E-LKPD BERBASIS SOCIO SCIENTIFIC ISSUE

# TERMOKIMIA

**PERTEMUAN 3:** KALORIMETER
HUKUM HESS



**NAMA:**

**KELAS:**

KELAS
**XI**
SMA/MA

OLEH:
**RACHMAWATI SEPTIA ACHIRYANI (2005112424)**
**PENDIDIKAN KIMIA FKIP UNIVERSITAS RIAU**

LIVEWORKSHEETS

## CAPAIAN PEMBELAJARAN

*Peserta didik mampu menjelaskan, menganalisis, dan memahami transformasi energi kimia dalam keseharian termasuk termokimia*

## TUJUAN PEMBELAJARAN

*Menjelaskan serta menghitung perubahan entalpi menggunakan data kalorimeter dan hukum Hess*

## PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

- *Pelajarilah sumber belajar atau literatur yang berkaitan dengan materi ini.*
- *Perhatikan video dan wacana yang disajikan dalam E-LKPD.*
- *Waktu pengerjaan E-LKPD selama 45 menit.*
- *Untuk mengirimkan jawaban, silakan klik tombol* 

*kemudian* 

- ***Group/level** diisi dengan "**XI**". **School subject** diisi dengan "**Kimia**". **Email guru** diisi dengan **rachmawatiseptia6@gmail.com.** Terakhir, klik "**Kirim**"*
- *Klik*  *untuk pemutaran video.*



LIVEWORKSHEETS

# MATERI SINGKAT

## PENENTUAN ENTALPI REAKSI

Entalpi reaksi ditentukan dengan:

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

**Kalorimetri** adalah cara penentuan energi kalor reaksi dengan kalorimeter. Kalorimeter adalah sistem terisolasi, sehingga semua energi yang dibutuhkan atau dibebaskan tetap berada dalam kalorimeter. Dengan mengukur perubahan suhu, kita dapat menentukan jumlah energi kalor reaksi dan entalpi reaksi:

$$Q_{reaksi} = m.c.\Delta t$$

$$\Delta H = \frac{-Qreaksi}{jumlah\ mol}$$

Keterangan:

$Q_{reaksi}$ = energi kalor reaksi (J)
m = massa zat (kg)
c = kalor jenis zat (J/kg$^{o}$C)
$\Delta t$ = perubahan suhu ($^{o}$C)

**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.

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

$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H$ = -241 kJ
$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)}$ $\Delta H$ = -6,01 kJ
$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H$ = -285,8 kJ

**Jawab:**

Reaksi yang diinginkan: $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

Berarti, seluruh $H_2O_{(s)}$ diletakkan di sebelah kiri (reaktan), dan $H_2O_{(g)}$ diletakkan di sebelah kanan (produk), sehingga ketiga reaksi diatas menjadi:

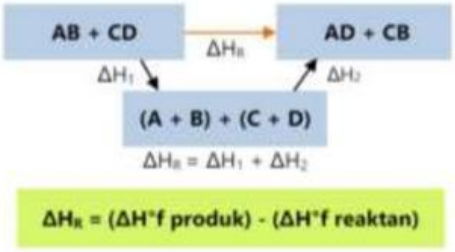
$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H$ = -241 kJ
$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H$ = 6,01 kJ
$H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)}$ $\Delta H$ = 285,8 kJ +
$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H$ = 50,01 Kj

Dari konsep hukum Hess, energi kalor suatu reaksi berarti juga dapat ditentukan dari data entalpi pembentukan reaktan dan produknya. Berarti dalam reaksi, zat reaktan terurai terlebih dahulu menjadi bentuk dasar, lalu bereaksi kembali membentuk zat produk.



