

**E-LKPD INTERAKTIF**

**BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS (KPS)**

# **ENERGI IKATAN**



**UNTUK  
SMA/MA**

**11**

*Disusun Oleh :*  
**Nurfika Putri Utami**  
**Dr. Rahmi Susanti, M.Si.**  
**Desi, S.Pd., M.T., M.A., Ph.D.**

## IDENTITAS DIRI

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

Sekolah : \_\_\_\_\_



## PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

1. Materi dan soal yang disajikan pada E-LKPD ini berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS).
2. Tuliskan identitas diri pada bagian yang telah disediakan.
3. Bacalah petunjuk dan tujuan pembelajaran terlebih dahulu.
4. Pelajari materi yang tersedia pada E-LKPD dengan teliti.
5. Kerjakan setiap kegiatan sesuai urutan yang ada.
6. Tuliskan jawaban pada tempat yang telah disediakan.
7. Periksa kembali jawaban sebelum melanjutkan ke kegiatan berikutnya.
8. Pastikan semua kegiatan telah dikerjakan dengan lengkap.

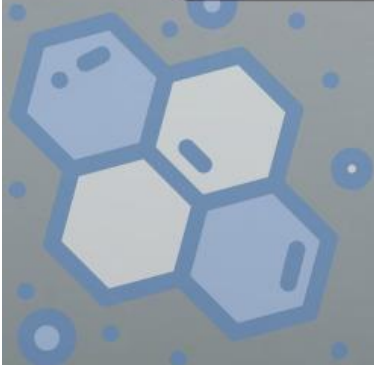
## CAPAIAN PEMBELAJARAN



Pada akhir Fase F, peserta didik memiliki kemampuan menganalisis hubungan struktur atom dengan sistem periodik unsur; membandingkan jenis ikatan kimia serta kaitannya dengan bentuk molekul dan gaya intermolekuler dalam memprediksi sifat fisik materi; **mengaitkan perubahan entalpi standar dari suatu reaksi kimia dengan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar**; menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi; menganalisis kesetimbangan kimia dan penerapannya; menjelaskan daya hantar listrik dan sifat koligatif larutan; menjelaskan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari; dan menjelaskan senyawa karbon dan makromolekul.

## TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Melalui analisis struktur molekul dan pola data, peserta didik dapat menentukan energi ikatan rata-rata dengan benar.
2. Melalui analisis fenomena, peserta didik dapat menghitung perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) menggunakan data energi ikatan rata-rata dengan benar.



## ASPEK-ASPEK KETERAMPILAN PROSES SAINS



Aspek	Deskriptor
Mengamati	Menggunakan lima indera untuk mencari tahu informasi tentang objek seperti karakteristik objek, sifat, persamaan, dan fitur identifikasi lain.
Memprediksi	Menggunakan pola, data, hasil pengamatan, atau hubungan antarvariabel untuk memperkirakan kejadian atau hasil yang akan terjadi.
Mengukur	Membandingkan kuantitas yang tidak diketahui dengan jumlah yang diketahui, seperti: standar dan non-standar satuan pengukuran.



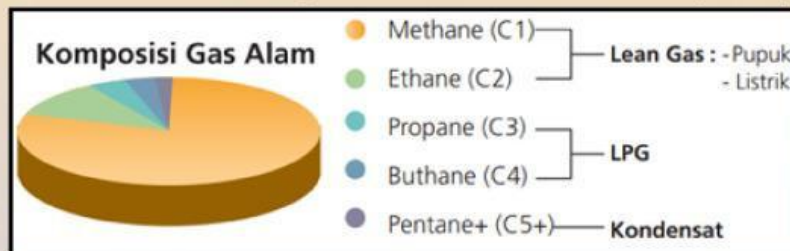
## Kegiatan Pembelajaran 3



### Energi Ikatan Rata-Rata

Setiap ikatan kimia memerlukan energi tertentu untuk memutuskan ikatan 1 mol suatu molekul. Besarnya energi yang diperlukan untuk memutus suatu ikatan disebut energi ikatan. Karena energi ikatan sejenis dapat memiliki nilai yang berbeda pada berbagai senyawa, maka digunakan energi ikatan rata-rata, yaitu rata-rata energi yang diperlukan untuk memutus satu mol ikatan sejenis.

