



# LAMPIRAN

## Lampiran 01. Kisi-kisi Lembar Penilaian Validasi

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MATERI**  
**MENURUT BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan)**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nomor
Kesesuaian Materi dengan KD	Kelengkapan materi	1
	Keluasan materi.	2
	Kedalaman materi.	3
Karakteristik Inkuiri terbimbing	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa melakukan observasi (mengamati)	4
	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk merumuskan permasalahan (menanya)	5
	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk mengumpulkan informasi	6
	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk mengolah informasi (mengasosiasi)	7
	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk menyajikan informasi (mengkomunikasikan)	8

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MEDIA**  
**MENURUT BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan)**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nomor
Desain <i>cover</i> LKS	Desain <i>cover</i> menggambarkan isi/materi LKS	1
	Huruf yang digunakan dalam <i>cover</i> menarik dan mudah dibaca.	2
	Ukuran huruf judul LKS lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran huruf lainnya.	3
Desain Isi	<i>Font</i> seperti ukuran dan warna huruf yang digunakan menarik.	4
	Penggunaan variasi huruf tidak berlebihan.	5
	Spasi antara teks dan ilustrasi yang digunakan proporsional.	6
	Ukuran gambar yang disajikan proporsional.	7
	Tata letak gambar yang disajikan proporsional.	8
	Gambar yang digunakan tepat sebagai ilustrasi	9

**KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN AHLI BAHASA  
MENURUT BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan)**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nomor
Kesesuaian dengan kaidah bahasa.	Struktur kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia.	1
	Pilihan kata yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).	2
Lugas	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan.	3
	Keefektifan kalimat	4
Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat perkembangan kognisi peserta didik	5



Lampiran 02 Lembar Penilaian Ahli Isi

**LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI**  
**LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BERBASIS INKUIRI TERBIMBING**

**Materi** : Sistem, Lingkungan, Energi dan Kalor (LKS 1)

**Kelas/Semester** : XI/1

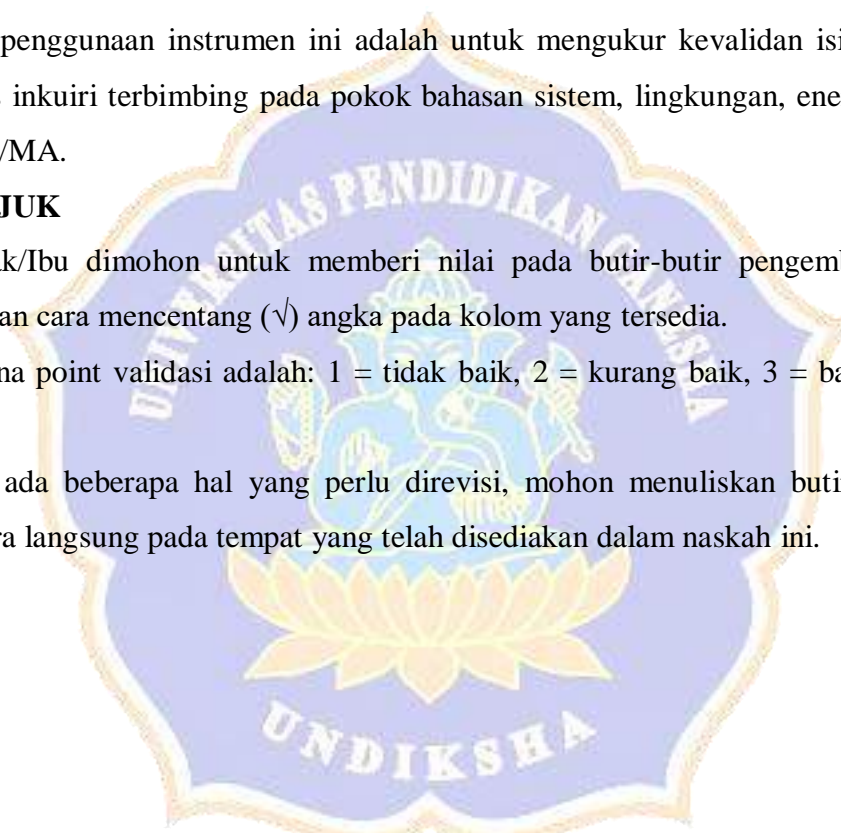
---

**A. TUJUAN**

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan isi/materi LKS berbasis inkuiri terbimbing pada pokok bahasan sistem, lingkungan, energi dan kalor di SMA/MA.

**B. PETUNJUK**

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberi nilai pada butir-butir pengembangan LKS dengan cara mencentang (√) angka pada kolom yang tersedia.
2. Makna point validasi adalah: 1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = baik, 4 = sangat baik.
3. Bila ada beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam naskah ini.



Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Skala Penilaian				Komentar
			1	2	3	4	
Kesesuaian Materi dengan KD	1	Kelengkapan materi sistem, lingkungan, energi dan kalor					
	2	Keluasan materi sistem, lingkungan, energi dan kalor					
	3	Kedalaman materi sistem, lingkungan, energi dan kalor					
Keakuratan konsep isi/materi	4	Keakuratan teori, hukum, dan definisi					
	5	Keakuratan fakta					
	6	Keakuratan rumus					
	7	Keakuratan contoh					
Karakteristik Inkuiri terbimbing	8	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa melakukan observasi (mengamati)					

	9	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk merumuskan permasalahan (menanya)					
	10	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk mengumpulkan informasi					
	11	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk mengolah informasi (mengasosiasi)					
	12	Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk menyajikan informasi (mengkomunikasikan)					



Kami juga berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan isian mengenai bagian yang salah, jenis kesalahan dan saran untuk LKS ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, kami ucapkan terimakasih.

**Komentar:**

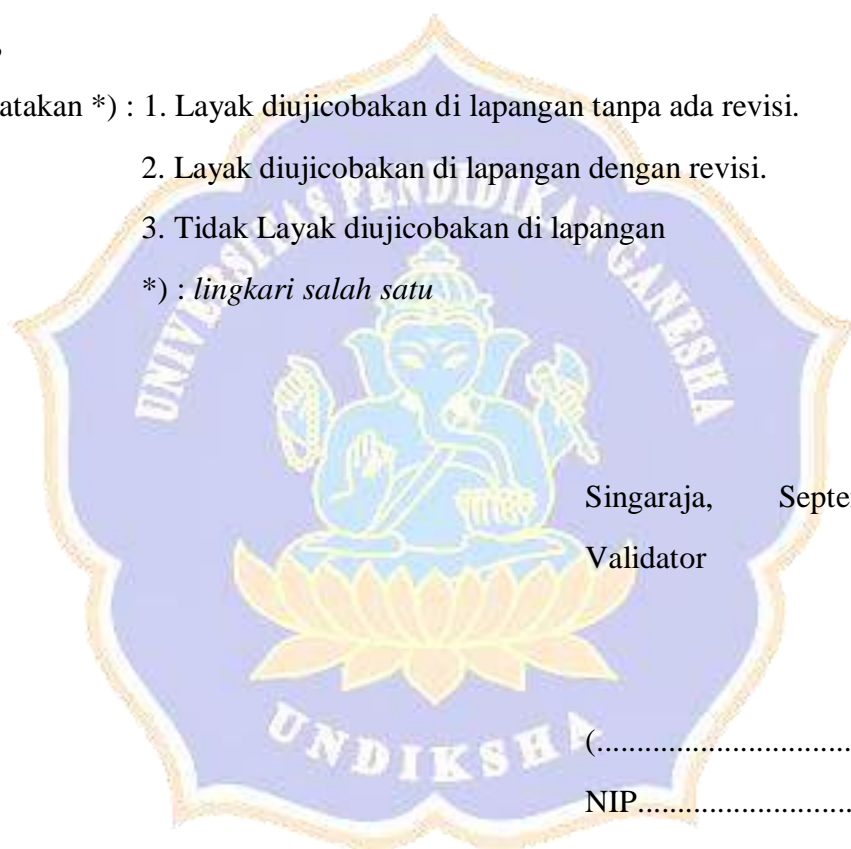
**Kesimpulan,**

buku ini dinyatakan \*) : 1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.

2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.

3. Tidak Layak diujicobakan di lapangan

\*) : *lingkari salah satu*



Singaraja, September 2021

Validator

(.....)

NIP.....



**LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA**  
**LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BERBASIS INKUIRI TERBIMBING**

**Materi** : Sistem, Lingkungan, Energi dan Kalor (LKS 1)

**Kelas/Semester** : XI/1

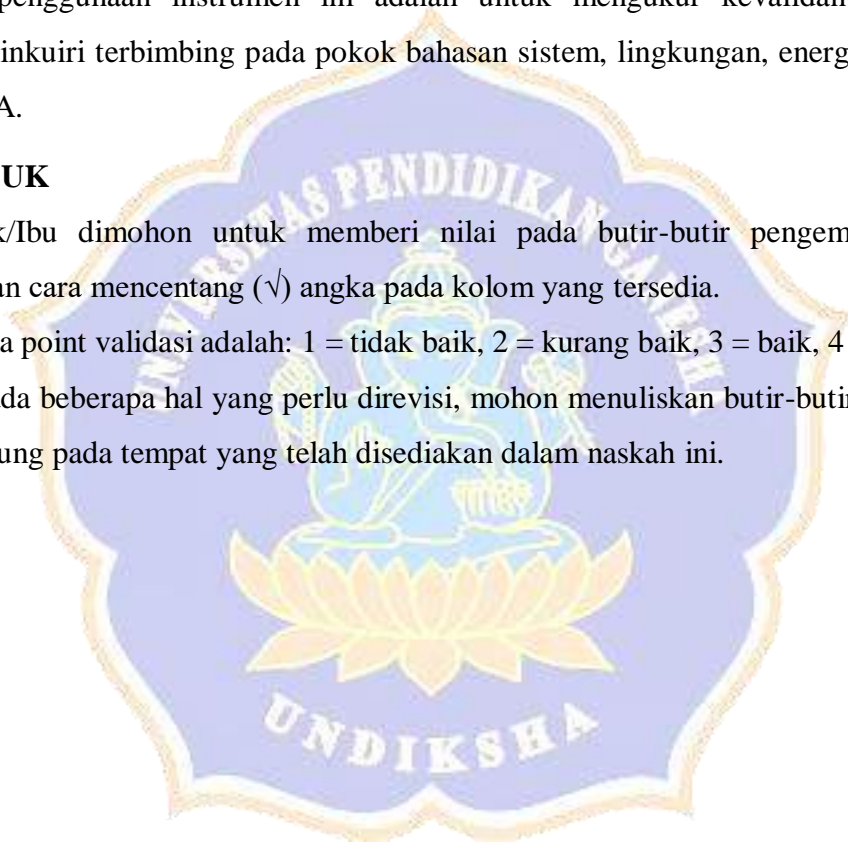
---

**A. TUJUAN**

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan media LKS berbasis inkuiri terbimbing pada pokok bahasan sistem, lingkungan, energi dan kalor di SMA/MA.

**B. PETUNJUK**

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberi nilai pada butir-butir pengembangan LKS dengan cara mencentang ( $\surd$ ) angka pada kolom yang tersedia.
2. Makna point validasi adalah: 1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = baik, 4 = sangat baik.
3. Bila ada beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam naskah ini.





Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Skala Penilaian				Komentar
			1	2	3	4	
Desain Sampul LKS	1	Desain <i>cover</i> menggambarkan isi/materi LKS					
	2	Huruf yang digunakan dalam <i>cover</i> menarik dan mudah dibaca.					
	3	Ukuran huruf judul LKS lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran huruf lainnya.					
Desain Isi LKS	4	<i>Font</i> seperti ukuran dan warna huruf yang digunakan menarik.					
	5	Penggunaan variasi huruf tidak berlebihan.					
	6	Spasi antara teks dan ilustrasi yang digunakan proporsional.					
	7	Ukuran gambar yang disajikan proporsional.					
	8	Tata letak gambar yang disajikan proporsional.					
	9	Gambar yang digunakan tepat sebagai ilustrasi					

Kami juga berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan isian mengenai bagian yang salah, jenis kesalahan dan saran untuk LKS ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, kami ucapkan terimakasih.

**Komentar:**

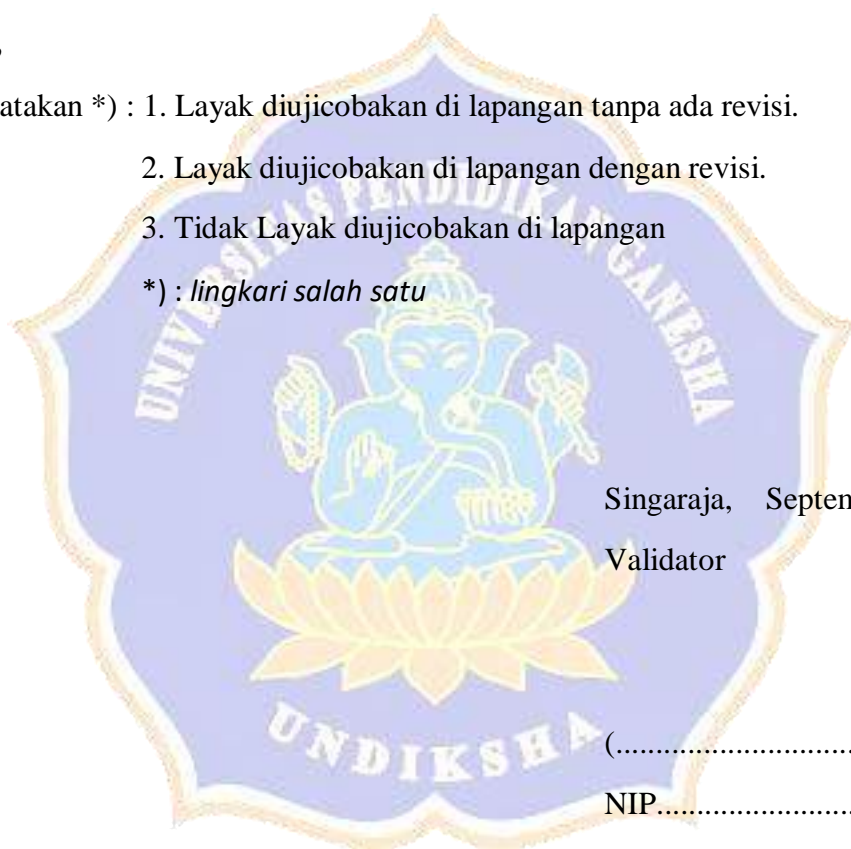
**Kesimpulan,**

buku ini dinyatakan \*) : 1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.

2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.

3. Tidak Layak diujicobakan di lapangan

\*) : *lingkari salah satu*



Singaraja, September 2021

Validator

(.....)

NIP.....

**LEMBAR VALIDASI AHLI BAHASA**  
**LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BERBASIS INKUIRI TERBIMBING**

**Materi** : Sistem, Lingkungan, Energi dan Kalor (LKS 1)

**Kelas/Semester** : XI/1

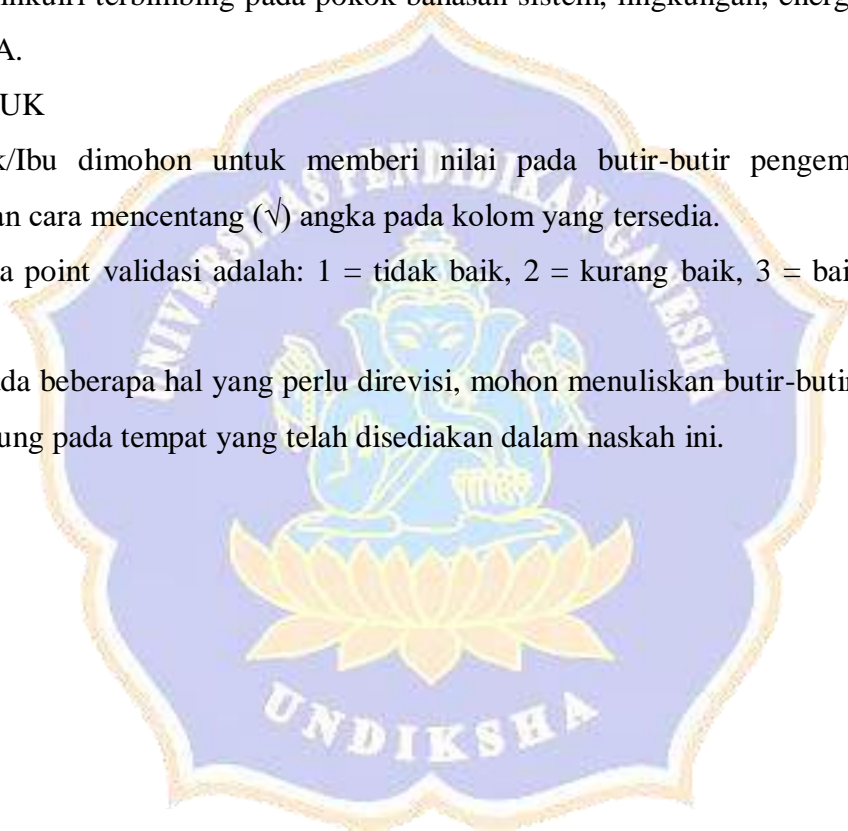
---

**A. TUJUAN**

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan bahasa LKS berbasis inkuiri terbimbing pada pokok bahasan sistem, lingkungan, energi dan kalor di SMA/MA.

**B. PETUNJUK**

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberi nilai pada butir-butir pengembangan LKS dengan cara mencentang ( $\surd$ ) angka pada kolom yang tersedia.
2. Makna point validasi adalah: 1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = baik, 4 = sangat baik.
3. Bila ada beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam naskah ini.



Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Skala Penilaian				Komentar
			1	2	3	4	
Kesesuaian dengan kaidah bahasa.	1.	Struktur kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia.					
	2.	Pilihan kata yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).					
Lugas	3.	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan.					
	4.	Keefektifan kalimat					
Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	5.	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat perkembangan kognisi peserta didik					

Kami juga berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan isian mengenai bagian yang salah, jenis kesalahan dan saran untuk LKS ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, kami ucapkan terimakasih.

