

Fitria Rizkiana, M.Pd
Yasmine Khairunnisa, S.Pd., M.A
Emilda Prasiska, M.Pd
Rr Ariessanty Alicia K W., M.Si
Antoni Pardede, Ph.D

BUKU AJAR

TERMOKIMIA

TERINTEGRASI KEARIFAN LOKAL DAN NILAI RELIGIUS



BUKU AJAR TERMOKIMIA TERINTEGRASI KEARIFAN LOKAL DAN NILAI RELIGIUS

Penulis:

Fitria Rizkiana, M.Pd

Yasmine Khairunnisa, S.Pd., M.A

Emilda Prasiska, M.Pd

Rr Ariessanty Alicia K W., M.Si

Antoni Pardede, Ph.D

Editor:

Rasidah, S.Pd., M.Sc

Desain Sampul dan Tata Letak:

M.Fikri Ansari, S.Kom

Penerbit:

Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin

Redaksi:

Gedung A UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjary

Jl. Adhyaksa No. 2 Kayutangi Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Telepon (faks) : 0511 – 3304352

Cetakan pertama: Oktober 2023

ISBN : 978-623-8189-10-6

ISBN 978-623-8189-10-6



Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Penerbit. Isi diluar tanggung jawab penerbit.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji selalu Kami panjatkan kepada Allah SWT atas ridhonya sehingga tim penulis mampu menyelesaikan buku termokimia terintegrasi kearifan lokal tanaman purun dan nilai religius tanpa kendala berarti.

Buku ajar termokimia ini diintegrasikan dengan unsur kearifan lokal Kalimantan Selatan, yaitu tanaman purun, serta nilai religius sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai.

Ucapan terima kasih tim penulis sampaikan kepada semua pihak yang mendukung dan memberikan doa terbaik dalam penulisan buku ini. Keberhasilan buku ini tentu tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari mereka.

Dalam penggunaannya nanti, pembaca mungkin akan menemukan beberapa kekeliruan dan kekurangan di dalamnya. Tim penulis memohon pemakluman dan maaf sebesar-besarnya. Kami, Tim penulis selalu siap menerima kritik dan saran untuk memperbaiki penulisan di masa depan

Banjarmasin, Oktober 2023

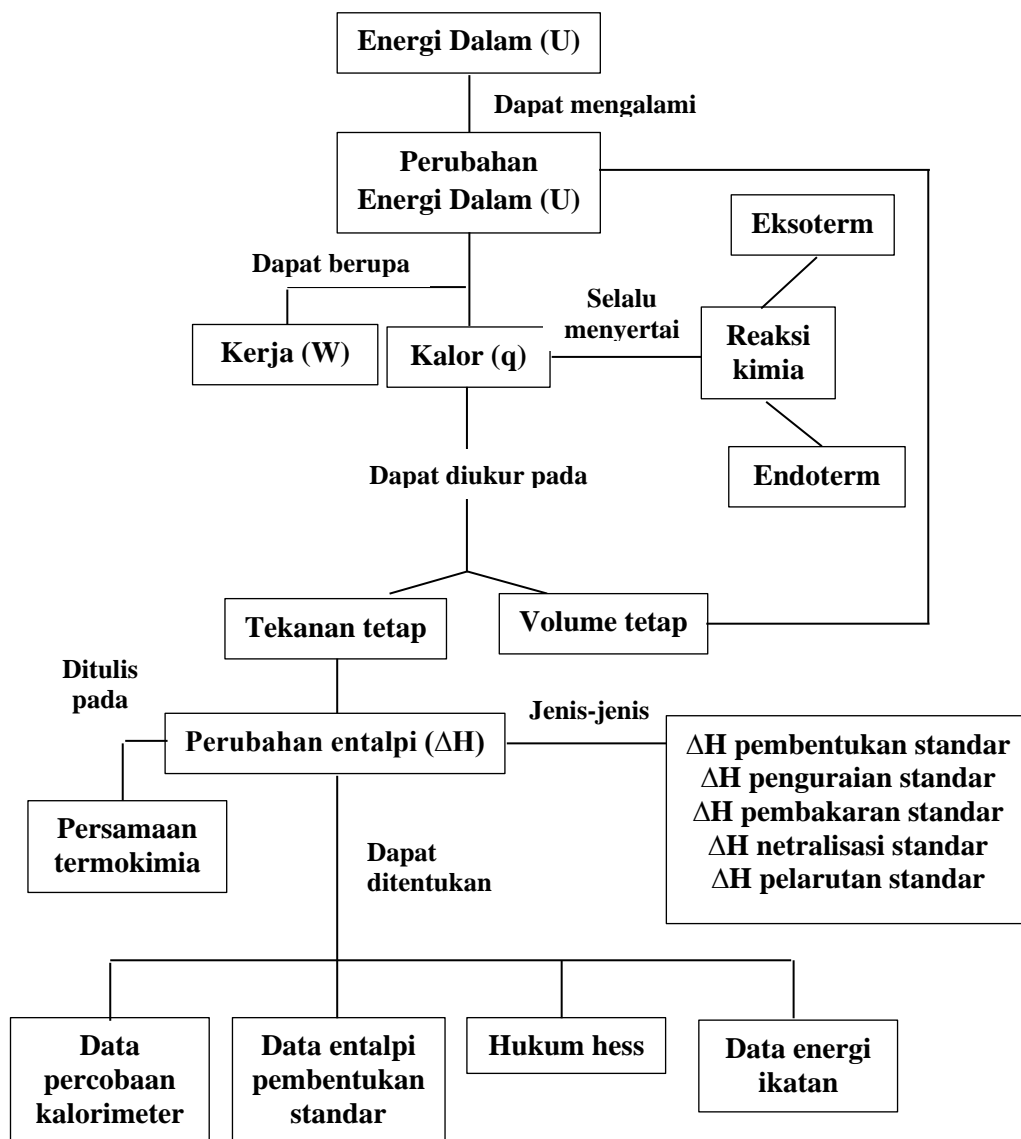
Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
PETA KONSEP	vi
PENDAHULUAN	1
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	4
A. Tujuan Pembelajaran	5
B. Uraian Materi	6
C. Aktivitas Pembelajaran	18
D. Latihan Soal	23
E. Kunci Jawaban	26
F. Penilaian Diri	27
G. Rubrik Penilaian Diri	29
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	34
A. Tujuan Pembelajaran	35
B. Uraian Materi	36
C. Aktivitas Pembelajaran	50
D. Latihan Soal	55
E. Kunci Jawaban	59
F. Penilaian Diri	60
G. Rubrik Penilaian Diri	62
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	65
A. Tujuan Pembelajaran	66
B. Uraian Materi	67
C. Aktivitas Pembelajaran	78
D. Latihan Soal	82
E. Kunci Jawaban	86
F. Penilaian Diri	87

