi dulu membentuk CO, tahap berikutnya CO bereaksi dengan O<sub>2</sub> menghasilkan CO<sub>2</sub>.





Perhatikan diagram berikut



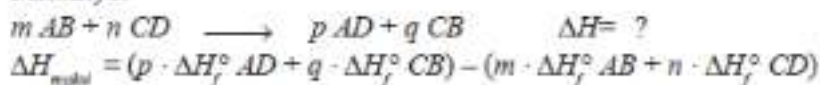
Pada cara 1, reaksi berlangsung satu tahap, sedangkan cara 2 dan cara 3 berlangsung dua tahap. Ternyata dengan beberapa cara, perubahan entalpinya sama yaitu  $-394 \text{ kJ}$ .

## 2. Berdasarkan Tabel Entalpi Pembentukan ( $\Delta H_f^\circ$ )

Kalor suatu reaksi juga dapat ditentukan dari data entalpi pembentukan ( $\Delta H_f^\circ$ ) zat-zat pereaksi dan zat-zat hasil reaksi.

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

Misalnya:



## 3. Energi Ikatan

Reaksi kimia merupakan proses pemutusan dan pembentukan ikatan. Proses ini selalu disertai perubahan energi. Energi yang dibutuhkan untuk memutuskan 1 mol ikatan kimia dalam suatu molekul gas menjadi atom-atomnya dalam fase gas disebut *energi ikatan* atau *energi disosiasi* (D).





Tabel 3.2 Beberapa harga energi ikatan

Ikatan	Energi ikatan kJ mol <sup>-1</sup>	Ikatan	Energi ikatan kJ mol <sup>-1</sup>
H - H	436	C - O	350
H - C	415	C = O	741
H - N	390	C - Cl	330
H - F	569	N = N	946
H - Cl	432	O = O	498
H - Br	370	F - F	160
C - C	345	Cl - Cl	243
C = C	611	I - I	150
C - Br	275	Br - Br	190
C ≡ C	837	C = N	891
O - H	464		

Sumber: Holtsaki, General Chemistry with Qualitative Analysis

Harga energi ikatan dapat dipakai untuk menentukan  $\Delta H$  suatu reaksi.

$$\Delta H_r = \sum \text{energi ikatan yang diputuskan} - \sum \text{energi ikatan yang dibentuk}$$

Dengan rumus tersebut dapat pula ditentukan energi ikatan rata-rata suatu molekul dan energi yang diperlukan untuk memutuskan salah satu ikatan atau energi ikatan disosiasi dari suatu molekul.

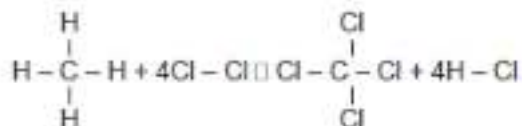
Berikut ini contoh perhitungan  $\Delta H$  dengan menggunakan harga energi ikatan.

### Contoh Soal

1. Dengan menggunakan harga energi ikatan, hitunglah  $\Delta H$  reaksi:



Penyelesaian:



Energi ikatan yang diputuskan:

$$4 \text{C} - \text{H} = 4 \cdot 415 = 1660 \text{ kJ}$$

$$4 \text{Cl} - \text{Cl} = 4 \cdot 243 = 972 \text{ kJ}$$

$$\underline{\hspace{1.5cm} +}$$

$$2632 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = 2632 \text{ kJ} - 3048 \text{ kJ}$$

$$= -416 \text{ kJ}$$

Energi ikatan yang dibentuk:

$$4 \text{C} - \text{Cl} = 4 \cdot 330 = 1320 \text{ kJ}$$

$$4 \text{H} - \text{Cl} = 4 \cdot 432 = 1728 \text{ kJ}$$

$$\underline{\hspace{1.5cm} +}$$

$$3048 \text{ kJ}$$



**LKPD****Percobaan Menentukan  $\Delta H$  dengan Kalorimeter****A. Alat dan Bahan**

1. kalorimeter
2. gelas ukur 50 mL
3. termometer
4. pengaduk
5. pemanas
6. larutan  $\text{CuSO}_4$  1 M
7. larutan  $\text{NaOH}$  0,01 M
8. larutan  $\text{HCl}$  2 M
9. serbuk Zn
10. stopwatch

**B. Penetapan Kapasitas Panas Kalorimeter**

1. Masukkan 20 mL air dingin ke dalam kalorimeter, catat suhunya sebagai  $t_1$ .
2. Masukkan 20 mL air panas  $\pm 50^\circ\text{C}$  ke dalam gelas beker, catat suhunya sebagai  $t_2$  lalu tambahkan segera ke dalam kalorimeter yang telah berisi air dingin. Aduk dan ukur suhu campuran selama 10 menit dengan selang waktu 1 menit setelah pencampuran.
3. Buat kurva pengamatan suhu terhadap waktu pengamatan untuk menentukan penurunan suhu air panas dan kenaikan suhu air dingin setelah pencampuran.
4. Hitung tetapan/kapasitas panas kalorimeter. Catatan:
  - Massa jenis air dianggap konstan =  $1\text{ g cm}^{-3}$
  - Kalor jenis air dianggap konstan =  $4,2\text{ J g}^{-1}\text{ }^\circ\text{K}^{-1}$