**Komentar:**

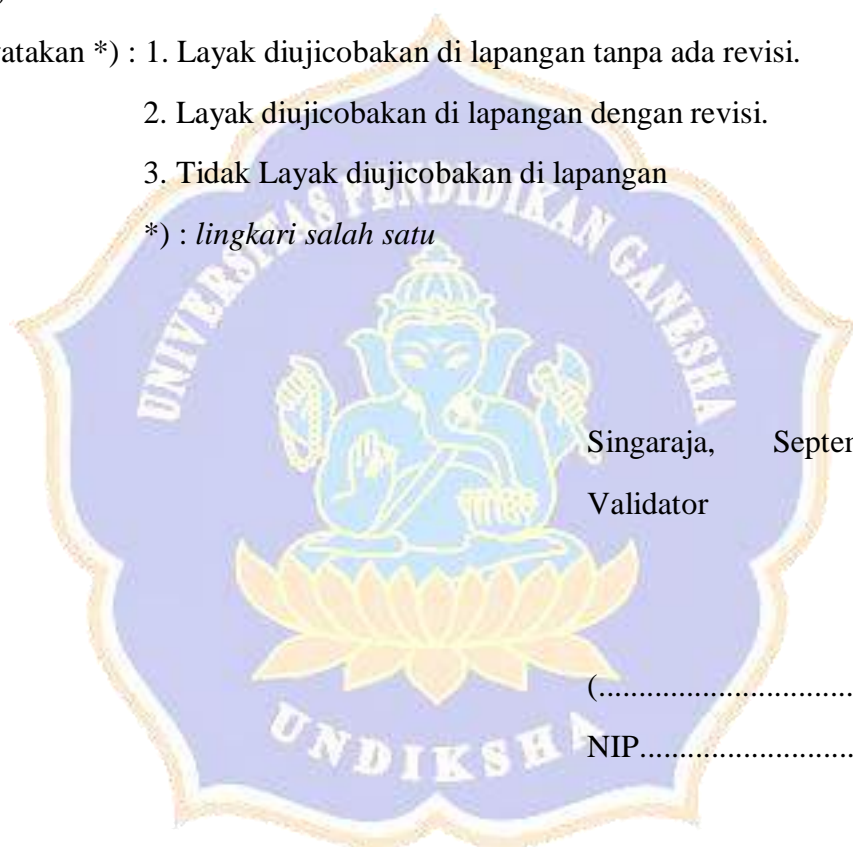
**Kesimpulan,**

buku ini dinyatakan \*) : 1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.

2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.

3. Tidak Layak diujicobakan di lapangan

\*) : *lingkari salah satu*



Singaraja, September 2021

Validator

(.....)

NIP.....

## Lampiran 05 Lembar Angket Respon Siswa

**ANGKET RESPON SISWA TERHADAP LEMBAR KERJA SISWA (LKS)  
BERBASIS INKUIRI TERBIMBING MATERI TERMOKIMIA**

NAMA:

KELAS:

Petunjuk pengisian:

- 1) Bacalah pernyataan-pernyataan di bawah ini dengan teliti, kemudian pilihlah salah satu jawaban yang menurut anda paling tepat!
- 2) Berilah tanda cek (✓) pada kolom angka yang tersedia ketentuan sebagai berikut:
  - a. Jika Sangat Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 4
  - b. Jika Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 3
  - c. Jika Kurang Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 2
  - d. Jika Tidak Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 1

ASPEK	INDIKATOR	SKALA PENILAIAN			
		4	3	2	1
Kejelasan isi/materi	1) Kejelasan petunjuk atau arahan dalam LKS				
	2) Kejelasan tujuan pembelajaran yang disampaikan				
	3) Kejelasan uraian materi yang disampaikan				
	4) Kejelasan gambar dan ilustrasi dalam LKS				
	5) Kesesuaian isi/materi dengan tujuan pembelajaran				
Kejelasan Tampilan	6) Kejelasan huruf yang digunakan				
	7) Tata letak antar teks teratur				
	8) Tampilan cover menarik				
	9) Penggunaan istilah dan simbol konsisten				
Kejelasan Bahasa	10) Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dimengerti				
	11) Bahasa yang digunakan dalam LKS tidak ambigu				
	12) Bahasa yang digunakan sistematis dan terstruktur				
Ketertarikan	13) Ketertarikan siswa menggunakan LKS				
	14) LKS meningkatkan motivasi belajar siswa				



## Lampiran 06 Lembar Angket Respon Guru

**ANGKET RESPON GURU TERHADAP LEMBAR KERJA SISWA (LKS)  
BERBASIS INKUIRI TERBIMBING MATERI TERMOKIMIA**

---

NAMA:

SEKOLAH:

Petunjuk pengisian:

1. Bacalah pernyataan-pernyataan di bawah ini dengan teliti, kemudian pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!
2. Berilah tanda cek (✓) pada kolom angka yang tersedia ketentuan sebagai berikut:
  - a) Jika Sangat Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 4
  - b) Jika Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 3
  - c) Jika Kurang Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 2
  - d) Jika Tidak Setuju, maka berilah tanda cek (✓) pada angka 1

ASPEK	INDIKATOR	SKALA PENILAIAN			
		4	3	2	1
Kejelasan isi/materi	1. Kejelasan petunjuk atau arahan dalam LKS				
	2. Kejelasan tujuan pembelajaran yang disampaikan				
	3. Kejelasan uraian materi yang disampaikan				
	4. Kejelasan gambar dan ilustrasi dalam LKS				
	5. Kesesuaian isi/materi dengan tujuan pembelajaran				
Kejelasan Tampilan	6. Kejelasan huruf yang digunakan				
	7. Tata letak antar teks teratur				
	8. Tampilan cover menarik				
	9. Penggunaan istilah dan simbol konsisten				
Kejelasan Bahasa	10. Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dimengerti				
	11. Bahasa yang digunakan dalam LKS tidak ambigu				
	12. Bahasa yang digunakan sistematis dan terstruktur				



## Lampiran 07 Kisi-Kisi Dan Soal Tes Belajar Siswa

**KISI-KISI DAN SOAL TES BELAJAR SISWA**

**Satuan Pendidikan** : SMA/MA  
**Kelas/Semester** : XI MIPA/Ganjil  
**Materi** : Termokimia

**A. Kompetensi Inti**

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR	MATERI POKOK	INDIKATOR SOAL	NOMOR SOAL	BOBOT SOAL
3.4. Membedakan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm berdasarkan hasil percobaan dan diagram tingkat energi.	Sistem dan lingkungan	Menentukan sistem dan lingkungan dari suatu percobaan	1	5
	Reaksi eksoterm dan reaksi endoterm	1. Menentukan reaksi-reaksi yang termasuk reaksi eksoterm dan endoterm	2	5
		2. Menentukan ciri-ciri reaksi eksoterm dan endoterm	3	5
	Persamaan termokimia	Menentukan persamaan termokimia dari suatu reaksi.	4	5
3.5. Menentukan $\Delta H$ reaksi berdasarkan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.	Entalpi standar ( $\Delta H^\circ$ ) untuk berbagai reaksi dan menentukan $\Delta H$ reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar	Menghitung $\Delta H$ reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar	5	10
	Kalorimeter	Menghitung $\Delta H$ reaksi dengan cara menganalisis data hasil percobaan	6	20
	Hukum hess	Menghitung $\Delta H$ reaksi dengan menggunakan cara tidak langsung menggunakan prinsip Hukum Hess	7	10
		8	10	
	Energi Ikatan	Menghitung $\Delta H$ reaksi berdasarkan data energi ikatan rata- rata	9	15
			10	15

## SOAL PILIHAN GANDA

1. Larutan HCl 1 M sebanyak 50 mL dengan suhu 25°C dicampurkan dengan 50 mL larutan NaOH 1 M dengan suhu 25°C dalam suatu tabung reaksi. Terjadi kenaikan suhu larutan menjadi 31°C. Kenaikan suhu tersebut menyebabkan dinding tabung reaksi terasa panas.

Berdasarkan pernyataan di atas, manakah yang termasuk sistem dan lingkungan?

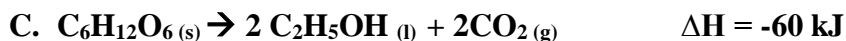
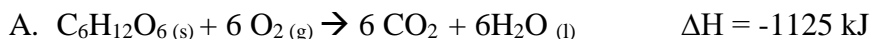
- A. Larutan NaOH adalah sistem, sedangkan larutan HCl dan tabung reaksi adalah lingkungan
- B. Larutan NaOH dan larutan HCl adalah lingkungan, sedangkan tabung reaksi adalah sistem
- C. Larutan NaOH dan larutan HCl adalah sistem, sedangkan tabung reaksi adalah lingkungan**
- D. Larutan NaOH adalah sistem, sedangkan tabung reaksi adalah lingkungan
- E. Larutan NaOH adalah sistem, sedangkan larutan HCl adalah lingkungan
2. Perhatikan reaksi berikut ini
- 1)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta\text{H} = -2820 \text{ kJ}$
- 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta\text{H} = -1380 \text{ kJ}$
- 3)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta\text{H} = -60 \text{ kJ}$
- 4)  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta\text{H} = +178 \text{ kJ}$

Nomor berapakah yang termasuk reaksi eksoterm?

- A. 1, 2, dan 3**
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3
- D. 4 saja
- E. 4 dan 3
3. Manakah pernyataan yang benar tentang reaksi endoterm?
- A. Entalpi awal lebih besar dari entalpi akhir dan  $\Delta\text{H} > 0$
- B. Entalpi awal lebih kecil dari entalpi akhir dan  $\Delta\text{H} > 0$**
- C. Entalpi awal lebih besar dari entalpi akhir dan  $\Delta\text{H} < 0$
- D. Entalpi awal lebih kecil dari entalpi akhir dan  $\Delta\text{H} < 0$

E. Entalpi awal sama dengan entalpi akhir dan  $\Delta H = 0$

4. Manakah penulisan persamaan reaksi termokimia yang benar di bawah ini?



5. Diketahui

$$\Delta H_f^\circ \text{ CH}_4 = -75 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2 = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O} = -242 \text{ kJ/mol}$$

Reaksi pembakaran metana sebagai berikut:  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ .

Berapakah besar perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi pembakaran 1 mol gas metana?

A. -402,5 kJ

**B. -802,5 kJ**

C. -502,5 kJ

D. -602,5 kJ

E. -702,5 kJ

6. Seorang siswa melakukan percobaan kalorimeter untuk menentukan perubahan entalpi.

Siswa tersebut mencampurkan larutan HCl 1 M sebanyak 50 mL pada suhu 25°C dengan 50 mL larutan NaOH 1 M pada suhu 25°C. Hasil percobaan menunjukkan suhu akhir campuran tersebut adalah 31°C. Apabila massa jenis air adalah 1 g/mL dan kalor jenis air ( $C$ ) = 4,2 J/g°C.

Berapakah nilai perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi:  $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$  per mol  $H_2O$  yang terbentuk?

A. -25,2 kJ

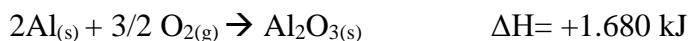
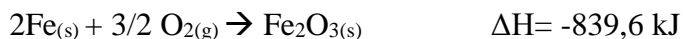
B. -54,6 kJ

C. -55,44 kJ

D. -57,1 kJ

**E. -50,4 kJ**

7. Bila diketahui persamaan termokimia sebagai berikut:



Berapakah nilai perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi pembentukan 2 mol Fe dengan reaksi sebagai berikut:  $2\text{Al}_{(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \rightarrow 2\text{Fe}_{(s)} + \text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$  ?

A. +1519,0 kJ

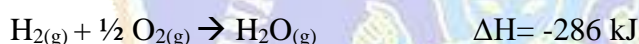
**B. +2519,6 kJ**

C. +2750,5 kJ

D. +155,5 kJ

E. +2250,0 kJ

8. Bila diketahui persamaan termokimia sebagai berikut:



Reaksi pembakaran metana sebagai berikut:  $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ .

Berapakah besar perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi pembakaran 1 mol gas metana?

A. -981 kJ

B. +981 kJ

**C. -891 kJ**

D. +891 kJ

E. 781 kJ

9. Diketahui data energi ikatan sebagai berikut

C-H = 410 kJ/mol

Cl-Cl = 243 kJ/mol

C-Cl = 330 kJ/mol

H-Cl = 432 kJ/mol

Reaksi pembentukan gas  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  sebagai berikut:  $\text{C}_2\text{H}_6(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}(g) + \text{HCl}(g)$ .

Berapakah besar perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi pembentukan 1 mol gas  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ?

A. +218 kJ

B. -218 kJ



C. +109 kJ

**D. -109 kJ**

E. +89 kJ

10. Diketahui data energi ikatan sebagai berikut

C-H = 410 kJ/mol

Cl-Cl = 243 kJ/mol

C-Cl = 330 kJ/mol

H-Cl = 432 kJ/mol

Reaksi pembentukan gas  $\text{CCl}_4$  sebagai berikut:  $\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CCl}_4(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g})$

Berapakah besar perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi pembentukan 1 mol gas  $\text{CCl}_4$ ?

A. +218 kJ

**B. -218 kJ**

C. +109 kJ

D. -109 kJ

E. +89 kJ



## Lampiran 08 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN  
(RPP)**

Sekolah : SMA Negeri 1 Negara  
Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI MIPA/Ganjil  
Materi Pokok : Termokimia  
Alokasi Waktu : 12 JP (12 x 45 Menit)

**A. Kompetensi Inti**

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.



## B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator
3.4. Membedakan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm berdasarkan hasil percobaan dan diagram tingkat energi.	3.4.1. Menjelaskan tentang reaksi eksoterm berdasarkan hasil percobaan 3.4.2. Menjelaskan tentang reaksi eksoterm berdasarkan diagram tingkat energi. 3.4.3. Menganalisis tentang reaksi endoterm berdasarkan hasil percobaan 3.4.4. Menganalisis tentang reaksi endoterm berdasarkan diagram tingkat energi.
3.5. Menentukan $\Delta H$ reaksi berdasarkan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.	3.5.1 Menghitung $\Delta H$ reaksi berdasarkan hukum Hess 3.5.2 Menghitung $\Delta H$ reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar 3.5.3 Menghitung $\Delta H$ reaksi berdasarkan data energi ikatan
4.4 Merancang, melakukan, menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm	4.4.1 Merancang percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm 4.4.2 Melakukan percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm 4.4.3 Menyimpulkan percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm 4.4.4 Menyajikan hasil percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm
4.5 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan $\Delta H$ suatu reaksi.	4.5.1 Merancang percobaan penentuan $\Delta H$ suatu reaksi 4.5.2 Melakukan percobaan penentuan $\Delta H$ suatu reaksi 4.5.3 Menyimpulkan percobaan penentuan $\Delta H$ suatu reaksi 4.5.4 Menyajikan hasil percobaan penentuan $\Delta H$ suatu reaksi.

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan mampu:

1. Bekerja sama, konsisten, disiplin, rasa percaya diri, dan toleransi dalam perbedaan strategi berpikir dalam memilih dan menerapkan strategi menyelesaikan masalah dalam pelajaran termokimia.
2. Berprilaku jujur, tangguh menghadapi masalah, kritis dan disiplin dalam melakukan tugas belajar termokimia

3. Bersikap tanggung jawab, rasa ingin tahu, jujur dan perilaku peduli lingkungan dalam belajar termokimia
4. Menjelaskan konsep entalpi dan perubahannya.
5. Membedakan reaksi endoterm dan reaksi eksoterm melalui percobaan.
6. Menuliskan persamaan termokimia dengan benar.
7. Menuliskan persamaan reaksi pembakaran dengan tepat.
8. Menghitung jumlah kalor melalui perhitungan secara kuantitatif.
9. Menghitung perubahan entalpi reaksi melalui percobaan.
10. Menentukan entalpi pembentukan dari persamaan termokimia.
11. Menggunakan hukum Hess dalam menentukan kalor reaksi.
12. Menggunakan Energi Ikatan dalam menentukan kalor reaksi.

#### D. Langkah-Langkah Pembelajaran

Pertemuan ke-1

Sub Materi: sistem, lingkungan energi dan kalor

Model Pembelajaran: Inkuiri Terbimbing

Alokasi waktu : 2 JP (2 x 45 menit)

TAHAPAN/SINTAKS	LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
PENDAHULUAN		
Orientasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengucapkan salam</li> <li>2. Guru mempersilahkan peserta didik untuk berdoa</li> <li>3. Guru menanyakan kabar peserta didik dan mengkondisikan kesiapan peserta didik sebelum memulai pelajaran</li> <li>4. Guru mengecek kehadiran peserta didik</li> </ol>	15 menit
Apersepsi	Guru memberikan apersepsi dengan menghubungkan materi sebelumnya dengan materi yang akan dibahas.	
Pemberian Acuan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas</li> <li>2. Guru memberitahukan tujuan pembelajaran</li> <li>3. Guru membagi siswa dalam beberapa</li> </ol>	

	kelompok	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Mengamati	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan secara singkat mengenai sistem, lingkungan, energi dan kalor.</li> <li>2. Peserta didik mengamati tahap “pendahuluan” pada LKS tentang sistem, lingkungan, energi dan kalor.</li> </ol>	60 menit
Menanya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing peserta didik untuk mengajukan pertanyaan</li> <li>2. Peserta didik mengajukan pertanyaan tentang sistem, lingkungan, energi dan kalor yang belum dipahami.</li> <li>3. Peserta didik menuliskan pertanyaan pada LKS <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Bagaimana membedakan antara sistem dan lingkungan?</i></li> <li>- <i>Bagaimana cara menentukan nilai perubahan entalpi?</i></li> </ul> </li> </ol>	
Mengumpulkan Informasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik melakukan studi literatur dari sumber belajar yang berkaitan dengan sistem, lingkungan, energi dan kalor.</li> <li>2. Guru mengawasi kegiatan peserta didik</li> </ol>	
Mengolah Informasi (Megasosiasi)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mendiskusikan hasil data/informasi yang sudah dikumpulkan pada kegiatan sebelumnya.</li> <li>2. Guru membimbing diskusi siswa</li> </ol>	
Menyajikan Informasi (Mengkomunikasikan)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.</li> <li>2. Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok</li> </ol>	
<b>PENUTUP</b>		
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahami.</li> <li>2. Guru dan peserta didik menyimpulkan materi tentang sistem, lingkungan, energi dan kalor</li> </ol>	15 menit

Pertemuan ke-2

Sub Materi: Reaksi Eksoterm Dan Reaksi Endoterm

Model Pembelajaran: Inkuiri Terbimbing

Alokasi waktu : 2 JP (2 x 45 menit)

TAHAPAN/SINTAKS	LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
<b>PENDAHULUAN</b>		
Orientasi	1. Guru mengucapkan salam 2. Guru mempersilahkan peserta didik untuk berdoa 3. Guru menanyakan kabar peserta didik dan mengkondisikan kesiapan peserta didik sebelum memulai pelajaran 4. Guru mengecek kehadiran peserta didik	15 menit
Apersepsi	Guru memberikan apersepsi dengan menghubungkan materi sebelumnya dengan materi yang akan dibahas.	
Pemberian Acuan	1. Guru memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas. 2. Guru memberitahukan tujuan pembelajaran 3. Guru membagi siswa dalam beberapa kelompok.	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Mengamati	1. Guru menjelaskan secara singkat mengenai reaksi eksoterm dan endoterm 2. Peserta didik mengamati fenomena pada LKS terkait materi reaksi eksoterm dan endoterm.	60 menit
Menanya	1. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan masalah dan hipotesis dari fenomena yang telah diamati. 2. Peserta didik merumuskan rumusan masalah pada LKS - <i>Apakah terjadi perubahan suhu pada reaksi eksoterm dan endoterm?</i> 3. Peserta didik merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat. - <i>Terjadi perubahan reaksi endoterm dengan reaksi eksoterm</i>	
Mengumpulkan Informasi (Eksperimen)	1. Peserta didik melakukan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm.	