Salah satu contoh penerapan konsep energi ikatan rata-rata dapat ditemukan pada gas alam. Gas alam mengandung berbagai senyawa hidrokarbon dengan jumlah ikatan karbon-hidrogen (C-H) yang berbeda. Perbedaan jumlah ikatan tersebut menyebabkan energi yang diperlukan untuk memutus ikatan pada setiap senyawa juga berbeda. Dengan mengetahui jumlah ikatan dan energi yang diperlukan pada berbagai hidrokarbon, energi ikatan rata-rata C-H dapat diperkirakan.



Sumber: rucika.co.id

Gambar 1. Komponen Gas Alam

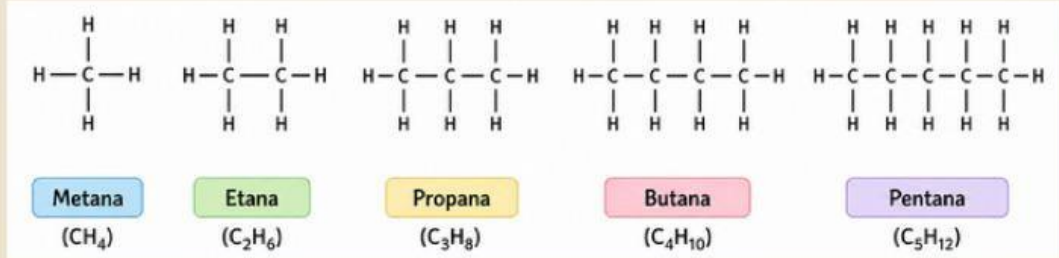
### Yuk Berpikir

Setelah membaca wacana tentang energi ikatan rata-rata, jawablah pertanyaan berikut!

1. Jika jumlah ikatan dalam suatu molekul semakin banyak, bagaimana energi yang diperlukan untuk memutus ikatan tersebut?

### Yuk Berpikir

2. Perhatikan struktur molekul beberapa hidrokarbon berikut ini!



a. Lengkapilah tabel berikut berdasarkan struktur molekul di atas dan pola data yang tersedia.

Senyawa	Jumlah Ikatan C-H	Energi untuk Memutus Seluruh Ikatan C-H (kJ)
CH <sub>4</sub>	4	1652
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6	2478
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	8	3304
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	.....	.....
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	.....	.....

b. Energi ikatan rata-rata C-H dapat ditentukan dengan membagi energi untuk memutus seluruh ikatan C-H pada suatu senyawa dengan jumlah ikatan C-H yang dimilikinya. Tentukan energi ikatan rata-rata C-H menggunakan data metana (CH<sub>4</sub>) pada tabel.

**Penyelesaian:**

$$\begin{aligned} \text{Energi ikatan rata-rata C-H} &= \frac{\boxed{\phantom{000000}}}{\boxed{\phantom{000000}}} \\ &= \boxed{\phantom{000000}} \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$



## Perubahan Entalpi Berdasarkan Energi Ikatan

Pernahkah kalian melihat atau membantu ibu memasak di rumah? Ketika kompor dinyalakan, api dapat menyala dan menghasilkan panas yang digunakan untuk memasak. Saat ini, banyak rumah menggunakan LPG sebagai bahan bakar memasak karena praktis digunakan dan mampu menghasilkan api dengan panas yang cukup besar.



Sumber: suara.com

**Gambar 2.** Memasak dengan kompor gas

LPG mengandung campuran beberapa gas hidrokarbon. Salah satu komponen utama yang terdapat dalam LPG adalah gas propana ( $C_3H_8$ ). Saat kompor dinyalakan, gas propana bereaksi dengan oksigen ( $O_2$ ) di udara melalui proses pembakaran sehingga menghasilkan energi panas yang dimanfaatkan dalam proses memasak.

Pada proses pembakaran gas propana ( $C_3H_8$ ), ikatan-ikatan pada molekul propana dan oksigen diputus, kemudian atom-atom penyusunnya bergabung kembali membentuk ikatan baru membentuk karbondioksida ( $CO_2$ ) dan air ( $H_2O$ ). Pemutusan ikatan memerlukan energi, sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Oleh karena itu, besar energi yang dihasilkan pada pembakaran propana dapat dipelajari menggunakan konsep energi ikatan.