LIVEWORKSHEETS

**Bentuk reaksi umum:**




**ΔHR = (ΔH°f produk) - (ΔH°f reaktan)**

**Contoh:**
Tentukan entalpi reaksi berikut,
$BaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + 2HCl_{(aq)}$
Jika diketahui entalpi pembentukan standar dari $BaCl_2$,$BaSO_4$, $H_2SO_4$ dan HCl berturut-turut adalah -858,6 kJ/mol, -1473,3 kJ/mol, -909,27 kJ/mol, -167,1 kJ/mol.
**Jawab:**
Reaksi dapat diubah menjadi:
$Ba_{(s)} + Cl_{2(g)} + H_{2(g)} + S_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + 2HCl_{(aq)}$
Masukkan ke dalam rumus:
ΔH = (ΔH°f produk) - (ΔH°f reaktan)
= (ΔH°f $BaSO_4$ +2ΔH°f HCl)-(ΔH°f $BaCl_2$ +ΔH°f$H_2SO_4$)
= (-1473,3 - 2 x 167,1) - (-858,6 - 909,27)
ΔH = -39,63 kJ/mol


LIVEWORKSHEETS

# SCIENTIFIC BACKGROUND

## SUHU BUMI MAKIN PANAS, KITA HARUS APA?



Gambar 1 Kondisi bumi

Bulan Oktober tahun 2023, tercatat dalam sejarah menjadi musim terpanas yang hampir terjadi di seluruh dunia. Suhu rata-rata global di bulan Oktober diperkirakan mencapai peningkatan sebesar 1,7°C di atas suhu akhir tahun 1800-an, yang menunjukkan perubahan iklim terus berlanjut dan mengkhawatirkan bagi muka bumi. Penggunaan bahan bakar fosil merupakan penyumbang utama emisi gas rumah kaca. Saat dibakar untuk energi, bahan bakar fosil melepaskan $CO_2$ dan gas lain ke atmosfer. Akumulasi gas-gas ini menyebabkan peningkatan efek rumah kaca, yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Oleh karena itu, penelitian-penelitian yang dirancang dewasa ini berusaha memanfaatkan $CO_2$ dalam membuat suatu produk sehingga emisi gas rumah kaca dapat dikurangi

Setidaknya terdapat sepuluh upaya/produk yang dapat dilakukan/didapat dengan memanfaatkan $CO_2$(Hepburn, C dkk., 2019), yaitu: pembuatan produk kimia (chemical stock), pembuatan bahan bakar, pembuatan produk dari microalgae, pembuatan concrete untuk bangunan dimanfaatkan untuk proses oil recovery (enhancement oil recovery process), pemanfaatan sebagai bioenergymelalui carbon capture and storage (BECCS), pengaturan cuaca (enhanced weathering), pemanfaatan pada penanaman hutan, meningkatkan organic carbon content pada lahan/tanah, dan sebagai biochar. pembahasan ini berfokus membahas pada proses pemanfaatan $CO_2$ menjadi bahan bakar (fuel) melalui proses hidrogenisasi membentuk metanol. Metanol, dikenal sebagai metil alkohol atau spiritus, adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia $CH_3OH$, dan merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas. Metanol umumnya digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi industri. Reaksi yang terjadi selama pembuatan gas metanol adalah sebagai berikut.



LIVEWORKSHEETS

| Reaksi | Entalpi | No |
|---|---|---|
| $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ | +40,9 kJ/mol | (1) |
| $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(g)}$ | -90,8 kJ/mol | (2) |
| $CO_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(g)} + H_2O_{(g)}$ | -49,9 kJ/mol | (3) |

Sebagaimana dilihat pada tabel tersebut, bahwa secara keseluruhan reaksi Hidrogenisasi terhadap $CO_2$ merupakan reaksi eksotermik (reaksi nomor 3). Namun demikian, proses ini akan diawali oleh reaksi yang memerlukan energi (endotermik), sebagaimana dapat dilihat pada reaksi nomor 1. Dengan demikian, reaksi ini lebih sulit terjadi dan diperlukan energi awal untuk menciptakan kondisi reaksi sehingga dapat berlangsung. Oleh sebab itu pada umumnya digunakan katalis sebagai media pendorong reaksi hidrogenasi ini (Stangeland, K., 2020).