	Tujuan percobaan membedakan reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan hasil percobaan. 2. Peserta didik mencatat hasil percobaan 3. Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan	
Mengolah Informasi (Mengasosiasi)	1. Peserta didik mendiskusikan hasil data/informasi yang sudah dikumpulkan pada kegiatan sebelumnya. 2. Guru membimbing diskusi siswa	
Menyajikan Informasi (Mengkomunikasikan)	1. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya. 2. Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok	
<b>PENUTUP</b>		
Penutup	1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahami. 2. Guru dan peserta didik menyimpulkan materi tentang reaksi eksoterm dan endoterm.	15 menit

### Pertemuan ke-3

Sub Materi: Entalpi standar dan penentuan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar

Model Pembelajaran: Inkuiri Terbimbing

Alokasi waktu : 2 JP (2 x 45 menit)

TAHAPAN/SINTAKS	LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
<b>PENDAHULUAN</b>		
Orientasi	1. Guru mengucapkan salam 2. Guru mempersilahkan peserta didik untuk berdoa 3. Guru menanyakan kabar peserta didik dan mengkondisikan kesiapan peserta didik sebelum memulai pelajaran 4. Guru mengecek kehadiran peserta didik	15 menit
Apersepsi	Guru memberikan apersepsi dengan menghubungkan materi sebelumnya dengan materi yang akan dibahas.	
Pemberian Acuan	1. Guru memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas	



	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru memberitahukan tujuan pembelajaran</li> <li>Guru membagi siswa dalam beberapa kelompok.</li> </ol>	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Mengamati	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru menjelaskan secara singkat mengenai entalpi standar dan penentuan <math>\Delta H</math> reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar</li> <li>Peserta didik mengamati tahap “pendahuluan” pada LKS terkait materi entalpi standar dan penentuan <math>\Delta H</math> reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar</li> </ol>	60 menit
Menanya	<ol style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mengajukan pertanyaan tentang materi yang belum dipahami dari apa yang diamati. <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Apa saja jenis-jenis perubahan entalpi standar?</i></li> <li><i>Apakah yang dimaksud keadaan standar?</i></li> <li><i>Bagaimana menentukan <math>\Delta H</math> reaksi dari data perubahan entalpi pembentukan standar?</i></li> </ul> </li> <li>Peserta didik menuliskan pertanyaan pada LKS</li> </ol>	
Mengumpulkan Informasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik melakukan studi literatur dari sumber belajar yang berkaitan dengan entalpi standar</li> <li>Guru mengawasi kegiatan peserta didik</li> </ol>	
Mengolah Informasi (Mengasosiasi)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mendiskusikan hasil data/informasi yang sudah dikumpulkan pada kegiatan sebelumnya.</li> <li>Guru membimbing diskusi peserta didik</li> </ol>	
Menyajikan Informasi (Mengkomunikasikan)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.</li> <li>Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok</li> </ol>	
<b>PENUTUP</b>		
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahami.</li> <li>Guru bersama dengan peserta didik menyimpulkan materi tentang entalpi standar.</li> </ol>	15 menit

Pertemuan ke-4

Sub Materi: Kalorimeter

Model Pembelajaran: Inkuiri Terbimbing

Alokasi waktu : 2 JP (2 x 45 menit)

TAHAPAN/SINTAKS	LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
<b>PENDAHULUAN</b>		
Orientasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengucapkan salam</li> <li>2. Guru mempersilahkan peserta didik untuk berdoa</li> <li>3. Guru menanyakan kabar peserta didik dan mengkondisikan kesiapan peserta didik sebelum memulai pelajaran</li> <li>4. Guru mengecek kehadiran peserta didik</li> </ol>	15 menit
Apersepsi	Guru memberikan apersepsi dengan menghubungkan materi sebelumnya dengan materi yang akan dibahas.	
Pemberian Acuan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas.</li> <li>2. Guru memberitahukan tujuan pembelajaran</li> <li>3. Guru membagi siswa dalam beberapa kelompok</li> </ol>	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Mengamati	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan secara singkat mengenai kalorimeter</li> <li>2. Peserta didik mengamati tahap “pendahuluan” pada LKS tentang kalorimeter</li> </ol>	60 menit
Menanya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan masalah dan hipotesis dari fenomena yang telah diamati.</li> <li>2. Peserta didik merumuskan rumusan masalah pada LKS <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apakah terjadi perubahan suhu setelah HCl ditambahkan dengan NaOH?</li> </ul> </li> <li>3. Peserta didik merumuskan hipotesis <ul style="list-style-type: none"> <li>- terjadi kenaikan suhu setelah HCl ditambahkan dengan NaOH</li> </ul> </li> </ol>	
Mengumpulkan Informasi (Eksperimen)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. guru membimbing peserta didik melakukan percobaan.</li> <li>2. Peserta didik melakukan percobaan kalorimeter.</li> </ol>	



	Tujuan percobaan menghitung perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) dengan kalorimeter sederhana 3. Peserta didik mencatat hasil percobaan	
Mengolah Informasi (Mengasosiasi)	1. Peserta didik mendiskusikan hasil data/informasi yang sudah dikumpulkan pada kegiatan sebelumnya. 2. Guru membimbing diskusi peserta didik	
Menyajikan Informasi (Mengkomunikasikan)	1. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya. 2. Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok	
<b>PENUTUP</b>		
Penutup	1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahami. 2. Guru dan peserta didik menyimpulkan materi kalorimeter	15 menit

Pertemuan ke-5

Sub Materi: Hukum Hess

Model Pembelajaran: Inkuiri Terbimbing

Alokasi Waktu : 2 JP (2 x 45 menit)

TAHAPAN/SINTAKS	LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
<b>PENDAHULUAN</b>		
Orientasi	1. Guru mengucapkan salam 2. Guru mempersilahkan peserta didik untuk berdoa 3. Guru menanyakan kabar peserta didik dan mengkondisikan kesiapan peserta didik sebelum memulai pelajaran 4. Guru mengecek kehadiran peserta didik	15 menit
Apersepsi	Guru memberikan apersepsi dengan menghubungkan materi sebelumnya dengan materi yang akan dibahas.	
Pemberian Acuan	1. Guru memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas 2. Guru memberitahukan tujuan pembelajaran 3. Guru membagi siswa dalam beberapa	

	kelompok	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Mengamati	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan secara singkat mengenai subbab hukum hess</li> <li>2. Peserta didik mengamati tahap “pendahuluan” pada LKS tentang penentuan nilai perubahan entalpi reaksi (<math>\Delta H</math>) berdasarkan Hukum Hess.</li> </ol>	60 menit
Menanya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membimbing peserta didik untuk mengajukan pertanyaan</li> <li>2. Peserta didik mengajukan pertanyaan terkait materi belum dipahami. <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Bagaimanakah bunyi hukum hess?</i></li> <li>- <i>Bagaimana cara menentukan nilai <math>\Delta H</math> reaksi berdasarkan Hukum Hess?</i></li> </ul> </li> <li>3. Peserta didik menuliskan pertanyaan pada LKS</li> </ol>	
Mengumpulkan Informasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik melakukan studi literatur dari sumber belajar yang berkaitan dengan penentuan nilai perubahan entalpi reaksi (<math>\Delta H</math>) berdasarkan Hukum Hess.</li> <li>2. Guru mengawasi kegiatan peserta didik</li> </ol>	
Mengolah Informasi (Mengasosiasi)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mendiskusikan hasil data/informasi yang sudah dikumpulkan pada kegiatan sebelumnya.</li> <li>2. Guru membimbing diskusi peserta didik</li> </ol>	
Menyajikan Informasi (Mengkomunikasikan)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.</li> <li>2. Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok</li> </ol>	
<b>PENUTUP</b>		
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahami.</li> <li>2. Guru bersama dengan peserta didik menyimpulkan materi hukum hess</li> </ol>	15 menit

Pertemuan ke-6

Sub Materi: Energi Ikatan

Model Pembelajaran: Inkuiri Terbimbing

Alokasi Waktu : 2 JP (2 x 45 menit)

TAHAPAN/SINTAKS	LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	ALOKASI WAKTU
<b>PENDAHULUAN</b>		
Orientasi	1. Guru mengucapkan salam 2. Guru mempersilahkan peserta didik untuk ber doa 3. Guru menanyakan kabar peserta didik dan mengkondisikan kesiapan peserta didik sebelum memulai pelajaran 4. Guru mengecek kehadiran peserta didik	15 menit
Apersepsi	Guru memberikan apersepsi dengan menghubungkan materi sebelumnya dengan materi yang akan dibahas.	
Pemberian Acuan	1. Guru memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas 2. Guru memberitahukan tujuan pembelajaran 3. Guru membagi siswa dalam beberapa kelompok	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Mengamati	1. Guru menjelaskan secara singkat mengenai subbab Energi Ikatan 2. Peserta didik mengamati tahap “pendahuluan” pada LKS tentang penentuan nilai perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) berdasarkan data Energi Ikatan	menit
Menanya	1. Guru membimbing peseta didik untuk mengajukan pertanyaan 2. Peserta didik mengajukan pertanyaan mengenai penentuan nilai perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) berdasarkan data Energi Ikatan. - <i>Bagaimanakah cara penentuan perubahan entalpi dengan menggunakan data energi ikatan?</i> 3. Peserta didik menuliskan pertanyaan pada LKS	
Mengumpulkan Informasi	1. Peserta didik melakukan studi literatur dari sumber belajar yang berkaitan dengan	

	<p>penentukan nilai perubahan entalpi reaksi (<math>\Delta H</math>) berdasarkan data Energi Ikatan</p> <p>2. Guru mengawasi kegiatan peserta didik</p>	
Mengolah Informasi (Mengasosiasi)	<p>1. Peserta didik mendiskusikan hasil data/informasi yang sudah dikumpulkan pada kegiatan sebelumnya.</p> <p>2. Guru membimbing diskusi peserta didik</p>	
Menyajikan Informasi (Mengkomunikasikan)	<p>1. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.</p> <p>2. Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok</p>	
<b>PENUTUP</b>		
Penutup	<p>1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahami.</p> <p>2. Guru bersama dengan peserta didik menyimpulkan penentuan nilai perubahan entalpi reaksi (<math>\Delta H</math>) berdasarkan data Energi Ikatan</p>	menit

Singaraja, 01 September 2021

Mengetahui

Guru Mata Pelajaran

Peneliti

Ida Bagus Gde Surya Putra Manuaba

NIP. 19900429 201903 1 007

Nia Nur Aini

NIM. 1713031002

## Lampiran 09 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Isi

## REKAPITULASI HASIL PENILAIAN AHLI MATERI

Aspek Validitas	LKS					
	1	2	3	4	5	6
<b>Kesesuaian Materi dengan KD</b>						
Kelengkapan materi	4	4	3	4	3	4
Keluasan materi	4	4	4	3	4	3
Kedalaman materi	3	3	4	4	3	4
<b>Keakuratan konsep isi/materi</b>						
Keakuratan teori, hukum, dan definisi	3	4	3	4	3	3
Keakuratan fakta	3	4	3	4	4	4
Keakuratan rumus	4	3	3	4	4	4
Keakuratan contoh	4	4	4	3	4	4
<b>Karakteristik Inkuiri terbimbing</b>						
Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa melakukan observasi (mengamati)	4	4	3	3	3	3
Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk merumuskan permasalahan (menanya)	3	4	3	4	3	3
Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk mengumpulkan informasi	3	4	3	3	3	3
Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk mengolah informasi (mengasosiasi)	3	4	3	4	4	4
Kegiatan dalam LKS mengarahkan siswa untuk menyajikan informasi (mengkomunikasikan)	4	4	4	4	4	4
<b>Rata-rata</b>	3,5	3,8	3,3	3,6	3,5	3,5
<b>Kriteria</b>	SV	SV	V	SV	SV	SV
<b>Rata-rata LKS</b>	3,5					
<b>Kriteria LKS</b>	SV					

Keterangan

SV = sangat valid



## Lampiran 10 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media

## REKAPITULASI HASIL PENILAIAN AHLI MEDIA

Aspek Validitas	LKS					
	1	2	3	4	5	6
<b>Desain Sampul LKS</b>						
Desain <i>cover</i> menggambarkan isi/materi LKS	3	4	3	4	4	4
Huruf yang digunakan dalam <i>cover</i> menarik dan mudah dibaca	3	3	3	3	3	2
Ukuran huruf judul LKS lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran huruf lainnya	3	3	3	2	2	3
<b>Desain Isi LKS</b>						
<i>Font</i> seperti ukuran dan warna huruf yang digunakan menarik	4	3	4	3	4	4
Penggunaan variasi huruf tidak berlebihan.	4	3	4	4	3	4
Spasi antara teks dan ilustrasi yang digunakan proporsional.	4	3	3	2	3	3
Ukuran gambar yang disajikan proporsional.	3	3	3	3	3	3
Tata letak gambar yang disajikan proporsional.	3	4	4	4	4	4
Gambar yang digunakan tepat sebagai ilustrasi	3	3	3	4	3	4
Rata-rata	3,25	3,25	3,20	3,15	3,25	3,30
Kriteria	V	V	V	V	V	V
Rata-rata LKS	3,20					
Kriteria LKS	V					

Keterangan

V = valid

## Lampiran 11 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Bahasa

## REKAPITULASI HASIL PENILAIAN AHLI BAHASA

Aspek Validitas	LKS					
	1	2	3	4	5	6
<b>Kesesuaian dengan kaidah bahasa.</b>						
Struktur kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata bahasa Indonesia.	3	4	3	4	4	4
Pilihan kata yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).	4	4	4	4	4	4
<b>Lugas</b>						
Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan.	4	4	4	4	3	3
Keefektifan kalimat.	4	4	3	4	4	4
<b>Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik</b>						
Kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat perkembangan kognisi peserta didik.	4	4	4	4	4	4
<b>Rata-rata</b>	3,8	4	3,6	4	3,8	3,8
<b>Kriteria</b>	SV	SV	SV	SV	SV	SV
<b>Rata-rata LKS</b>	3,8					
<b>Kriteria LKS</b>	SV					

Keterangan

SV = sangat valid



## Lampiran 12 Rekapitulasi Hasil Angket Respon Siswa

## REKAPITULASI HASIL ANGKET RESPON SISWA

NOMOR	NAMA LENGKAP	ASPEK													
		Kejelasan isi/materi					Kejelasan Tampilan				Kejelasan Bahasa			Ketertarikan	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
1	Anak Agung Ngurah Rai Bagus Wardana	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3
2	I Gede Tegar Chriasta Wiliantara	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
3	I Gusti Ayu Ngurah Pristya Sintya Dewi	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
4	I Putu Agus Adi Prihandana	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3
5	I Putu Artha Ari Purnama Yasa	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4
6	I Putu Gede Mardika Sastrawan	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
7	I Putu Leonardhi Randika	4	4	4	3	4	3	3	2	4	4	3	3	4	4
8	I Putu Suastika Pradnyana Putra	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4
9	I Putu Yoga Aditya Indra Pratama	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4
10	I Wayan Dharma Wismaya	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4
11	Ibnu Kawiriyana	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4
12	Ida Ayu Kade Pingkan Maha Dewi	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4
13	Ida Ayu Putu Diva Monika	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4
14	Ida Bagus Naradha Wedanta	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4
15	Kadek Dwi Susile	4	4	4	4	3	4	3	2	4	4	4	3	4	4
16	Ketut Agus Kevin Partha Aribawa	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4
17	Lilian Widjasa	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4

18	Ni Ketut Ayu Dewi Lestari	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3
19	Ni Komang Ayu Dewi Wira Suci	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4
20	Ni Komang Ayu Nindyawati	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4
21	Ni Komang Diah Sucianingsih	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3
22	Ni Komang Gista Triana Wati	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3
23	Ni Komang Mas Putriya Meilani	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4
24	Ni Komang Prema Sawitri	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4
25	Ni Komang Tri Indrayani	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
26	Ni Komang Trisna Dewi Angle Wirantari	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
27	Ni Luh Putu Deswinta Nadina Kusumastuti	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4
28	Ni Made Dinda Yastiti	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4
29	Ni Made Dwi Kartika Aprianti	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
30	Panda Komang Tri Prayuda	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4
31	Sista Arta Kresnandari	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
32	Tazzya Novela	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4
33	Valdis Arya Nugraha	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
Skor rata-rata per item		3,7	3,7	3,7	3,4	3,8	3,6	3,5	3,2	3,5	3,8	3,7	3,7	3,9	3,8
Skor rata-rata per aspek		<b>3,7</b>					<b>3,5</b>					<b>3,7</b>		<b>3,8</b>	
Skor rata-rata total		<b>3,6</b>													
Kriteria		<b>Sangat Praktis</b>													

## Lampiran 13 Rekapitulasi Hasil Angket Respon Guru

## REKAPITULASI HASIL ANGKET RESPON GURU

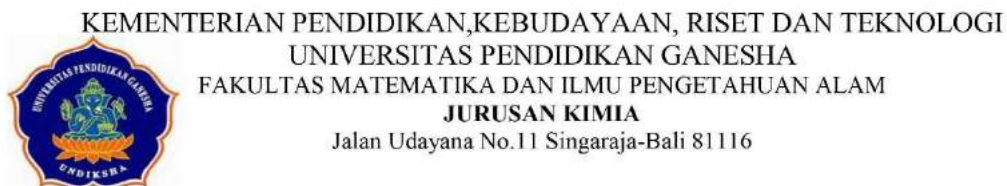
No	Nama lengkap	Sekolah	Aspek											
			Kejelasan isi/materi					Kejelasan Tampilan				Kejelasan Bahasa		
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1	Muhammad Adib Syukron, S.Pd	Man 1 Jembrana	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3
2	Sri Purnawati, S.Pd	Man 1 Jembrana	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4
3	Hendah Tri Sulyantari, S.Pd	Man 1 Jembrana	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4
4	Yogi Setiawan, S.Pd	Man 2 Jembrana	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4
5	Ahadiyah Noer Hafasari, S.Pd	MAN 2 JEMBRANA	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4
6	Drs.Ida Bagus Putu Siwa, M.Pd.	SMA NEGERI 1 NEGARA	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4
7	Surya Putra Manuaba, S.Pd	SMAN 1 NEGARA	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4
8	Suwidyastuti, S.Pd	SMAN 1 NEGARA	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4
9	Putu Wahyuni, S.Pd	SMAN 2 Negara	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4
10	Ida Ayu Kde Sastrika, S.Pd	SMAN 2 Negara	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4
Skor rata-rata per item			3,6	4	3,8	3,1	3,8	3,7	3,3	3,4	3,4	3,9	3,4	3,9
Skor rata-rata per aspek			<b>3,6</b>					<b>3,4</b>				<b>3,7</b>		
Skor rata-rata total			<b>3,5</b>											
Kriteria			<b>Sangat Praktis</b>											