### Yuk Berpikir

Setelah membaca wacana tentang perubahan entalpi berdasarkan energi ikatan, jawablah pertanyaan berikut!

1. Mengapa api kompor terkadang berwarna biru, tetapi dapat juga berwarna merah?

2. Menurutmu, bahan bakar manakah yang lebih efektif digunakan untuk memasak, kayu bakar atau LPG? Jelaskan alasanmu!

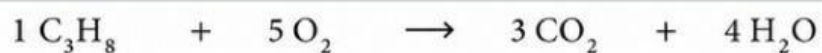
3. Perhitungan  $\Delta H$  reaksi pembakaran gas propana ( $C_3H_8$ ) pada LPG dapat dilakukan dengan menghitung ikatan yang diputus pada reaktan dan ikatan yang terbentuk pada produk dengan menggunakan data energi ikatan rata-rata berikut:

- C – H : 411 kJ/mol
- C – C : 346 kJ/mol
- O = O : 494 kJ/mol
- C = O : 749 kJ/mol
- O – H : 459 kJ/mol

Tentukan  $\Delta H$  dengan melengkapi tabel perhitungan berikut!

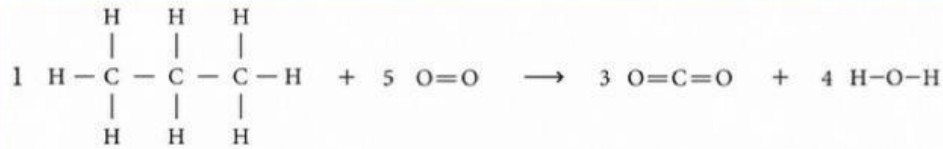
**Penyelesaian:**

Reaksi pembakaran gas propana ( $C_3H_8$ ) yang terjadi ditunjukkan sebagai berikut:



### Yuk Berpikir

Persamaan reaksi tersebut dapat diuraikan ke dalam rumus struktur untuk menunjukkan ikatan yang terlibat seperti di bawah ini.



Energi ikatan yang diputus pada reaktan:

Ikatan	Jumlah koefisien (a)	Jumlah ikatan (b)	Jumlah seluruh ikatan (c = a x b)	Energi ikatan rata-rata (d)	Energi total (e = c x d)
C - H	.....	.....	.....	.....	.....
C - C	.....	.....	.....	.....	.....
O = O	.....	.....	.....	.....	.....
$\Sigma$ Energi pemutusan ikatan					.....

Energi ikatan yang terbentuk pada produk:

Ikatan	Jumlah koefisien (a)	Jumlah ikatan (b)	Jumlah seluruh ikatan (c = a x b)	Energi ikatan rata-rata (d)	Energi total (e = c x d)
C = O	.....	.....	.....	.....	.....
O - H	.....	.....	.....	.....	.....
$\Sigma$ Energi pembentukan ikatan					.....

Maka didapatkan:

$$\Delta H = \Sigma_{\text{pemutusan}} - \Sigma_{\text{pembentukan}}$$

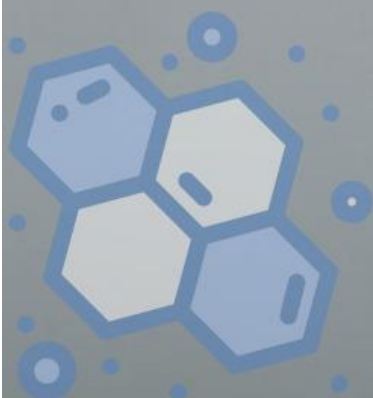
$$= \boxed{\phantom{00000}} - \boxed{\phantom{00000}}$$

$$= \boxed{\phantom{00000}} \text{ kJ/mol}$$

## KESIMPULAN



1. Energi ikatan rata-rata adalah jumlah energi rata-rata yang diperlukan untuk memutuskan ikatan tertentu dalam 1 mol.
2. Perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan menggunakan data energi ikatan rata-rata dengan membandingkan energi yang dibutuhkan untuk memutus ikatan dan energi yang dilepaskan saat pembentukan ikatan baru.