**Bagaimana pendapat kamu mengenai isu penggunaan gas metanol ini?**

**Hubungkanlah proses pembuatan gas metanol dengan konsep hukum Hess!**

**Analisislah reaksi yang terjadi ketika gas metanol digunakan sebagai bahan bakar!**



LIVEWORKSHEETS

## EVALUATION OF INFORMATION

Jika diketahui perubahan entalpi pembentukan standar:
$CH_3OH$ = – 238,6 kJ/mol $CO_2$ = – 393,5 kJ/mol $H_2O$ = – 286,0 kJ/mol.
Ar H = 1, Ar C = 12, Ar O = 16

a. Tentukan entalpi pada saat penggunaan gas metanol sebagai bahan bakar!
b. Tentukan jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran 8 gram metanol

## LOCAL, NATIONAL, AND GLOBAL DIMENSION

Setiap perubahan yang akan dilakukan, tentu saja ada dampak yang terjadi, baik itu dampak baik maupun dampak buruk. Menurutmu, dampak apakah yang akan terjadi jika isu penggunaan biofuel ini dilakukan baik dampak lokal, nasional, maupun global?

Dampak penggunaan biofuel

Menurutmu, bagaimana cara mengatasi maupun menghindari dampak-dampak tersebut?



LIVEWORKSHEETS

## DECISION MAKING

Setelah selesai mengerjakan lembar kerja ini, informasi apa saja yang kamu peroleh? Apa saja manfaat yang kamu rasakan? Apakah dengan mempelajari materi ini dapat mempengaruhi perilakumu?

**Menurutmu, apa hubungan antara isu mengenai biofuel dengan materi termokimia?**

**Manfaat yang kamu rasakan**

**Bagaimana materi ini dapat memengaruhi perilakumu?**



LIVEWORKSHEETS

## EVALUASI

1. Didalam suatu kalorimeter bem direaksikan 0,16 gram gas metana (CH3) dengan oksigen berlebihan, sehingga terjadi reaksi

   $$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

   Ternyata terjadi kenakan suhu 1,56°C. diketahui kapasitas kalor kalorimeter adalah 958 J/°C, massa air di dalam kalorimeter adalah 1.000 gram dan kalor jenis air 4,18 J/g°C. tentukan kalor pembakaran gas metana dalam Kj/mol.

   **Jawabanmu:**

2. Ke dalam kalori meter sederhana direaksikan 25 mL lartan $H_2SO_4$ 0,5 M dan 25 mL KOH pada suhu 23,5°C. Ternyata suhunya nak menjadi 30,17°C. hitunglah perbahan entalpi yang terjadi jika massa jenis larutan 1g/mL dan kalor jenis lartan 4,2J/gK

   **Jawabanmu:**

3. Asam benzoat murni ($\Delta H^\circ c$ $C_6H_5COOH$ = -3.277 kJ/mol) sebanyak 0,22 gram dimasukkan ke dalam kalorimeter bom yang berisi 1.200 gram air (kapasitas kalor kalorimeter = 1.365 J/°C; kalor jenis air 4,18 J/g°C). hitunglah kenakan suhu kalorimeter yang terjadi.

   **Jawabanmu:**

4. Diketahui:

   $C_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H$ = -383,5 kJ

   $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H$ = -571,6 kJ

   $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H$ = -890,4 kJ

   Hitunglah perubahan entalpi untuk reaksi:

   $C_{(S)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$



LIVEWORKSHEETS

**Jawabanmu:**

5. Jika spiritus dianggap hanya mengandung alkohol ($C_2H_5OH$) saja, berapa gram spiritus yang harus dibakar untuk menaikkan suhu 100 gram ar dari 20°C menjadi 50°C jika hanya 50% saja kalor yang terpakai?
   Diketahui:
   $\Delta H^{O}f\ H_2O_{(g)}$ = -240 kJ/mol
   $\Delta H^{O}f\ CO_{(g)}$ = -394 kJ/mol
   $\Delta H^{O}f\ C_2H_5OH_{(g)}$ = -277 kJ/mol

**Jawabanmu:**



LIVEWORKSHEETS