## Lampiran 14 Rekapitulasi Hasil Tes Belajar Siswa

## REKAPITULASI HASIL TES BELAJAR SISWA

NOMOR	NAMA LENGKAP	PRETES	POSTES
1	Anak Agung Ngurah Rai Bagus Wardana	50	80
2	Dw. A. Md. Sista Arta Kresnandari	45	85
3	I Gede Tegar Chriasta Wiliantara	80	100
4	I Gusti Ayu Ngurah Pristya Sintya Dewi	50	80
5	I Putu Agus Adi Prihandana	65	70
6	I Putu Artha Ari Purnama Yasa	45	75
7	I Putu Gede Mardika Sastrawan	65	90
8	I Putu Leonardhi Randika	50	70
9	I Putu Suastika Pradnyana Putra	60	90
10	I Putu Yoga Aditya Imdra Pratama	70	85
11	I Wayan Dharma Wismaya	55	70
12	Ibnu Kawiriyani	75	90
13	Ida Ayu Kade Pingkan Maha Dewi	75	100
14	Ida Ayu Putu Diva Monika	75	90
15	Ida Bagus Naradha Wedanta	60	70
16	Kadek Duwi Susile	65	90
17	Ketut Agus Kevin Partha Aribawa	75	85
18	Lilian Widjasa	55	80
19	Ni Ketut Ayu Dewi Lestari	50	65
20	Ni Komang Ayu Dewi Wira Suci	55	85
21	Ni Komang Ayu Nindyawati	55	95
22	Ni Komang Diah Sucianingsih	100	100
23	Ni Komang Gista Triana Wati	80	90
24	Ni Komang Mas Putriya Meilani	80	100
25	Ni Komang Prema Sawitri	75	90
26	Ni Komang Tri Indrayani	70	85
27	Ni Komang Trisna Dewi Angle Wirantari	60	85
28	Ni Luh Putu Deswinta Nadina Kusumastuti	75	80
29	Ni Made Dinda Yastiti	65	100
30	Ni Made Dwi Kartika Aprianti	70	90
31	Panda Komang Tri Prayuda	60	90
32	Tazzya Novela	60	90
33	Valdis Arya Nugraha	60	80
LULUS KKM		10 siswa	28 siswa
TIDAK LULUS KKM		23 siswa	5 siswa

## Lampiran 15 Surat Pengantar Validasi Ahli Isi



No. : 21/UN48.9.8/TU/2021 3 September 2021  
Lamp. :  
Hal. : Permohonan sebagai validator

Kepada Yth. Bapak I Nyoman Selamat, S.Si., M.Si.

di

Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa atas nama

Nama : Nia Nur Aini  
Nim : 1713031002  
Prodi : Pendidikan Kimia

Kami mohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli materi pada skripsi yang berjudul Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis inkuiri terbimbing pokok bahasan termokimia SMA/MA untuk meningkatkan hasil belajar siswa

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Ketua

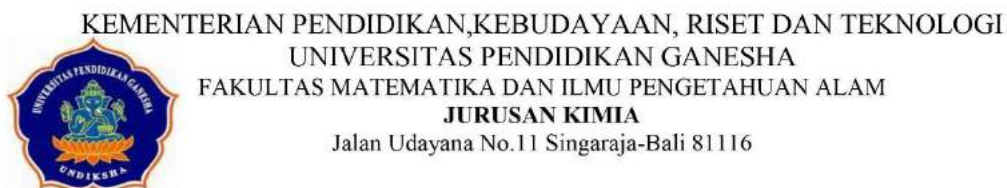
I Ketut Suidiana  
NIP 196310231991031001

Sekretaris

I Wayan Suja  
NIP.196703201993031002



## Lampiran 16 Surat Pengantar Validasi Ahli Media



No. : 22/UN48.9.8/TU/2021 3 September 2021  
Lamp. :  
Hal. : Permohonan sebagai validator

Kepada Yth. Bapak Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si.

di

Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa atas nama

Nama : Nia Nur Aini  
Nim : 1713031002  
Prodi : Pendidikan Kimia

Kami mohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli media pada skripsi yang berjudul Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis inkuiri terbimbing pokok bahasan termokimia SMA/MA untuk meningkatkan hasil belajar siswa

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Ketua

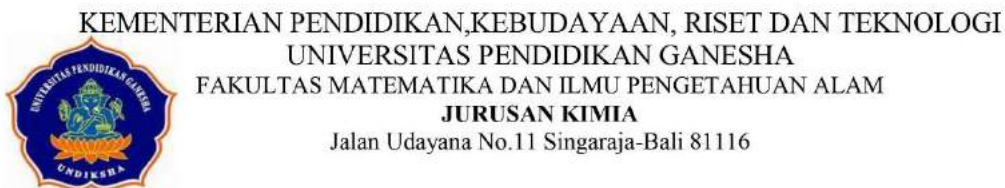
I Ketut Suidiana  
NIP 196310231991031001

Sekretaris

I Wayan Suja  
NIP.196703201993031002



## Lampiran 17 Surat Pengantar Validasi Ahli Bahasa



No. : 23/UN48.9.8/TU/2021 3 September 2021  
 Lamp. :  
 Hal. : Permohonan sebagai validator

Kepada Yth. Bapak I Made Astika, S.Pd., M.A

di

Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa atas nama

Nama : Nia Nur Aini  
 Nim : 1713031002  
 Prodi : Pendidikan Kimia

Kami mohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli bahasa pada skripsi yang berjudul Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis inkuiri terbimbing pokok bahasan termokimia SMA/MA untuk meningkatkan hasil belajar siswa

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Ketua

I Ketut Suidiana  
 NIP 196310231991031001

Sekretaris

I Wayan Suja  
 NIP.196703201993031002

## Lampiran 18 Surat Pengantar Melakukan Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

Alamat : Jalan Udayana Singaraja-Bali  
 Telepon (0362) 25072 Fax. (0362) 25335 Pos 81116

Nomor : 151./UN48.9.1/TU/..2021  
 Lampiran : -  
 Perihal : Permohonan izin penelitian

Singaraja, 29 Maret 2021

Kepada

Yth Kepala SMAN 1 Negara  
 di Jl Ngurah Rai no. 155,  
 Dauhwaru

Dengan hormat, dalam rangka melengkapi persyaratan perkuliahan/penyusunan makalah/tesis/skripsi/tugas akhir \*), bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan informasi atau data yang diperlukan kepada mahasiswa berikut.

Nama : Nia Nur Aini  
 NIM : 1713031002  
 Program Studi : Pendidikan Kimia



Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



**Dr. I Wayan Sukra Warpala, S.Pd., M.Sc.**  
 NIP. 19671013 199403 1001

Catatan :\*) coret yang tidak perlu

## Lampiran 19 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian

PEMERINTAH PROVINSI BALI  
 DINAS PENDIDIKAN KEPEMUDAAN DAN OLARHAGA  
 SMA NEGERI 1 NEGARA  
 Jalan Ngurah Rai Nomor 155, Dauhwaru, Jembrana, Bali 82217, Telepon (0365) 43309  
 Website : [www.sman1negara.sch.id](http://www.sman1negara.sch.id) Email : [smanegeri1negara@yahoo.co.id](mailto:smanegeri1negara@yahoo.co.id)

---

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 420 / 103 / SMAN1Negara

Yang bertanda tangan di bawah ini :


Nama : Drs. I Putu Prapta Arya, M.Pd  
 NIP : 19631010 199412 1 001  
 Jabatan : Kepala Sekolah


Menerangkan bahwa mahasiswa Universitas Pendidikan Ganesha di bawah ini :

Nama : Nia Nur Aini  
 NIM : 1713031002  
 Jurusan / Fakultas : Pendidikan kimia / Matematika dan Ilmu Pengetahuan

Telah Melakukan Penelitian Pengambilan Data Untuk Persyaratan Perkuliahan Penyusunan Sekripsi di SMA Negeri 1 Negara dari tanggal 18, 19 dan 22 September 2021

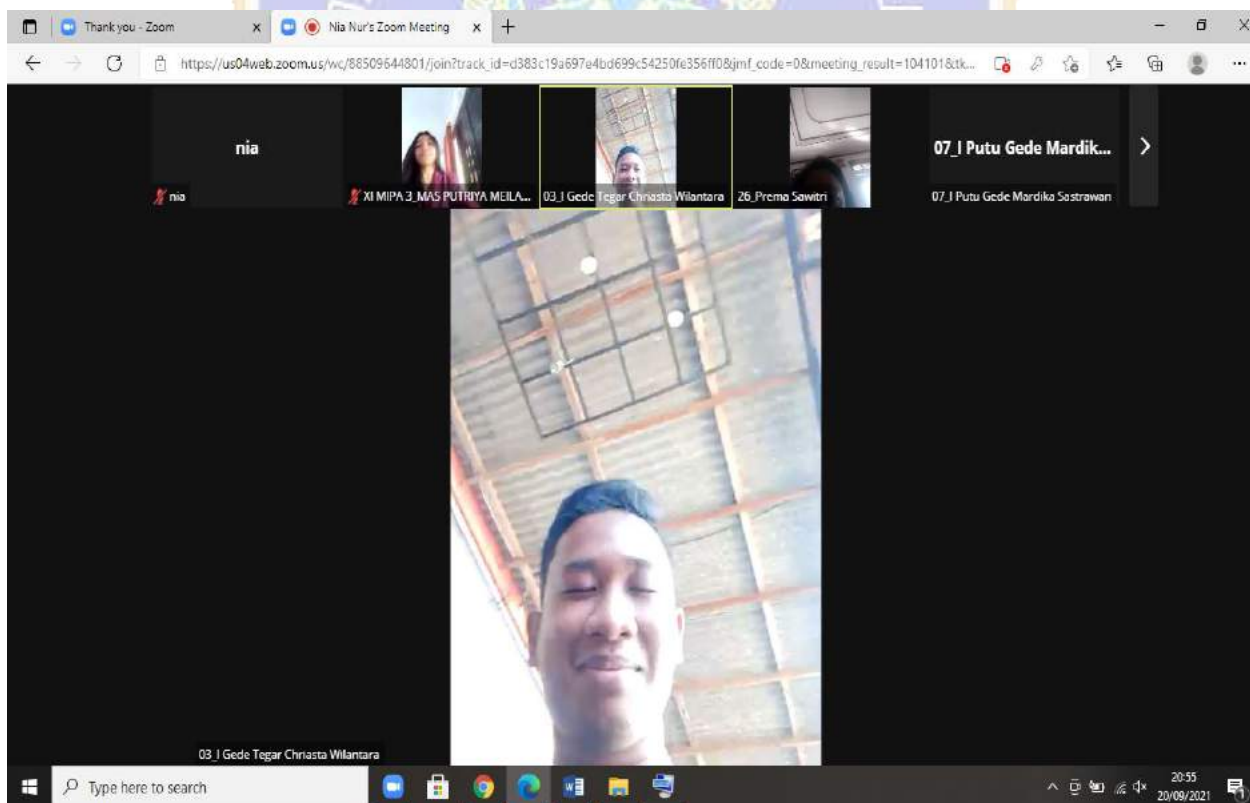
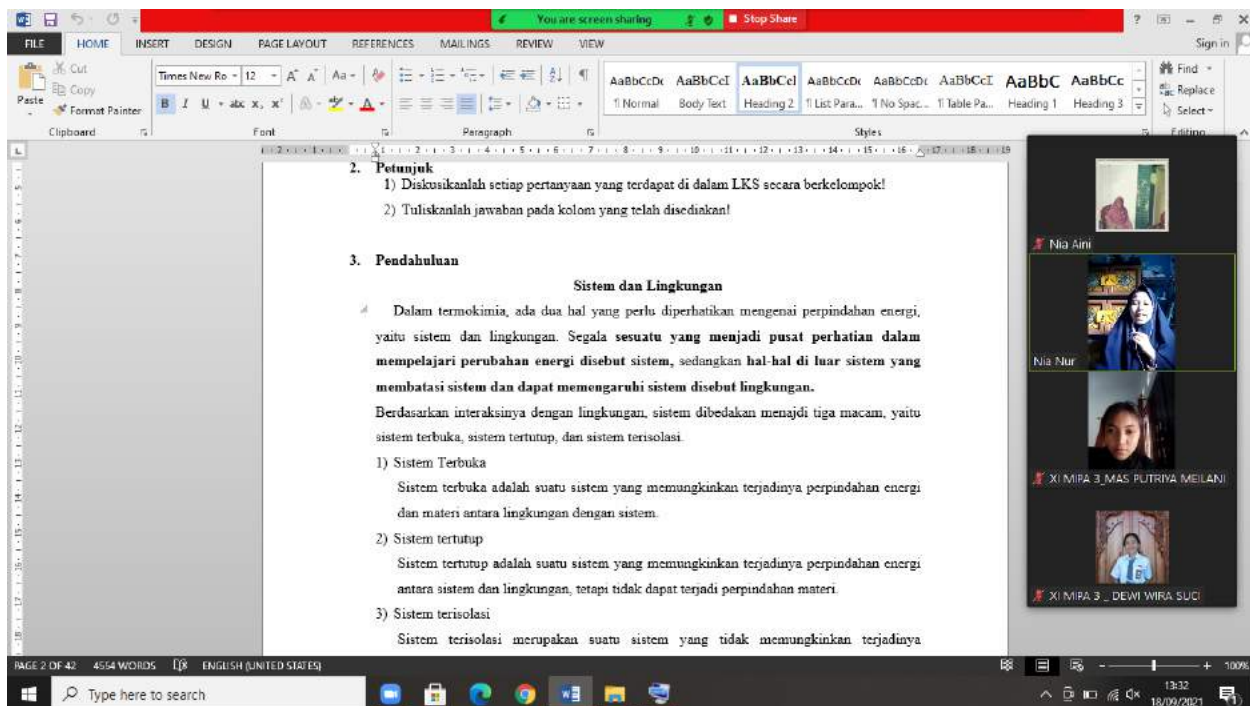
Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Jembrana, 24 September 2021  
 Kepala SMA Negeri 1 Negara  
  
**Drs. I Putu Prapta Arya, M.Pd**  
 NIP. 19631010 199412 1 001

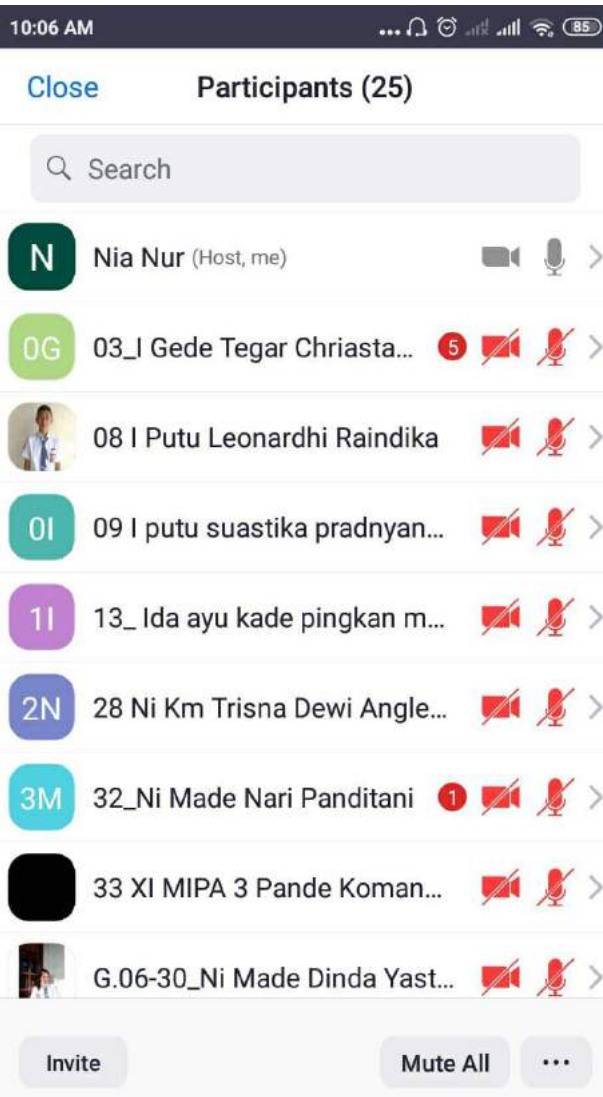


Lampiran 20 Dokumentasi

DOKUMENTASI







# LKS TERMOKIMIA

## BERBASIS INKUIRI TERBIMBING

SMA KELAS XI  
SEMESTER 1



PENYUSUN  
NIA NUR AINI





## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Lembar Kerja Siswa (LKS).

LKS ini merupakan suatu media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran kimia khususnya pada pokok bahasan Termokimia kelas XI semester 1. LKS ini terdiri atas kegiatan 5M yang bertujuan untuk memecahkan sebuah masalah.

Penulis berharap LKS ini dapat bermanfaat dalam kegiatan pembelajaran dan memberikan alternatif pembelajaran yang inovatif. Sekalipun demikian, penulis tetap mengharapkan kritik konstruktif dari pembaca demi penyempurnaan LKS ini lebih lanjut.

Singaraja, Agustus 2021

Penulis,



## *DAFTAR ISI*

PRAKATA

i

DAFTAR ISI

ii

SISTEM, LINGKUNGAN, ENERGI DAN KALOR

1

REAKSI EKSOTERM DAN ENDOTERM

8

ENTALPI STANDAR

18

KALORIMETER

24

HUKUM HESS

30

ENERGI IKATAN

35



# LKS 1

## SISTEM, LINGKUNGAN, ENERGI DAN KALOR

Nama Kelompok: 1.....

2.....

3.....

Kelas: XI

Waktu: 2 x 45 menit





## 1. Tujuan Pembelajaran

- 1) Peserta didik mampu membedakan sistem dan lingkungan.
- 2) Peserta didik mampu membedakan sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi.
- 3) Peserta didik mampu menjelaskan hukum/asas kekekalan energi.
- 4) Peserta didik mampu membedakan entalpi dan perubahan entalpi.

## 2. Petunjuk

- 1) Diskusikanlah setiap pertanyaan yang terdapat di dalam LKS secara berkelompok!
- 2) Tuliskanlah jawaban pada kolom yang telah disediakan!