**C. Penentuan Kalor Reaksi  $\text{Zn}(s) + \text{CuSO}_4(aq)$** 

1. Masukkan 40  $\text{cm}^3$  larutan  $\text{CuSO}_4$  1 M ke dalam kalorimeter, catat suhunya.
2. Timbang dengan teliti 3 – 3,1 gram serbuk seng (Zn).
3. Masukkan serbuk seng (Zn) ke dalam kalorimeter yang telah berisi larutan  $\text{CuSO}_4$  1 M, lalu catat suhunya selama 10 menit dengan selang waktu 1 menit setelah pencampuran.
4. Buat kurva pengamatan suhu terhadap waktu pengamatan.
5. Tentukan panas reaksinya!  
Catatan:
  - Massa jenis larutan =  $1,14\text{ g cm}^{-3}$
  - Kalor jenis larutan =  $3,52\text{ J g}^{-1}\text{ }^\circ\text{K}^{-1}$

**D. Penentuan Kalor Reaksi Netralisasi Larutan Asam – Basa**

1. Masukkan 20  $\text{cm}^3$  larutan  $\text{HCl}$  2 M ke dalam kalorimeter, catat suhunya.
2. Ambil 20  $\text{cm}^3$  larutan  $\text{NaOH}$  0,01 M.
3. Masukkan larutan  $\text{NaOH}$  tersebut ke dalam kalorimeter yang telah berisi larutan  $\text{HCl}$  2 M. Catat suhunya selama 5 menit dengan selang waktu 0,5 menit setelah pencampuran.
4. Buat kurva untuk menentukan perubahan suhu larutan
5. Hitung kalor reaksinya.  
Catatan:
  - Massa jenis larutan =  $1,03\text{ g cm}^{-3}$
  - Kalor jenis larutan =  $3,96\text{ J g}^{-1}\text{ }^\circ\text{K}^{-1}$





## LAMPIRAN 2. PENILAIAN

### A. PENILAIAN SIKAP

#### JURNAL PENILAIAN SIKAP

Satuan Pendidikan : SMAN 1 Sungayang  
 Tahun Pelajaran : 2021/2022  
 Kelas/Semester : XI MIPA/ GANJIL  
 Mata Pelajaran : Kimia

No	Waktu	Nama	Kejadian/Perilaku	Butir sikap	Positif /Negatif	Tindak Lanjut	Tanda Tangan
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

#### Teknik dan Pedoman Penilaian

##### Sikap

1. Teknik penilaian sikap dilakukan dengan cara pengamatan atau observasi kepeda seluruh peserta didik.
2. Teknik yang dilakukan secara berkesinambungan melalui pengamatan perilaku. Asumsinya setiap peserta didik pada dasarnya berperilaku baik sehingga yang perlu dicatat hanya perilaku yang sangat baik (positif) atau kurang baik (negatif) yang muncul dari peserta didik.
3. Perilaku peserta didik selain sangat baik atau kurang baik tidak perlu dicatat dan dianggap peserta didik tersebut menunjukkan perilaku baik atau sesuai dengan norma yang diharapkan
4. Hal-hal sangat baik (positif) digunakan untuk menguatkan perilaku positif, sedangkan perilaku kurang baik (negatif) digunakan untuk pembinaan.



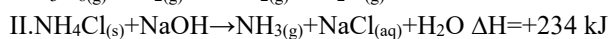
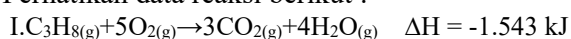


## B. PENILAIAN PENGETAHUAN

No.	KOMPETENS I DASAR	Indikator Kompetensi	Materi Pokok	Level	Indikator Soal	Bentuk Soal	Nom or Soal
1	Menjelaskan jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan	Mengidentifikasi jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan	Reaksi endoterm dan eksoterm	C2/L 2	Diberikan suatu persamaan termokimia, Peserta didik dapat menentukan jenis reaksi endoterm dan eksoterm	Pilihan ganda	1
			Hukum Hess		Diberikan diagram suatu reaksi, peserta didik dapat menentukan $\Delta H$ reaksi		2
			Entalpi pembentukan standar		Diberikan $\Delta H_f$ suatu zat, peserta didik dapat menentukan $\Delta H$ reaksi		3
			Kalorimeter		Diberikan data tentang hasil percobaan dengan kalorimeter, peserta didik dapat menentukan $\Delta H$ reaksi		4
			Energi ikatan		Diberikan data tentang energi ikatan suatu reaksi, peserta didik dapat menentukan $\Delta H$ reaksi		5