## LATIHAN SOAL



- Energi yang diperlukan untuk memutus seluruh ikatan O–H dalam satu mol air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) adalah 926 kJ. Energi ikatan rata-rata O–H adalah ....
  - 231 kJ/mol
  - 348 kJ/mol
  - 394 kJ/mol
  - 463 kJ/mol
  - 926 kJ/mol
- Diketahui reaksi berikut.  
 $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$   
Perubahan entalpi reaksi tersebut adalah  $-438$  kJ/mol. Jika diketahui energi ikatan  $\text{N}\equiv\text{N} = 163$  kJ/mol dan  $\text{H}-\text{H} = 436$  kJ/mol, maka energi ikatan rata-rata N–H adalah ....
  - 1.173,5 kJ
  - 735,5 kJ
  - 391 kJ
  - 195,5 kJ
  - 130 kJ
- Dalam perhitungan  $\Delta\text{H}$  menggunakan energi ikatan rata-rata, energi yang dilepaskan saat pembentukan ikatan pada produk bertanda ....
  - positif
  - negatif
  - nol
  - tetap
  - tidak dapat ditentukan
- Perhatikan reaksi berikut.  
 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
Jika diketahui energi ikatan:  
H–H : 436 kJ/mol  
O=O : 498 kJ/mol  
O–H : 463 kJ/mol  
Energi yang diperlukan untuk memutus ikatan pada reaktan adalah ....
  - 436 kJ
  - 463 kJ
  - 498 kJ
  - 685 kJ
  - 926 kJ

## LATIHAN SOAL



5. Perhatikan data energi ikatan rata-rata berikut.

C=C : 146 kkal/mol

C-Cl : 79 kkal/mol

C-C : 83 kkal/mol

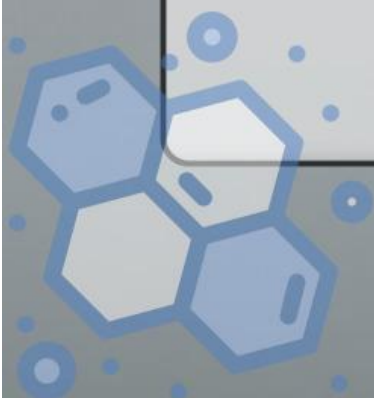
H-Cl : 103 kkal/mol

C-H : 99 kkal/mol

Perubahan entalpi pada adisi etena dengan asam klorida menurut reaksi:

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl}$   
adalah ....

- a. -510 kkal
- b. -72,8 kkal
- c. -12 kkal
- d. +12 kkal
- e. +510 kkal



## DAFTAR PUSTAKA



LibreTexts Chemistry. 10.9: Bond Energies.  
[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General\\_Chemistry/Map%3A\\_General\\_Chemistry\\_%28Petrucci\\_et\\_al.%29/10%3A\\_Chemical\\_Bonding\\_I%3A\\_Basic\\_Concepts/10.9%3A\\_Bond\\_Energies](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry/Map%3A_General_Chemistry_%28Petrucci_et_al.%29/10%3A_Chemical_Bonding_I%3A_Basic_Concepts/10.9%3A_Bond_Energies)

Magnific. Wanita menghangatkan diri di dekat api unggun dari sudut tinggi.  
[https://www.magnific.com/idn/foto-gratis/wanita-menghangatkan-diri-di-dekat-api-unggun-dari-sudut-tinggi\\_7662794.htm](https://www.magnific.com/idn/foto-gratis/wanita-menghangatkan-diri-di-dekat-api-unggun-dari-sudut-tinggi_7662794.htm)

Rucika. (2021). Jaringan gas bumi untuk rumah tangga.  
<https://www.rucika.co.id/jaringan-gas-bumi-untuk-rumah-tangga/>

Shutterstock. (2024). Girl takes frozen ice cubes from freezer.  
<https://www.shutterstock.com/image-photo/girl-takes-frozen-ice-cubes-freezer-2270424201>

Suara.com. (2026). Ramai imbauan hemat LPG, kenali 7 penyebab gas di rumah cepat habis.  
<https://www.suara.com/lifestyle/2026/03/27/145500/ramai-imbauan-hemat-lpg-kenali-7-penyebab-gas-di-rumah-cepat-habis>

Watoni, A. H. (2023). Kimia untuk Siswa SMA-MA Kelas 11. Yrama Widya.