## 3. Pendahuluan

### Sistem dan Lingkungan

Dalam termokimia, ada dua hal yang perlu diperhatikan mengenai perpindahan energi, yaitu sistem dan lingkungan. Segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam mempelajari perubahan energi disebut sistem, sedangkan hal-hal di luar sistem yang membatasi sistem dan dapat memengaruhi sistem disebut lingkungan.

Berdasarkan interaksinya dengan lingkungan, sistem dibedakan menjadi tiga macam, yaitu sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi.

#### 1) Sistem Terbuka.

Sistem terbuka adalah suatu sistem yang memungkinkan terjadinya perpindahan energi dan materi antara lingkungan dengan sistem.

#### 2) Sistem tertutup.

Sistem tertutup adalah suatu sistem yang memungkinkan terjadinya perpindahan energi antara sistem dan lingkungan, tetapi tidak dapat terjadi perpindahan materi.

#### 3) Sistem terisolasi.

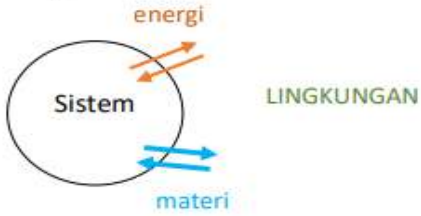
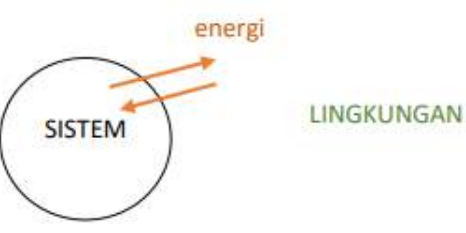

Sistem terisolasi merupakan suatu sistem yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan energi dan materi antara sistem dengan lingkungan.

Ilustrasi perpindahan energi dan materi pada sistem dapat dilihat pada tabel 1.



**Tabel 1**

**Ilustrasi Perpindahan Energi Dan Materi**

ILUSTRASI	KETERANGAN
<p><b>1. Sistem terbuka</b></p> 	Terjadi perpindahan energi dan materi antara lingkungan dengan sistem.
<p><b>2. Sistem tertutup</b></p> 	Terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungan, tetapi tidak dapat terjadi perpindahan materi.
<p><b>3. Sistem terisolasi</b></p> 	Tidak terjadi perpindahan energi dan materi antara sistem dengan lingkungan.

**Energi dan Entalpi**

Hukum I Termodinamika pada dasarnya merupakan hukum kekekalan energi, yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah bentuknya dari satu jenis energi ke jenis energi yang lain. Sebagai contoh dari hukum kekekalan energi dapat dilihat pada proses terjadinya perubahan energi berikut.

Sinar matahari (energi panas) mengenai daun untuk proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat (energi kimia). Selanjutnya, karbohidrat dikonsumsi manusia



untuk kelangsungan hidupnya. Di dalam tubuh manusia, karbohidrat dibakar untuk menghasilkan energi kalor yang digunakan untuk aktifitas (energi gerak) manusia. Melalui aktifitas (energi gerak), manusia dapat mengubah bahan bakar (energi kimia) menjadi energi kalor.

Setiap zat memiliki energi yang berbeda didalamnya dalam berbagai bentuk energi. Kalor adalah energi yang berpindah dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya, dari suhu yang lebih tinggi ke yang lebih rendah. Apabila suatu zat menyerap kalor, suhu zat akan naik, begitu pula sebaliknya. Jika suatu zat melepaskan kalor, suhu zat akan turun.

Jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan oleh suatu sistem dapat ditentukan melalui percobaan. Besarnya kalor dapat dihitung dengan rumus:  $q = m \cdot c \cdot \Delta T$ .

Keterangan

$q$  = kalor yang diserap atau dibebaskan

$m$  = massa (g)

$c$  = kalor jenis zat ( $J/g^{\circ}C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$ )

Hukum I Termodinamika pada dasarnya merupakan hukum kekekalan energi, yang menyatakan bahwa energi dapat diubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain, tetapi energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. 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  $\Delta E$ , 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 mampu memberikan tekanan ( $P$ ) yang diakibatkan karena perubahan volume ( $\Delta V$ ). 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 ( $w$ ) bernilai = 0. Sehingga besarnya  $\Delta E$  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 (E), entalpi tidak dapat diukur besarnya, yang dapat ditentukan besarnya adalah perubahan entalpi ( $\Delta H$ ). 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:  $\Delta H = \Sigma H \text{ akhir} - \Sigma H \text{ awal}$ .

#### 4. Pertanyaan

Buatlah pertanyaan berdasarkan pencermatan kalian terkait sistem dan lingkungan serta energi dan kalor di atas!

- 1) Apakah yang dimaksud sistem dan lingkungan?
- 2) Bagaimana cara menentukan nilai perubahan entalpi?

#### 5. Mengumpulkan data



Untuk menjawab pertanyaan di atas, bacalah buku kimia untuk SMA/MA kelas XI, karangan Ari Harianto dan Ruminten, penerbit Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Diskusikan bersama kelompok kalian!

#### 6. Analisis Data



Berdasarkan informasi dari buku sumber yang dibaca, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini untuk memperkuat pemahaman!

1. Jelaskan yang dimaksud dengan sistem dan lingkungan!

Jawaban: Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian, lingkungan adalah hal-hal di luar sistem yang membatasi sistem dan dapat memengaruhi sistem.



2. Perhatikan gambar a) kayu terbakar, b) air es. Tentukan sistem dan lingkungan dari gambar tersebut!



Jawaban: sistem untuk gambar a adalah kayu yang terbakar, sedangkan sistem pada gambar b adalah air dan es dalam gelas. Lingkungan gambar a adalah udara di luar, lingkungan pada gambar b adalah gelas dan udara di luar.

3. Perhatikan gambar di atas, a) kopi dalam cangkir terbuka, b) kopi dalam cangkir tertutup, c) air pada termos. Dari gambar tersebut, tentukan manakah yang termasuk sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi! Sertakan alasannya!



Jawaban:

Gambar a merupakan sistem terbuka karena terjadi pertukaran materi dan energi. Gambar b merupakan sistem tertutup karena terjadi pertukaran energi, tetapi tidak terjadi pertukaran materi. Gambar c merupakan sistem terisolasi karena tidak terjadi pertukaran materi dan energi.

4. Bagaimana bunyi hukum kekekalan energi?

Jawaban: energi dapat diubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain, tetapi energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

5. Jelaskan yang dimaksud kalor, dan energi dalam!

Jawaban: Kalor ( $q$ ) adalah perpindahan energi panas atau termal, dari dua benda yang berbeda suhunya. Energi dalam ( $E$ ) adalah energi yang tersimpan dalam suatu zat.

6. Hitunglah jumlah kalor yang diperlukan untuk memanaskan 200 gram air dari suhu  $25^{\circ}\text{C}$  menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  (kalor jenis air  $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ )



Jawaban:

$$\text{Massa air (m)} = 200 \text{ g}$$

$$\text{Kalor jenis air (c)} = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C}$$

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

$$q = 200 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot 75^\circ\text{C}$$

$$q = 62700 \text{ J} = 62,7 \text{ kJ}$$

7. Suatu reaksi dalam sistem menyerap kalor 100 kJ dan melakukan kerja sebanyak 50 kJ.

Tentukan nilai  $\Delta E$ ,  $q$  dan  $w$  reaksi!

Jawaban:

$$q = 100 \text{ kJ} \quad w = -50 \text{ kJ}$$

$$\Delta E = q + w = 100 \text{ kJ} + (-50 \text{ kJ}) = 50 \text{ kJ}$$

8. Suatu reaksi yang berlangsung pada tekanan tetap melepas kalor 100 kJ dan sistem melakukan kerja 20 kJ. Tentukan nilai  $\Delta H$ ,  $\Delta E$ ,  $q$  dan  $w$ !

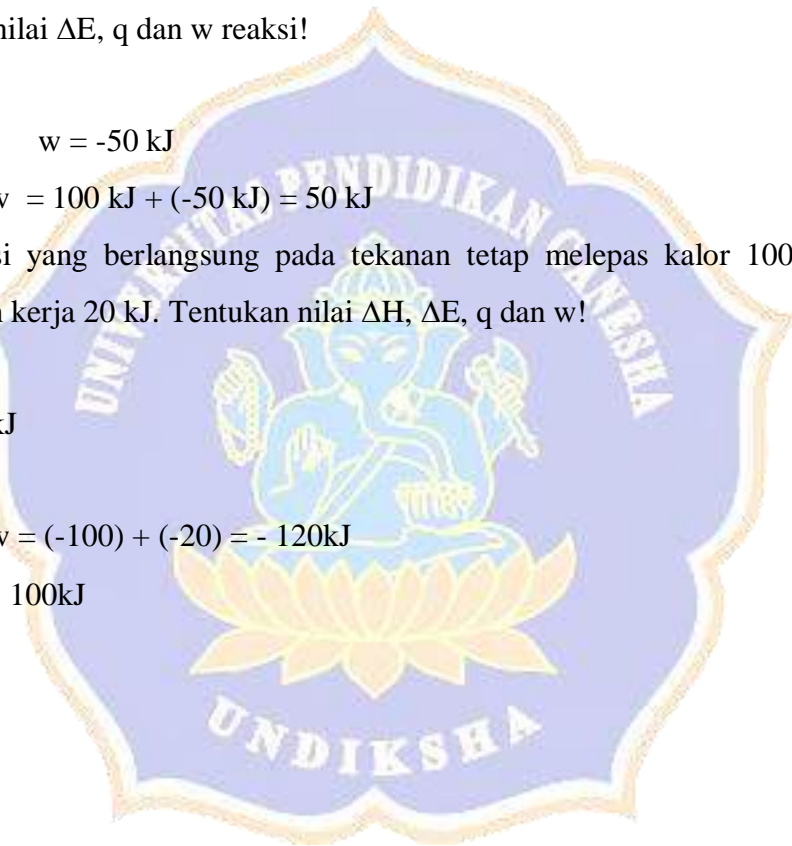
Jawaban:

$$q = -100 \text{ kJ}$$

$$w = -20 \text{ kJ}$$

$$\Delta E = q + w = (-100) + (-20) = -120 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = q = -100 \text{ kJ}$$





## LKS 2

### REAKSI EKSO TERM DAN ENDO TERM

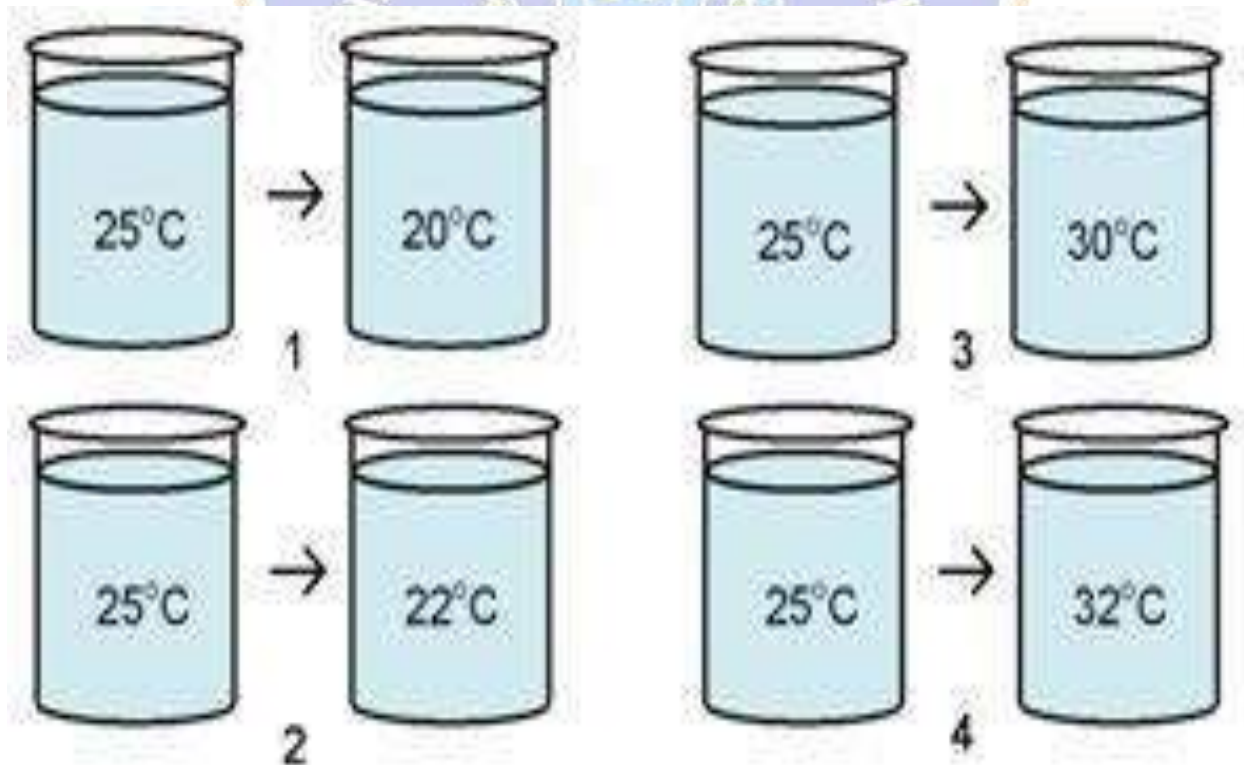
Nama Kelompok: 1.....

2.....

3.....

Kelas: XI

Waktu: 2 x 45 menit





### 1. Tujuan Pembelajaran

- 1) Peserta didik mampu membedakan antara reaksi eksoterm dan reaksi endoterm berdasarkan percobaan.
- 2) Peserta didik mampu membedakan antara reaksi eksoterm dan reaksi endoterm berdasarkan diagram tingkat energi.
- 3) Peserta didik mampu menuliskan persamaan termokimia.

### 2. Petunjuk

- 1) Diskusikan setiap pertanyaan yang terdapat di dalam LKS secara berkelompok!
- 2) Tulislah jawaban pada kolom yang telah disediakan!

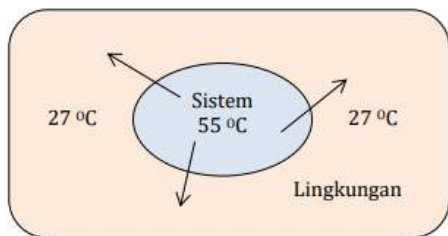
### 3. Pendahuluan

#### ❖ KEGIATAN 1

#### REAKSI EKSOTERM DAN ENDOTERM

Setelah memahami materi entalpi dan perubahannya, 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 dua kemungkinan perbedaan suhu, yaitu suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan atau suhu sistem yang lebih rendah dari suhu lingkungan.

#### 1. Reaksi Eksoterm



Reaksi eksoterm adalah reaksi yang melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan. Pada keadaan di mana suhu sistem lebih tinggi maka akan terjadi perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan, seperti yang

ditunjukkan pada tanda panah pada gambar di samping. Ciri reaksi eksoterm ini terjadi pada reaksi yang mengalami kenaikan suhu sehingga kalor dilepaskan dari sistem ke lingkungan. 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 ( $\Delta H$ ) adalah:



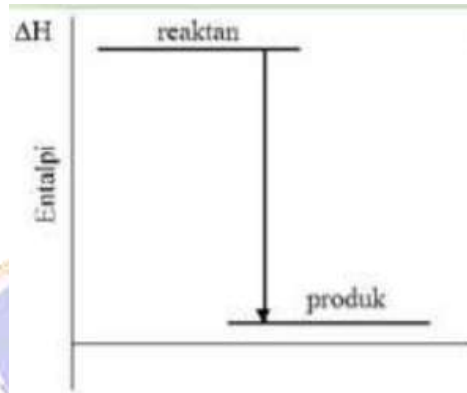


$$\Delta H = H \text{ akhir} - H \text{ awal}$$

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

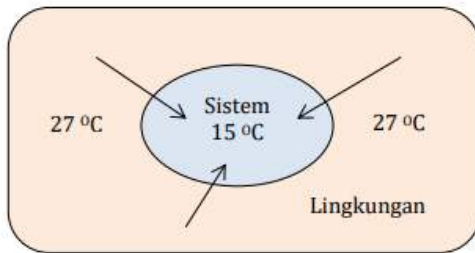
$$\Delta H < 0, \text{ atau bertanda negatif } (-)$$

Dengan demikian pada reaksi eksoterm besarnya nilai perubahan entalpi bertanda negatif. Diagram tingkat energi untuk reaksi eksoterm sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram tingkat energi reaksi eksoterm

## 2. Reaksi Endoterm



Reaksi endoterm adalah reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan ke sistem. Pada keadaan di mana suhu sistem lebih rendah dari suhu lingkungan maka akan terjadi perpindahan kalor dari lingkungan

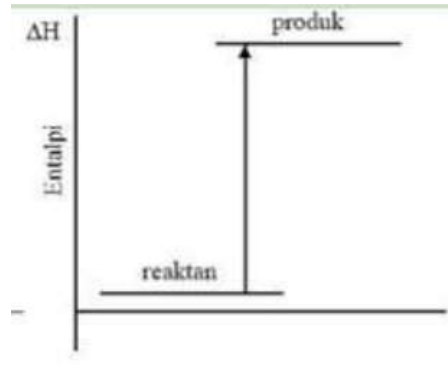
menuju sistem, seperti yang ditunjukkan pada tanda panah pada gambar di samping. Ciri reaksi endoterm ini terjadi pada reaksi yang mengalami penurunan suhu sehingga kalor berpindah dari lingkungan ke sistem. Pada keadaan seperti ini kalor sistem bertambah, maka entalpi akhir reaksi akan menjadi lebih besar dibanding entalpi awal sebelum reaksi. Dengan demikian besarnya perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) adalah:

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

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

$$\Delta H > 0, \text{ atau bertanda positif } (+)$$

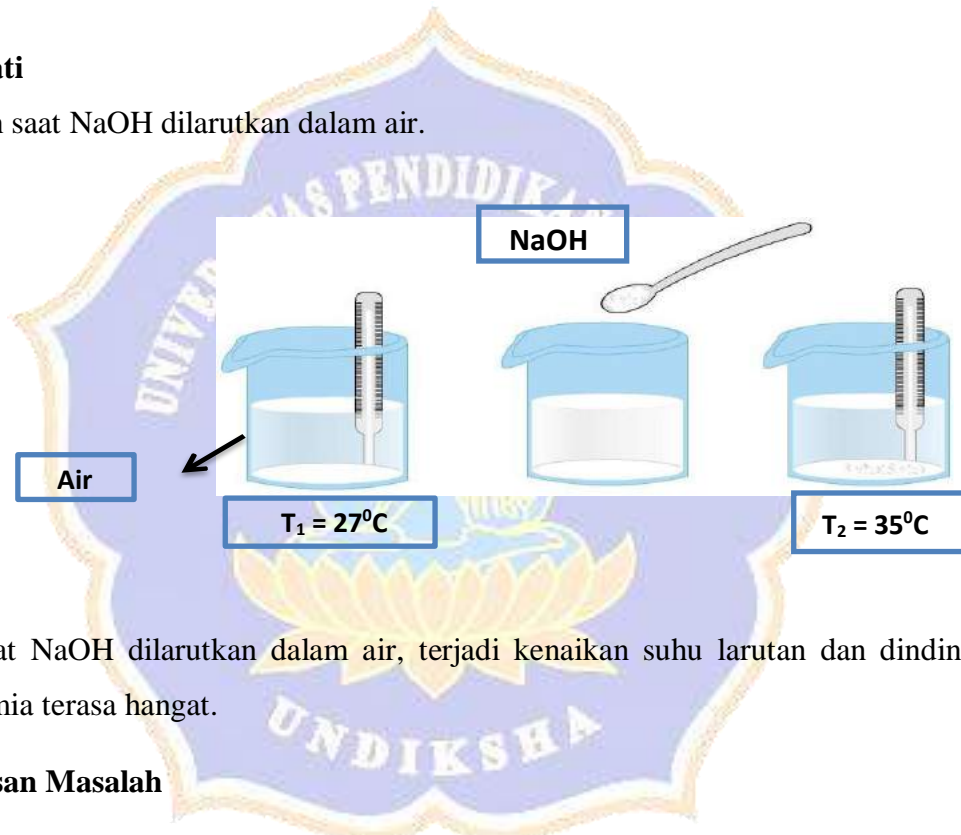
Dengan demikian pada reaksi endoterm besarnya nilai perubahan entalpi bertanda positif. Diagram tingkat energi untuk reaksi endoterm sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram tingkat energi reaksi endoterm

#### 4. Mengamati

Perhatikan saat NaOH dilarutkan dalam air.