Soal :

1. Perhatikan data reaksi berikut :



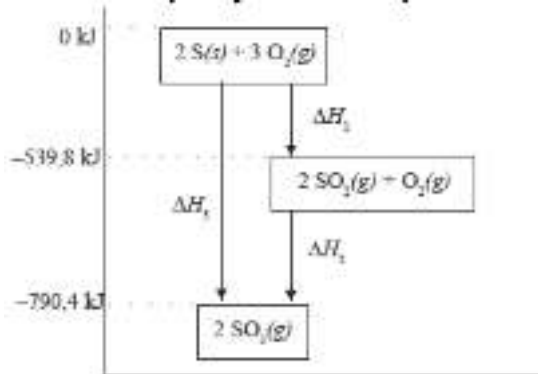
Pernyataan yang benar dari data tersebut adalah...

- reaksi I system menyerap energi, reaksi eksoterm
- reaksi II system melepaskan energi, reaksi eksoterm
- reaksi II system menyerap energi, reaksi endoterm
- reaksi I system menyerap energi, reaksi endoterm
- reaksi II system melepas energi, reaksi endoterm





2. Diketahui diagram pembentukan gas  $\text{SO}_3$  sebagai berikut.



Berdasarkan diagram di atas, maka harga  $\Delta H_2$  adalah ... .

- A. -790,4 kJ  
B. -539,8 kJ  
C. -395,2 kJ  
D. -250,6 kJ  
E. -196,4 kJ
3. Diketahui :
- $$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = 180,4 \text{ kJ}$$
- $$2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -66,4 \text{ kJ}$$
- Maka perubahan entalpi reaksi
- $$\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) \quad \text{adalah ...}$$
- A. -57,0 kJ  
B. -28,5 kJ  
C. +28,5 kJ  
D. +57,0 kJ  
E. +114,0 kJ
4. Air sebanyak 2 liter dipanaskan dengan pembakaran elpiji dari suhu  $27^\circ\text{C}$  menjadi  $75^\circ\text{C}$ . Jika elpiji dianggap  $\text{C}_3\text{H}_8$  ( $M_r = 88$ ) dan terbakar sebanyak 44 gram. Seluruh energi dari pembakaran elpiji digunakan untuk menaikkan suhu air. Massa jenis air =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ , kalor jenis air =  $4,2 \text{ J g}^{-1}\text{C}$ . Besarnya perubahan entalpi reaksi pembakaran elpiji...
- A. - 403,2 kJ  
B. - 4,18 kJ  
C. + 4,18 kJ  
D. + 403,2 kJ  
E. + 420 kJ
5.  $\Delta H$  pembakaran 116 gram gas butana jika diketahui:
- $$\Delta H_f^\circ \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) = -126,5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$
- $$\Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (\text{Ar c}=12, \text{H}=1)$$
- Adalah ....
- A. -2876,5 kJ  
B. +2876,5 kJ  
C. -5743 kJ  
D. +5473 kJ  
E. -1429 kJ







### C. PENILAIAN KETERAMPILAN

#### INSTRUMEN PENILAIAN KETRAMPILAN PRAKTIK

Nama Satuan pendidikan : SMAN 1 SUNGAYANG  
 Tahun pelajaran : 2021 / 2022  
 Kelas/Semester : XI MIPA / Ganjil  
 Mata Pelajaran : Kimia

No	Nama	Kelengkapan Alat dan Bahan				Praktik sesuai langkah kerja				Data hasil praktikum				Total Skor	Nilai Akhir
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1															

$$\text{Nilai Perolehan} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

#### PEDOMAN PENSKORAN:

NO	ASPEK	KRITERIA YANG DINILAI	SKOR MAKS
1	<b>Kelengkapan Alat dan Bahan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat dan bahan sangat lengkap sesuai LKPD</li> <li>Alat dan bahan lengkap sesuai LKPD</li> <li>Alat dan bahan cukup lengkap sesuai LKPD</li> <li>Alat dan bahan kurang lengkap sesuai LKPD</li> </ul>	4 3 2 1
2	<b>Praktik sesuai langkah kerja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praktik sangat sesuai langkah kerja</li> <li>Praktik sesuai langkah kerja</li> <li>Praktik cukup sesuai langkah kerja</li> <li>Praktik kurang langkah kerja</li> </ul>	4 3 2 1
3	<b>Data hasil praktikum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data hasil praktikum sangat sesuai dengan teori</li> <li>Data hasil praktikum sesuai dengan teori</li> <li>Data hasil praktikum cukup sesuai dengan teori</li> <li>Data hasil praktikum kurang sesuai dengan teori</li> </ul>	4 3 2 1