Saat NaOH dilarutkan dalam air, terjadi kenaikan suhu larutan dan dinding gelas kimia terasa hangat.

#### 5. Rumusan Masalah



Berdasarkan pengamatan di atas, buatlah rumusan masalah!

1. Apakah terjadi perubahan suhu pada reaksi eksoterm dan endoterm?



## 6. Hipotesis



Buatlah hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat!

Hipotesis: terjadi perubahan reaksi endoterm dengan reaksi eksoterm.

## 7. Percobaan

### Rancangan Percobaan 1

Larutan HCl dapat bereaksi dengan Mg. Pada reaksi ini, terjadi perpindahan kalor yang dapat diukur dengan mengamati perubahan suhu.

Catatan: Apabila pembelajaran dilaksanakan secara daring atau *online*, maka tahap percobaan dapat dilihat melalui *youtube* pada link berikut:

<https://youtu.be/eOcepXX6BBM>

#### a. Tujuan percobaan

Setelah melakukan percobaan, siswa diharapkan mampu membedakan reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan hasil percobaan.

Untuk melakukan percobaan ini, alat dan bahan yang diperlukan yaitu:

#### b. Alat dan bahan

Alat	Jumlah	Bahan	Jumlah
Tabung reaksi	1 buah	Larutan HCl 1 M	5 mL
Pipet tetes	1 buah	Pita Mg	5 cm
Gelas ukur 5 mL	1 buah		
Pengaduk	1 buah		
Termometer	1 buah		



c. Prosedur percobaan

1. Ambil 5 mL larutan HCl 1M.
2. Masukkan larutan HCl ke dalam tabung reaksi.
3. Ukur suhu larutan HCl dan catat suhu larutan HCl.
4. Siapkan pita Mg 5 cm.
5. Masukkan pita Mg ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan HCl dan amati reaksi yang terjadi.
6. Ukur suhu akhir larutan.

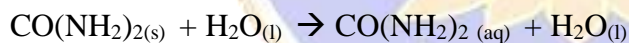
d. Data pengamatan

Catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan yang sudah disediakan di bawah ini!

Suhu awal larutan	Suhu akhir larutan
HCl = 28°C	HCl + Mg = 32°C

**Rancangan Percobaan 2**

Percobaan kedua adalah pelarutan urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) kedalam air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Pada pelarutan urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) dengan air, terjadi perpindahan kalor yang dapat diukur dengan mengamati perubahan suhu. Persamaan reaksi antara air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) yaitu:



Untuk melakukan percobaan ini, alat dan bahan yang diperlukan yaitu:

a. Alat dan bahan

Alat	Jumlah	Bahan	Jumlah
Tabung reaksi	1 buah	Aquades	10 mL
Pipet tetes	1 buah	Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )	Secukupnya
Gelas ukur 10 mL	1 buah		
Pengaduk	1 buah		
Termometer	1 buah		
Spatula	1 buah		



b. Prosedur percobaan

1. Ambil 10 mL aquades dan masukkan ke dalam tabung reaksi.
2. Ukur suhu aquades dengan termometer dan catat suhu aquades.
3. Masukkan 10 spatula urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) ke dalam tabung reaksi.
4. Aduk larutan hingga larut.
5. Amati reaksi yang terjadi.
6. Ukur suhu larutan kembali.

c. Data pengamatan

Setelah melakukan percobaan, catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan yang sudah disediakan di bawah ini!

Suhu awal larutan	Suhu akhir larutan
Air = 28 °C	Air + urea = 23 °C

8. Analisis Data



Lakukan analisis terhadap data pengamatan yang telah diperoleh dari hasil percobaan yang sudah dilakukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Tentukan mana yang merupakan sistem dan lingkungan dari percobaan 1 dan mana yang merupakan sistem dan lingkungan dari percobaan 2 yang telah kalian lakukan!

Jawaban: Pada percobaan 1, sistemnya adalah larutan  $\text{MgCl}$ , sedangkan lingkungannya adalah tabung reaksi. Pada percobaan 2, sistemnya adalah larutan urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), sedangkan lingkungannya adalah tabung reaksi.

2. a. Bagaimana perubahan suhu ketika  $\text{HCl}$  dan  $\text{Mg}$  dicampurkan?  
b. Bagaimana perubahan suhu ketika aquades dan ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) dicampurkan?

Jawaban: Pada percobaan 1 terjadi kenaikan suhu sistem, sedangkan pada percobaan 2 terjadi penurunan suhu sistem.

3. Bagaimana hubungan antara perpindahan kalor dan perubahan suhu yang terjadi pada percobaan 1 dan 2?

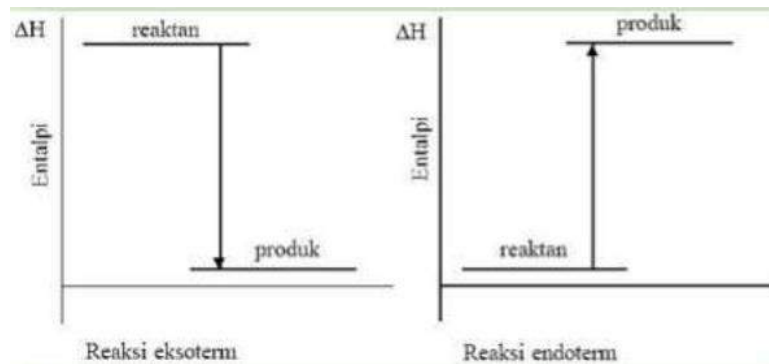




Jawaban: Pada percobaan 1 terjadi kenaikan suhu sistem artinya terjadi pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan, sedangkan pada percobaan 2 terjadi penurunan suhu sistem artinya terjadi penyerapan kalor dari lingkungan ke sistem.

4. Tentukan mana yang termasuk reaksi eksoterm dan endoterm pada percobaan 1 dan 2!

Jawaban: Percobaan 1 merupakan reaksi eksoterm, sedangkan percobaan 2 merupakan reaksi endoterm.



5. Berdasarkan diagram energi di atas, bagaimana perubahan entalpi masing-masing reaksi terkait reaktan dan produknya? Tuliskan pula nilai entalpinya!

Jawaban:

Pada reaksi eksoterm, entalpi sistem sebelum reaksi (reaktan) lebih besar daripada entalpi sistem sesudah reaksi (produk) maka entalpi sistem negatif. Entalpi sistem berkurang sehingga nilai  $\Delta H = \text{negatif } (-)$ .

Pada reaksi endoterm, entalpi sistem sesudah reaksi (produk) lebih besar daripada entalpi sistem sebelum reaksi (reaktan) maka entalpi sistem positif. Entalpi sistem bertambah sehingga nilai  $\Delta H = \text{positif } (+)$ .



## 7. Simpulan

Tuliskan simpulan yang kalian peroleh kemudian presentasikan hasil percobaan kalian di depan kelas!

Dari eksperimen yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

Terjadi perubahan suhu pada reaksi eksoterm dan endoterm. Pada reaksi eksoterm terjadi kenaikan suhu sistem, suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan maka akan terjadi aliran kalor dari sistem menuju lingkungan, sedangkan pada reaksi endoterm terjadi penurunan suhu, suhu sistem lebih rendah dari suhu lingkungan maka akan terjadi aliran kalor dari lingkungan menuju sistem.

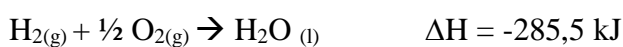
### PERSAMAAN TERMOKIMIA

Persamaan termokimia merupakan persamaan reaksi yang diikuti dengan penulisan perubahan entalpinya ( $\Delta H$ ). Nilai  $\Delta H$  yang dituliskan sesuai dengan stoikiometri reaksinya yaitu jumlah mol zat yang terlibat dalam reaksi kimia sama dengan koefisien reaksinya. Fasa (wujud) zat reaktan maupun produk reaksinya harus dituliskan.

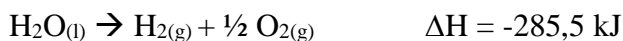
Cara menuliskan persamaan termokimia yaitu dengan menuliskan persamaan reaksi lengkap dengan koefisien dan fasanya, serta mengikutserakan data perubahan entalpinya ( $\Delta H$ ) yang diposisikan pada ruas kanan.

Contoh:

Pembentukan 1 mol  $H_2O$



Penguraian 1 mol  $H_2O$





Untuk mengasah materi yang didapat, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

1. Diketahui 1 mol H<sub>2</sub>O terbentuk dari unsur-unsurnya dengan melepaskan kalor sebesar 285,85 kJ.

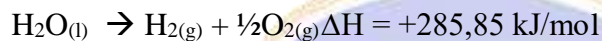
- Tuliskan persamaan termokimia dari reaksi tersebut.
- Tuliskan persamaan termokimia dari reaksi penguraian 1 mol H<sub>2</sub>O.

Jawaban :

a. Persamaan termokimia reaksi pembentukan H<sub>2</sub>O:



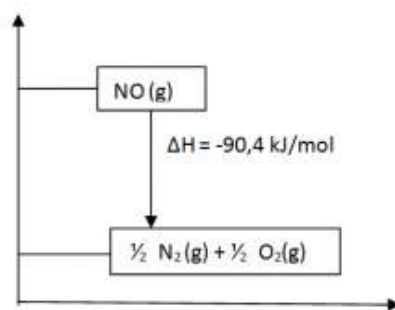
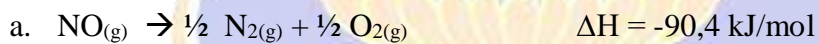
b. Persamaan termokimia reaksi penguraian H<sub>2</sub>O



2. Diketahui 1 mol NO terurai menjadi unsur-unsur pembentuknya dengan melepaskan kalor sebesar 90,4 kJ

- Tuliskan persamaan termokimia dari reaksi tersebut.
- Gambarkan diagram energinya
- Tentukan perubahan entalpi untuk reaksi pembentukan 2 mol zat tersebut dan persamaan termokimianya!

Jawaban:



- 
- 
- Untuk 2 mol NO perubahan entalpinya sebesar  $2 \times 90,4 \text{ kJ} = 180,8 \text{ kJ}$ .

Jadi, persamaan termokimia untuk pembentukan 2 mol NO sebagai berikut.





# LKS 3

## ENTALPI STANDAR

Nama Kelompok: 1.....

2.....

3.....

Kelas: XI

Waktu: 2 x 45 menit

**Tabel  $\Delta H^{\circ}_f$ ,  $\Delta H^{\circ}_d$ ,  $\Delta H^{\circ}_c$**

No	Senyawa	$\Delta H^{\circ}_f$ (kJ/mol)
1	CO <sub>2(g)</sub>	-393,5
2	SO <sub>2(g)</sub>	-296,8
3	H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	-241,8
4	CH <sub>4(g)</sub>	-74,8

No	Senyawa	$\Delta H^{\circ}_d$ (kJ/mol)
1	NaCl(s)	+ 411
2	Na <sub>2</sub> CO <sub>3(s)</sub>	+ 1.131
3	KCl <sub>(s)</sub>	+ 436,5
4	HgO <sub>(s)</sub>	+ 90,83

No	Senyawa	$\Delta H^{\circ}_c$ (kJ/mol)
1	C <sub>(s)</sub>	-393,5
2	S <sub>(s)</sub>	-395,7
3	CH <sub>4(g)</sub>	-890,3
4	H <sub>2(g)</sub>	- 285,8



### 1. Tujuan Pembelajaran

- 1) Peserta didik mampu menentukan jenis-jenis perubahan entalpi standar.
- 2) Peserta didik mampu menentukan nilai perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar.

### 2. Petunjuk

- 1) Diskusikanlah setiap pertanyaan yang terdapat di dalam LKS secara berkelompok!
- 2) Tuliskanlah jawaban pada kolom yang telah disediakan!

### 3. Pendahuluan

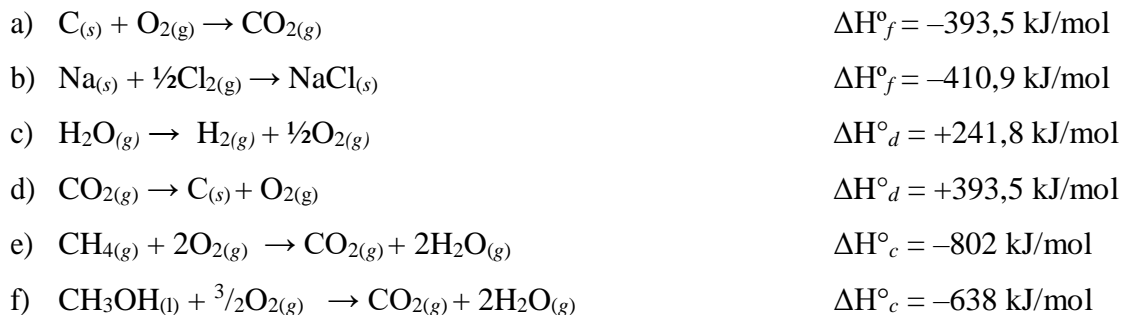
Perhatikan fenomena api unggun di bawah ini!



Gambar 3. Api unggun

Ketika kalian berada di dekat api unggun saat malam hari, tubuh kalian akan merasakan hangat. Rasa hangat yang kalian rasakan berasal dari panas yang dihasilkan dari nyala api kayu bakar. Kayu mengandung unsur karbon dan unsur hydrogen serta senyawa lainnya yang apabila dibakar dengan oksigen akan menghasilkan suatu energi berupa panas (kalor). Kalor pembakaran inilah yang menghangatkan tubuh kita.

Perhatikan persamaan termokimia berikut!







#### 4. Pertanyaan

Buatlah pertanyaan berdasarkan pengamatan kalian terkait jenis-jenis perubahan entalpi standar!

1. Apa saja jenis-jenis perubahan entalpi standar?
2. Jelaskan pengertian setiap jenis perubahan entalpi standar!
3. Bagaimana menentukan  $\Delta H$  reaksi dari data perubahan entalpi pembentukan standar?

#### 5. Mengumpulkan data



Untuk menjawab pertanyaan di atas, bacalah buku kimia untuk SMA/MA kelas XI, karangan Ari Harianto dan Ruminten, penerbit Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Diskusikan bersama kelompok kalian terkait dengan jenis-jenis perubahan entalpi standar dan penentuan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar!

#### 6. Analisis Data

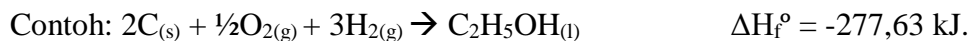


Berdasarkan informasi dari buku sumber yang dibaca, deskripsikan jenis-jenis perubahan entalpi dan tentukan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar!

### ❖ JENIS-JENIS PERUBAHAN ENTALPI STANDAR

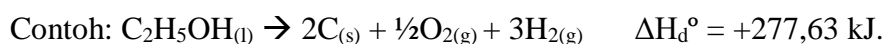
#### 1. Perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25 °C dan tekanan 1 atm.



#### 2. Perubahan entalpi penguraian standar ( $\Delta H_d^\circ$ )

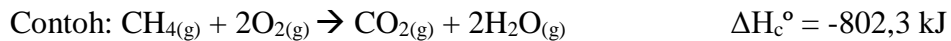
Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada reaksi penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.





3. Perubahan entalpi pembakaran standar ( $\Delta H_c^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas pada reaksi pembakaran 1 mol unsur atau senyawa secara sempurna pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25 °C dan tekanan 1 atm.



4. Perubahan entalpi pengatoman standar ( $\Delta H_{\text{at}}^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada pengubahan satu mol suatu senyawa menjadi atom-atomnya dalam fase gas pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.



5. Perubahan entalpi penguapan standar ( $\Delta H_{\text{vap}}^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada saat 1 mol zat dalam fase cair berubah menjadi fase gas pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.



6. Perubahan entalpi peleburan standar ( $\Delta H_{\text{fus}}^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada saat 1 mol zat dalam fase padat berubah menjadi fase cair pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.



7. Perubahan entalpi sublimasi standar ( $\Delta H_{\text{sub}}^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada saat 1 mol zat dalam fase padat berubah menjadi fase gas pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.



8. Perubahan entalpi pelarutan standar ( $\Delta H_s^\circ$ )

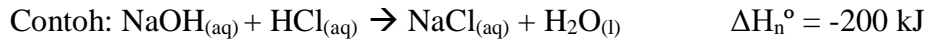
Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap pada pelarutan 1 mol zat yang menghasilkan larutan encer pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.





9. Perubahan entalpi netralisasi standar ( $\Delta H_n^\circ$ )

Jawaban: banyaknya kalor yang dilepas atau diserap untuk menetralkan 1 mol asam oleh basa atau 1 mol basa oleh asam pada keadaan standar yaitu pada suhu 298K atau 25°C dan tekanan 1 atm.



❖ **PENENTUAN  $\Delta H$  REAKSI BERDASARKAN DATA PERUBAHAN ENTALPI PEMBENTUKAN STANDAR**

Salah satu cara menentukan nilai perubahan entalpi reaksi yaitu berdasarkan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) zat-zat yang ada pada reaksi tersebut. Zat sebelum reaksi (reaktan) dianggap mengalami penguraian menjadi unsur-unsur yang kemudian membentuk produk. Perubahan entalpi reaksi dapat dihitung dengan rumus:

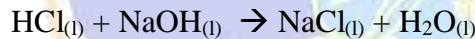
$$\Delta H = \sum n. \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum n. \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah untuk memperkuat pemahaman!**

1. Hitung perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi antara HCl dengan NaOH

Diketahui nilai  $\Delta H_f^\circ \text{ HCl} = -167,2 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{ NaOH} = -469,15 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{ NaCl} = -407,27 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O} = -285,9 \text{ kJ/mol}$ .

a. Tuliskan persamaan reaksi antara HCl dengan NaOH



b. Hitung perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) dengan rumus:

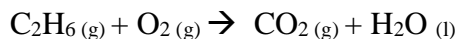
$$\Delta H = \sum n. \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum n. \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H = (\Delta H_f^\circ \text{ NaCl} + \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \text{ HCl} + \Delta H_f^\circ \text{ NaOH})$$

$$\Delta H = (-407,27 + (-285,9)) - (-167,2 + -469,15)$$

$$\Delta H = - 56,82 \text{ kJ}$$

2. Hitung perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) reaksi pembakaran 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_6$  menurut reaksi:



Diketahui nilai

$$\Delta H_f^\circ \text{ C}_2\text{H}_6 = -84,7 \text{ kJ/mol,}$$

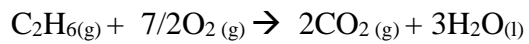
$$\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2 = -393,5 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O} = -285,9 \text{ kJ/mol.}$$



Jawaban:

Setarakan persamaan kimia terlebih dahulu



Hitung perubahan entalpi ( $\Delta H$ )

$$\text{Rumus: } \Delta H = \sum n \cdot \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum n \cdot \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H = (2 \cdot \Delta H_f^\circ \text{ CO}_2 + 3 \cdot \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \text{ C}_2\text{H}_6)$$

$$\Delta H = (2 \cdot -407,27 + (3 \cdot -285,9)) - (-84,7)$$

$$\Delta H = - 1.559, 7 \text{ kJ}$$





# LKS 4

## KALORIMETER

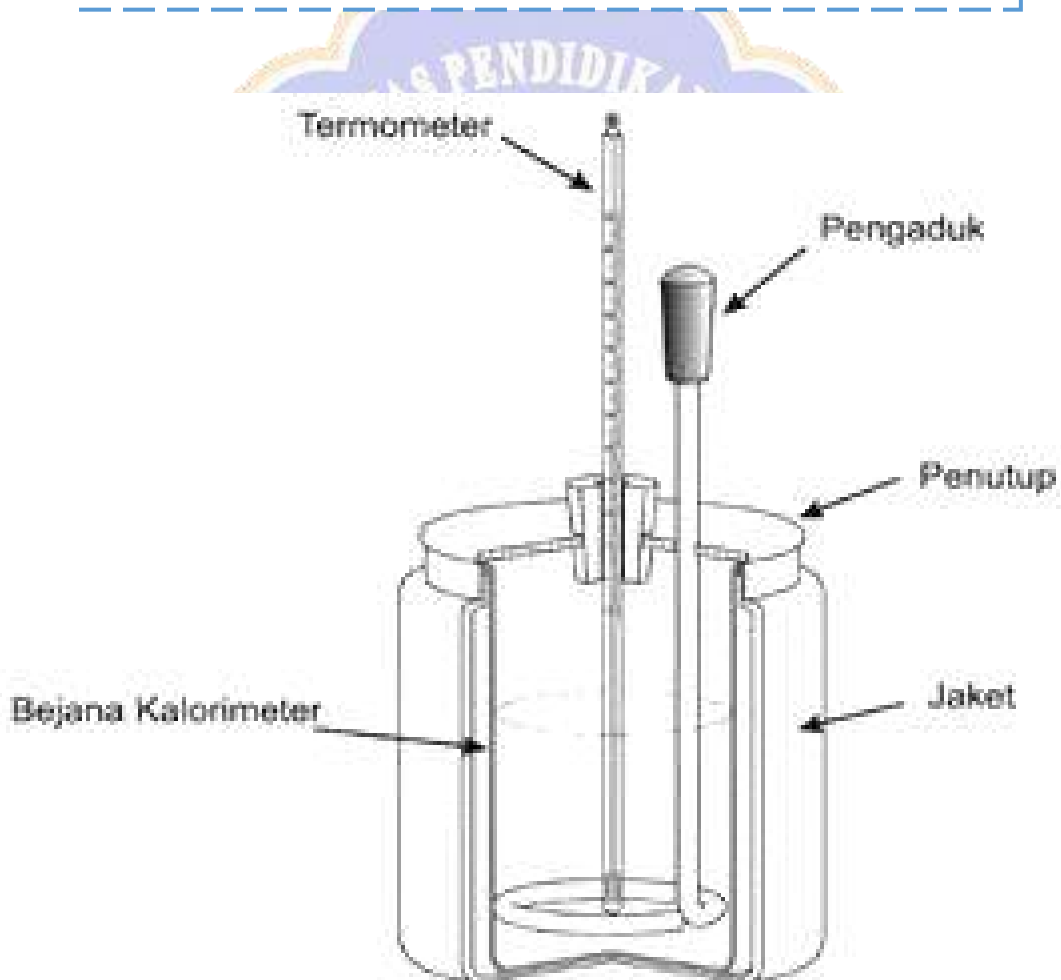
Nama Kelompok: 1.....

2.....

3.....

Kelas: XI

Waktu: 2 x 45 menit







### 1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu menentukan nilai perubahan entalpi berdasarkan percobaan kalorimeter.

### 2. Petunjuk

- 1) Diskusikanlah setiap pertanyaan yang terdapat di LKS dalam kelompokmu!
- 2) Tuliskanlah jawaban pada kolom yang telah disediakan!

### 3. Pendahuluan

#### KALORIMETER

Entalpi adalah banyaknya kalor yang mengalir baik masuk atau keluar sistem. Entalpi suatu zat tidak dapat diukur, tetapi yang dapat diukur adalah perubahan entalpinya. Perubahan entalpi adalah besarnya kalor yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya pada tekanan tetap. Perubahan entalpi terjadi ketika suatu zat mengalami reaksi. Perubahan entalpi yang terjadi pada suatu reaksi kimia dapat ditentukan melalui percobaan kalorimeter.

Kalorimeter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan dalam reaksi kimia. Berdasarkan hukum kekekalan energi, jumlah panas yang dilepas sama dengan jumlah panas yang diserap oleh benda yang bersuhu lebih rendah (*asas Black*). Perhatikan gambar kalorimeter di bawah ini!



Gambar 4. Kalorimeter



Reaksi yang dapat diukur kalornya dengan kalorimeter ini adalah reaksi yang berlangsung dalam tekanan tetap. Pada tekanan tetap terjadi perpindahan kalor antara sistem dan lingkungan. Perubahan entalpi yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\Delta H = q \text{ larutan} + q \text{ kalorimeter}$$

$$q \text{ larutan} = m \text{ larutan} \times c \text{ larutan} \times \Delta T$$

$$q \text{ kalorimeter} = C \cdot \Delta T$$

Kalorimeter sederhana dapat dibuat dari plastik atau *styrofoam*. Jumlah kalor yang diserap atau dilepas oleh plastik dapat diabaikan karena plastik merupakan nonkonduktor sehingga jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan oleh larutan dapat dihitung sebagai berikut.

**q reaksi = - q larutan**

Keterangan:

- $\Delta H$  = Perubahan entalpi (J)
- Q sistem = Kalor sistem (J)
- q larutan = Kalor larutan (J)
- m larutan = massa larutan (g)
- c larutan = Kalor jenis larutan (J/g.<sup>0</sup>C)
- $\Delta T$  = perubahan suhu (<sup>0</sup>C)

Reaksi penetralan merupakan salah satu contoh reaksi yang berlangsung pada tekanan tetap. Perubahan entalpi ini adalah perubahan entalpi penetralan standar. Perubahan entalpi penetralan standar adalah besarnya kalor yang terlibat pada penetralan 1 mol asam oleh basa atau sebaliknya, yang diukur pada keadaan standar yaitu tekanan 1 atm dan suhu 273 K. Pada percobaan ini, anda akan diminta melakukan percobaan untuk menentukan entalpi reaksi penetralan dengan menggunakan kalorimeter sederhana. Percobaan yang akan dilakukan adalah reaksi penetralan NaOH dengan HCl.



#### 4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, buatlah rumusan masalah yang berkaitan dengan reaksi penetralan NaOH dengan HCl.

1. Apakah terjadi perubahan suhu setelah HCl ditambahkan dengan NaOH?

#### 5. Hipotesis

Buatlah hipotesis berdasarkan rumusan masalah di atas!

Hipotesis: terjadi kenaikan suhu setelah HCl ditambahkan dengan NaOH

#### 6. Percobaan

Catatan: apabila pembelajaran dilaksanakan secara daring, maka tahap percobaan dapat dilihat melalui *youtube* pada link berikut:

<https://youtu.be/rMQFlx4bx0U>

a. Tujuan percobaan

Setelah melakukan percobaan, siswa diharapkan mampu menghitung perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) dengan kalorimeter sederhana

b. Alat dan bahan

Alat	Jumlah	Bahan	Jumlah
Kalorimeter	1 buah	Larutan HCl 1 M	50 mL
Termometer	1 buah	Larutan NaOH 1 M	50 mL
Gelas kimia 50 mL	2 buah		
Gelas ukur 50 mL	2 buah		



c. Prosedur percobaan

- 1) Ukur suhu awal masing-masing larutan HCl dan NaOH.
- 2) Pasang termometer pada kalorimeter.
- 3) Masukkan larutan HCl
- 4) Masukkan larutan NaOH
- 5) Aduk larutan.
- 6) Catat suhu akhir reaksi.

d. Data pengamatan

Suhu awal HCl ( $T_1$ ) = 28°C
Suhu awal NaOH ( $T_2$ ) = 28°C
Suhu awal rata-rata = 28°C
Suhu akhir larutan (suhu tertinggi) = 32°C

7. Analisis data

Penentuan nilai perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) untuk reaksi netralisasi HCl dan NaOH.

$$\Delta H = q \text{ sistem}$$

$$q \text{ sistem} = q \text{ larutan} + q \text{ kalorimeter} \quad * \text{ nilai } q \text{ kalorimeter diabaikan}$$

$$q \text{ larutan} = m \text{ larutan} \times c \text{ larutan} \times \Delta T$$

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

$$q \text{ reaksi} = - (m \cdot c \cdot \Delta T)$$

Keterangan:

$$\Delta H \quad = \text{Perubahan entalpi (J)}$$

$$m \text{ larutan} \quad = \text{massa larutan (g)}$$

$$c \text{ larutan} \quad = \text{Kalor jenis larutan (J/g°C)}$$

$$\Delta T \quad = \text{perubahan suhu (°C)}$$



### Penyelesaian

- a. Hitung besar kalor (q) jika kalor jenis air,  $c = 4,2 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$

Diketahui massa larutan (m) =  $\rho \times V = 1 \text{ g/mL} \cdot 100 \text{ mL} = 100 \text{ g}$

Keterangan :  $\rho =$  massa jenis =  $1 \text{ g/mL}$ ,  $V =$  volume =  $100 \text{ mL}$

$$c = 4,2 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 32 \text{ } ^\circ\text{C} - 28 \text{ } ^\circ\text{C} = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q \text{ sistem} = - (m \text{ larutan} \times c \text{ larutan} \times \Delta T)$$

$$q \text{ sistem} = - (100 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g } ^\circ\text{C} \times 4 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$q \text{ sistem} = - 1680 \text{ J}$$

$$q \text{ sistem} = - 1,680 \text{ kJ}$$

- b. Hitung mol (n) reaksi dengan rumus mol (n) =  $M \times V$ .

Rumus M = Molaritas.

V = Volume (mL).

Jawaban:

$$\text{Mol HCl} = M \cdot V = 1 \cdot 50 \text{ mL} = 50 \text{ mmol} = 0,05 \text{ mol.}$$

$$\text{Mol NaOH} = M \cdot V = 1 \cdot 50 \text{ mL} = 50 \text{ mmol} = 0,05 \text{ mol.}$$

	HCl <sub>(aq)</sub> +	NaOH <sub>(aq)</sub> →	NaCl <sub>(aq)</sub> +	H <sub>2</sub> O <sub>(aq)</sub>
Mula-mula	0,05 mol	0,05 mol	-	-
Bereaksi	0,05 mol	0,05 mol	0,05 mol	0,05 mol
Sisa	-	-	0,05 mol	0,05 mol

- c. Menghitung  $\Delta H$  dengan rumus  $\Delta H = \frac{q \text{ sistem}}{\text{mol}}$

$$\Delta H = - \frac{1,680 \text{ kJ}}{0,05 \text{ mol}} = - 33,6 \text{ kJ.}$$





## 8. Simpulan

Tuliskan simpulan yang kalian peroleh kemudian presentasikan hasil percobaan kalian di depan kelas!

**Dari eksperimen yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:**

Berdasarkan hasil eksperimen, terjadi kenaikan suhu setelah HCl ditambahkan dengan NaOH. Reaksi tersebut melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan, sehingga disebut reaksi eksoterm. Hal ini dibuktikan dengan perhitungan perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) yang bernilai negatif, yang artinya terjadi pelepasan kalor.





# LKS 5

## HUKUM HESS

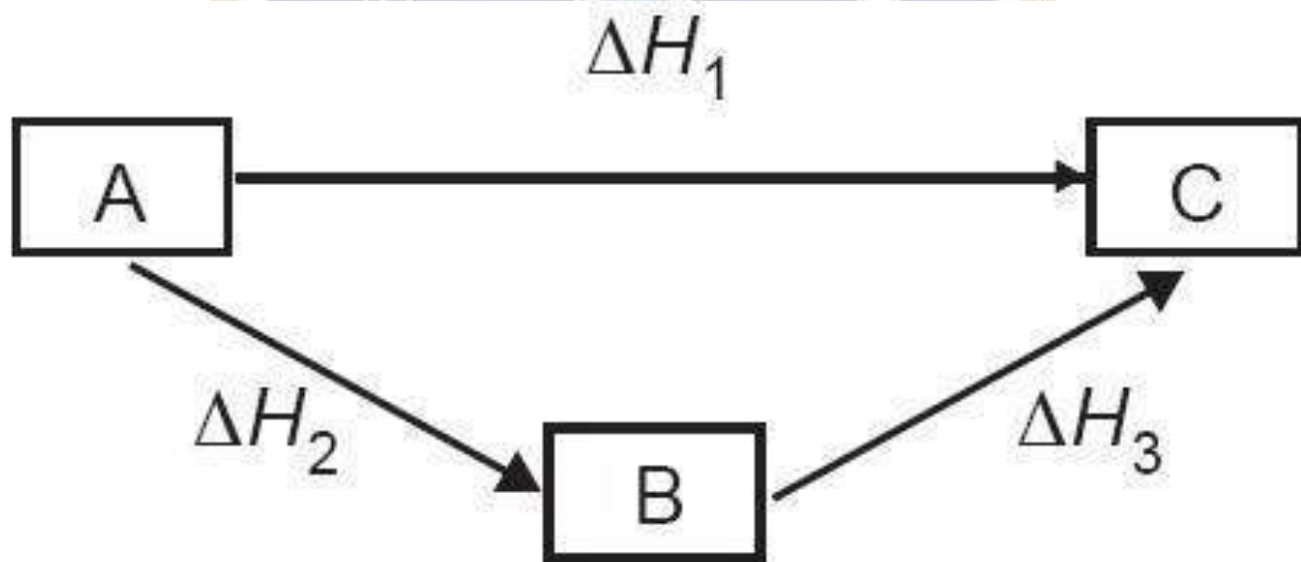
Nama Kelompok: 1.....

2.....

3.....

Kelas: XI

Waktu: 2 x 45 menit





**1. Tujuan Pembelajaran**

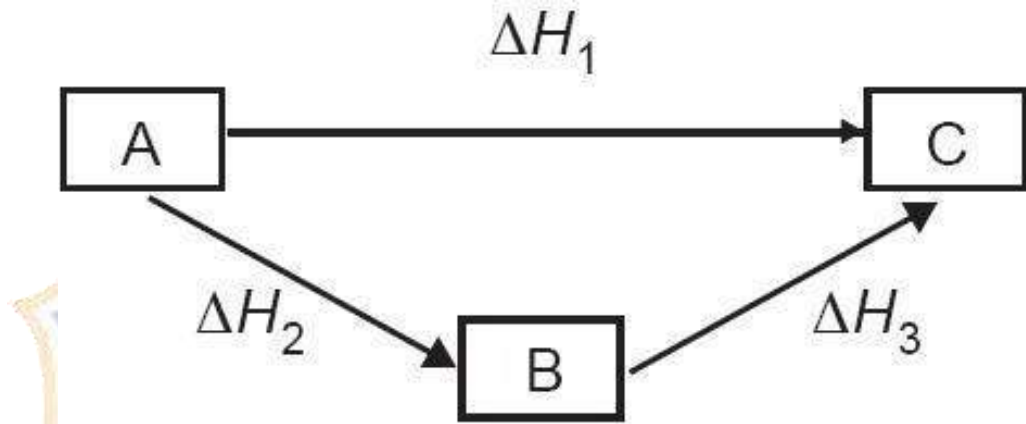
Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu menentukan nilai perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) berdasarkan Hukum Hess.

**2. Petunjuk**

- 1) Diskusikanlah setiap pertanyaan yang terdapat di LKS dalam kelompokmu!
- 2) Tuliskanlah jawaban pada kolom yang telah disediakan!

**3. Pendahuluan**

Perhatikan reaksi pembentukan di bawah ini!



Secara langsung:



Secara tidak langsung:



**4. Pertanyaan**

Buatlah pertanyaan berdasarkan pengamatan kalian terkait penentuan nilai perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) berdasarkan Hukum Hess!

- 1. Bagaimanakah bunyi hukum Hess?
- 2. Bagaimana menentukan nilai  $\Delta H$  reaksi berdasarkan Hukum Hess?



### 5. Mengumpulkan data



Untuk menjawab pertanyaan di atas, bacalah buku kimia untuk SMA/MA kelas XI, karangan Ari Harianto dan Ruminten, penerbit Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Diskusikan bersama kelompok kalian terkait dengan penentuan perubahan entalpi dengan hukum Hess!

### 6. Analisis Data



Berdasarkan informasi dari buku sumber yang dibaca, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini untuk memperkuat pemahaman!

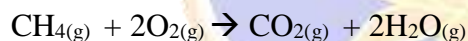
#### 1. Bagaimana bunyi hukum Hess?

Jawaban: Hukum Hess berbunyi jika suatu reaksi berlangsung selama dua tahap atau lebih, maka perubahan entalpi untuk reaksi tersebut sama dengan jumlah perubahan entalpi dari semua tahapan.

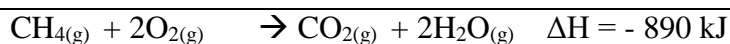
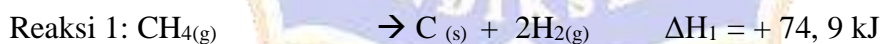
#### 2. Diketahui persamaan termokimia berikut.



Tentukan  $\Delta H$  pembakaran 1 mol  $\text{CH}_4$  dengan reaksi:



Jawaban:



#### 3. Tentukan perubahan entalpi reaksi pembentukan gas natrium dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dengan

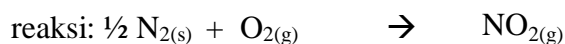
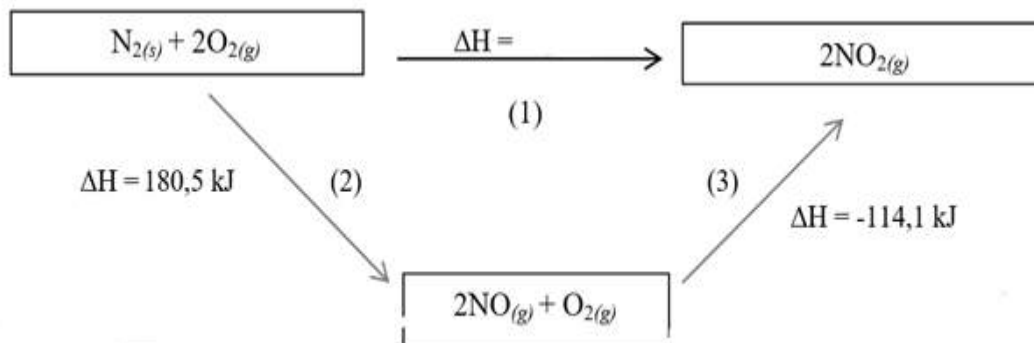
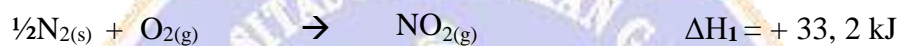
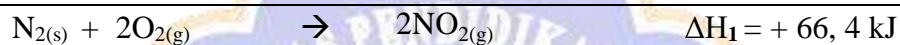
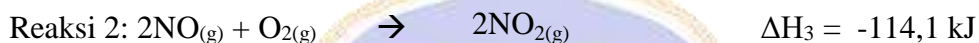


Diagram siklus pembentukan gas natrium dioksida ( $\text{NO}_2$ ) sebagai berikut.

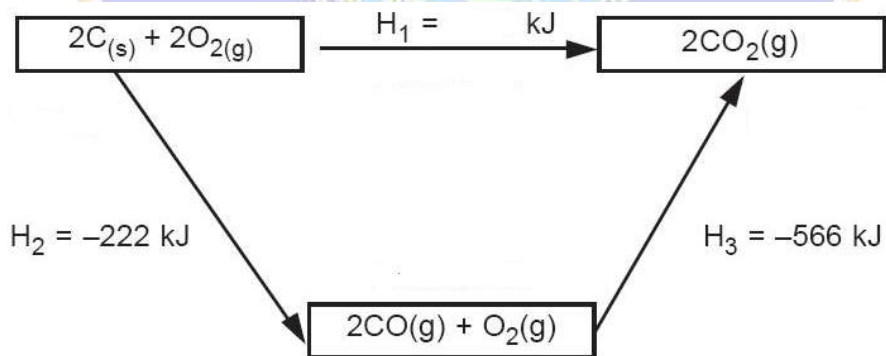


Jawaban:

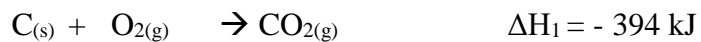
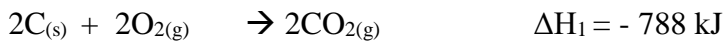


4. Tentukan  $\Delta H$  pembentukan 1 mol gas  $\text{CO}_2$  dengan reaksi:  $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$

Diagram siklus pembentukan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) sebagai berikut.



Jawaban:







5. Tentukan  $\Delta H$  pembentukan 1 mol gas  $\text{SO}_3$ . Dengan reaksi:

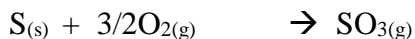
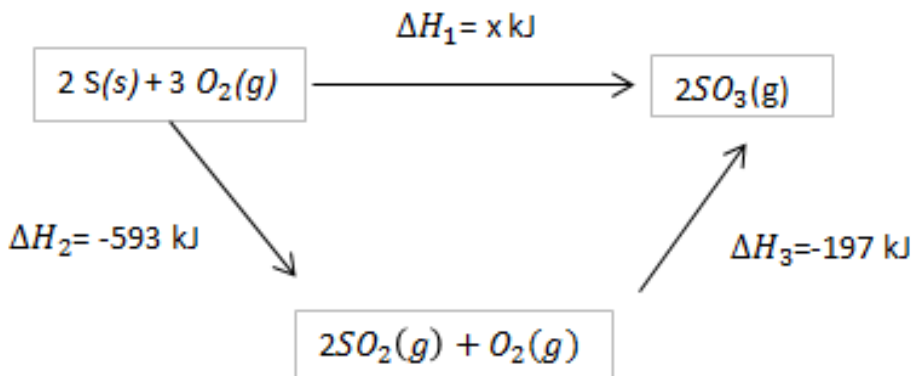
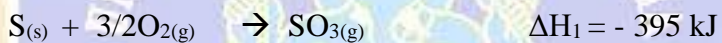
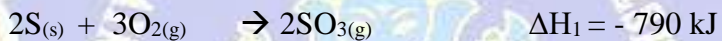


Diagram siklus pembentukan gas  $\text{SO}_3$  sebagai berikut.



Jawaban:



## 7. Simpulan

Berdasarkan diskusi kalian, buatlah simpulan kemudian presentasikan hasil percobaan kalian di depan kelas!

1. Hukum Hess berbunyi jika suatu reaksi berlangsung selama dua tahap atau lebih, maka perubahan entalpi untuk reaksi tersebut sama dengan jumlah perubahan entalpi dari semua tahapan.
2. Cara menentukan nilai  $\Delta H$  reaksi berdasarkan Hukum Hess adalah dengan menjumlahkan nilai  $\Delta H$  dari semua tahapan.



# LKS 6

## ENERGI IKATAN

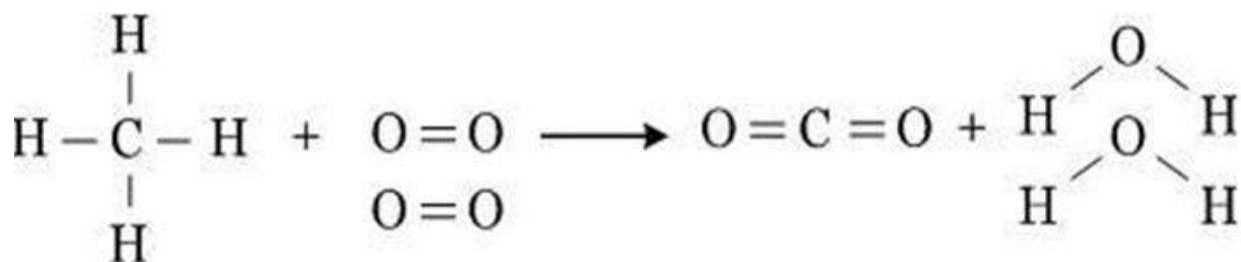
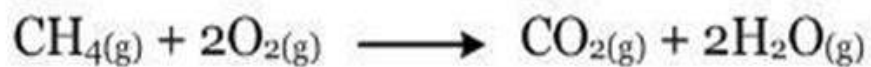
Nama Kelompok: 1.....

2.....

3.....

Kelas: XI

Waktu: 2 x 45 menit





## 1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu menentukan nilai perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) reaksi berdasarkan data energi ikatan

## 2. Petunjuk

- 1) Diskusikanlah setiap pertanyaan yang terdapat di LKS dalam kelompokmu!
- 2) Tuliskanlah jawaban pada kolom yang telah disediakan!

## 3. Pendahuluan

Salah satu cara untuk menentukan perubahan entalpi reaksi yaitu dengan menggunakan data energi ikatan. Energi ikatan adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol suatu ikatan antaratom. Pada reaksi kimia terjadi pemutusan ikatan pada reaktan kemudian terjadi pembentukan ikatan pada produk.  $\Delta H$  reaksi dapat ditentukan dengan rumus:

$$\sum \text{energi ikatan reaktan} - \sum \text{energi ikatan produk}$$

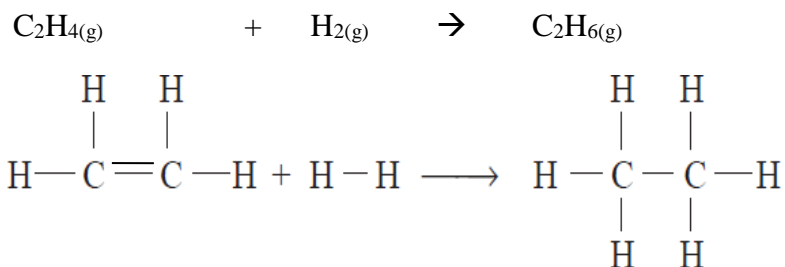
Untuk memahami lebih jauh mengenai penentuan  $\Delta H$  reaksi dengan menggunakan data energi ikatan, kerjakan LKS berikut bersama teman kelompok!

**Cermatilah tabel dan reaksi berikut!**

<b>Ikatan</b>	<b>Energi Ikatan (kJ/mol)</b>	<b>Ikatan</b>	<b>Energi Ikatan (kJ/mol)</b>
<b>H-H</b>	<b>436</b>	<b>H-Cl</b>	<b>431</b>
<b>C-C</b>	<b>347</b>	<b>H-Br</b>	<b>364</b>
<b>O-O</b>	<b>149</b>	<b>H-I</b>	<b>297</b>
<b>F-F</b>	<b>153</b>	<b>C-H</b>	<b>414</b>
<b>Cl-Cl</b>	<b>242</b>	<b>C=C</b>	<b>611</b>
<b>Br-Br</b>	<b>193</b>	<b>C<math>\equiv</math>C</b>	<b>837</b>
<b>I-I</b>	<b>151</b>	<b>C=N</b>	<b>615</b>
<b>N-N</b>	<b>163</b>	<b>N=N</b>	<b>418</b>
<b>H-F</b>	<b>565</b>	<b>N<math>\equiv</math>N</b>	<b>946</b>



Cermati reaksi antara gas etena dengan gas hidrogen berikut!



#### 4. Pertanyaan

Buatlah pertanyaan berdasarkan pengamatan kalian terkait penentuan nilai perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) berdasarkan energy ikatan!

Bagaimanakah cara penentuan perubahan entalpi dengan menggunakan data energi ikatan? dst..

#### 5. Mengumpulkan data



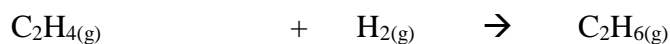
Untuk menjawab pertanyaan di atas, bacalah buku kimia untuk SMA/MA kelas XI, karangan Ari Harianto dan Ruminten, penerbit Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Diskusikan bersama kelompok anda terkait dengan perhitungan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan data energi ikatan!

#### 6. Analisis Data



Berdasarkan informasi dari buku sumber yang dibaca, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini untuk memperkuat pemahaman!

1. Tentukan  $\Delta H$  untuk reaksi pembentukan gas  $\text{C}_2\text{H}_6$  dengan reaksi :



Diketahui data energi ikatan

$$\text{C-H} = 415 \text{ kJ/mol}$$

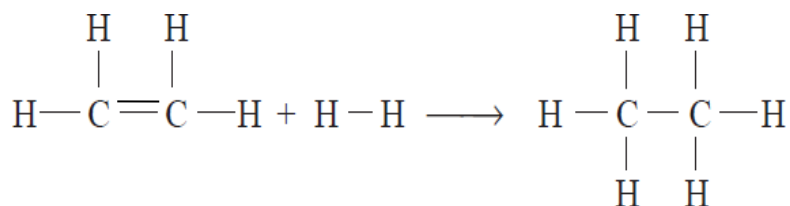
$$\text{C-C} = 348 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C=C} = 607 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-H} = 436 \text{ kJ/mol}$$



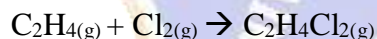
a. Gambar ikatan pada reaksi tersebut.



b. Hitung  $\Delta H$  dengan rumus:  $\sum$  energi ikatan reaktan -  $\sum$  energi ikatan produk

$$\begin{aligned} \Delta H &= \sum \text{energi ikatan reaktan} - \sum \text{energi ikatan produk} \\ &= ((\text{C}=\text{C}) + (4. \text{C}-\text{H})) + (\text{H}-\text{H}) - ((\text{C}-\text{C}) + (6. \text{C}-\text{H})) \\ &= (607 + (4. 415) + 436) - (348 + 6. 415) \\ &= (2703 - 2838) \\ &= -135 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

2. Tentukan  $\Delta H$  untuk reaksi pembentukan  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$  dengan reaksi:



Diketahui data energi ikatan

$$\text{C}-\text{H} = 415 \text{ kJ/mol}$$

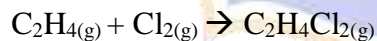
$$\text{Cl}-\text{Cl} = 244 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C}-\text{Cl} = 326 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C}-\text{C} = 348 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C}=\text{C} = 607 \text{ kJ/mol}$$

a. Gambar ikatan pada reaksi tersebut



b. Tentukan perubahan entalpi dengan rumus:

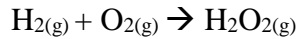
$$\begin{aligned} \Delta H &= \sum \text{energi ikatan reaktan} - \sum \text{energi ikatan produk} \\ \Delta H &= ((\text{C}=\text{C}) + (4. \text{C}-\text{H}) + (\text{Cl}-\text{Cl})) - ((\text{C}-\text{C}) + (2. \text{C}-\text{Cl}) + (4. \text{C}-\text{H})) \\ &= (607 + (4. 415) + 244) - ((348) + (2. 326) + (4. 415)) \end{aligned}$$





$$= (2511 - 2660) = -149 \text{ kJ/mol}$$

3. Tentukan  $\Delta H$  untuk reaksi pembentukan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dengan reaksi:

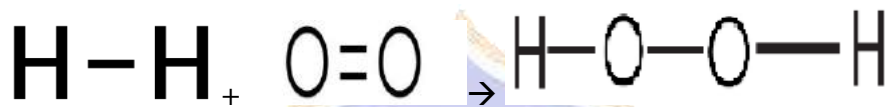


Diketahui data energi ikatan

$$\text{H-H} = 436 \text{ kJ/mol} \quad \text{O-O} = 142 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-O} = 460 \text{ kJ/mol} \quad \text{O=O} = 499 \text{ kJ/mol}$$

a. Gambar ikatan pada reaksi tersebut



b. Tentukan perubahan entalpi dengan rumus:

$$\Delta H = \sum \text{energi ikatan reaktan} - \sum \text{energi ikatan produk}$$

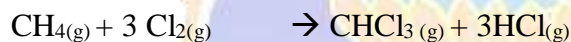
$$= (\text{H-H} + \text{O}=\text{O}) - ((2 \cdot \text{H-O}) + (\text{O}=\text{O}))$$

$$= (436 + 499) - (920 + 142)$$

$$= (935 - 1062)$$

$$= -127 \text{ kJ/mol}$$

4. Tentukan  $\Delta H$  untuk reaksi pembentukan  $\text{CHCl}_3$  dengan reaksi:



Diketahui data energi ikatan

$$\text{C-H} = 415 \text{ kJ/mol}$$

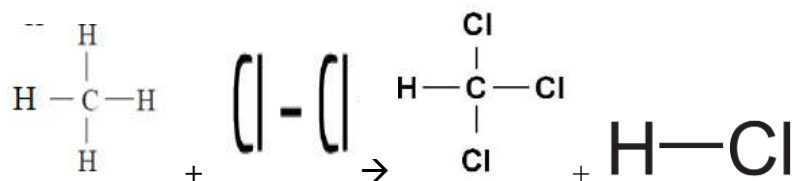
$$\text{Cl-Cl} = 244 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C-Cl} = 326 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-Cl} = 431 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-H} = 436 \text{ kJ/mol}$$

a. Gambar ikatan pada reaksi tersebut





b. Tentukan perubahan entalpi dengan rumus:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \sum \text{energi ikatan reaktan} - \sum \text{energi ikatan produk} \\ &= (4. \text{C-H} + 3. \text{Cl-Cl}) - ((3. \text{C-Cl}) + (\text{C-H}) + (3. \text{H-Cl})) \\ &= (1660 + 732) - (978 + 415 + 1298) \\ &= (2392 - 2691) \\ &= -299 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

5. Tentukan  $\Delta H$  untuk reaksi pembentukan  $\text{CH}_3\text{Cl}$  dengan reaksi:



Diketahui data energi ikatan

$$\text{C-H} = 415 \text{ kJ/mol}$$

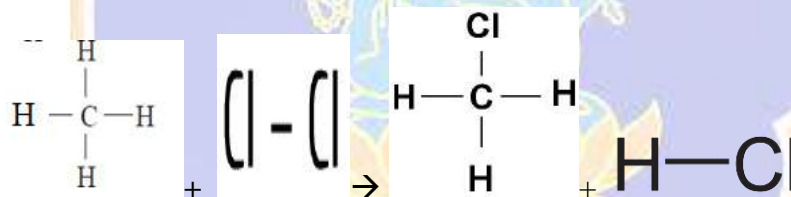
$$\text{Cl-Cl} = 244 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C-Cl} = 326 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-Cl} = 431 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-H} = 436 \text{ kJ/mol}$$

a. Gambar ikatan pada reaksi tersebut



b. Tentukan perubahan entalpi dengan rumus:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \sum \text{energi ikatan reaktan} - \sum \text{energi ikatan produk} \\ &= (4. \text{C-H} + \text{Cl-Cl}) - ((3. \text{C-H}) + (\text{C-Cl}) + (\text{H-Cl})) \\ &= (1660 + 244) - (1245 + 326 + 431) \\ &= (1904 - 2002) \\ &= -98 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$



## 7. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan diskusi kalian, tuliskan simpulan yang kalian peroleh setelah mempelajari perhitungan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan data energi ikatan!

$\Delta H$  suatu reaksi dapat ditentukan dengan menggunakan data energi ikatan.  $\Delta H$  reaksi dapat ditentukan dengan rumus:  $\sum$  energi ikatan reaktan -  $\sum$  energi ikatan produk