G. Rubrik Penilaian Diri	90
EVALUASI	92
GLOSARIUM	98
RANGKUMAN	100
DAFTAR PUSTAKA	103

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas/Semester	: XI/Ganjil
Materi	: Termokimia
Alokasi Waktu	: 8 JP

B. Kompetensi Dasar

- 1.1 Menyadari adanya keteraturan dan kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.
- 1.2 Mensyukuri kekayaan alam Indonesia berupa minyak bumi, batubara dan gas alam serta berbagai bahan tambang lainnya sebagai anugrah Tuhan YME dan dapat dipergunakan untuk kemakmuran rakyat Indonesia.
- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan

- melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.
- 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.
 - 2.3 Menunjukkan perilaku responsive dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.
 - 3.4 Membedakan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm berdasarkan hasil percobaan dan diagram tingkat energi.
 - 3.5 Menentukan ΔH reaksi berdasarkan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.
 - 4.4 Merancang, melakukan, menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm.
 - 4.5 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH suatu reaksi.

C. Deskripsi Singkat Materi

Adapun topik yang dibahas pada modul ini meliputi:

1. Energi dan hukum kekekalan energi
2. Kalor reaksi, entalpi dan perubahan entalpi (ΔH)
3. Sistem, lingkungan dan alam semesta
4. Reaksi eksoterm dan endoterm
5. Persamaan termokimia

6. Perubahan entalpi standar
7. Penentuan kalor menggunakan calorimeter
8. Penentuan ΔH menggunakan hukum Hess
9. Penentuan ΔH menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f)
10. Penentuan ΔH menggunakan data energi ikatan

D. Petunjuk Penggunaan Modul


1. Awali kegiatan belajarmu dengan membaca doa berikut.

رَضِيتُ بِاللَّهِ رَبًّا وَبِالْإِسْلَامِ دِينًا وَبِمُحَمَّدٍ نَبِيًّا وَرَسُولًا رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا وَارزُقْنِي فَهْمًا

2. Lihatlah bagian yang dicari pada daftar isi.
3. Fahami seluruh informasi yang terdapat dalam modul.
4. Kerjakan setiap aktivitas dan latihan yang tersedia dalam modul.
5. Cek hasil jawabanmu dengan melihat kunci jawaban yang disediakan.
6. Lakukan penilaian diri setelah melakukan rangkaian kegiatan dalam modul.
7. Pelajari kembali modul ini jika hasil belajarmu belum optimal.
8. Akhiri kegiatan belajarmu dengan membaca doa berikut.

اَللّٰهُمَّ اَرِنَا الْحَقَّ حَقًّا وَاَرِزُقْنَا اتِّبَاعَهُ وَاَرِنَا الْبَاطِلَ بَاطِلًا وَاَرِزُقْنَا اجْتِنَابَهُ

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1



**Saya percaya bahwa ilmu kimia saja hampir
membuktikan keberadaan pencipta yang cerdas**

~ Thomas Alva Edison ~



A. Tujuan Pembelajaran

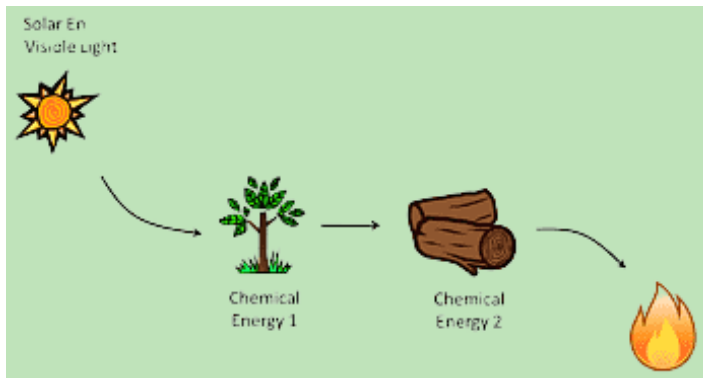
Setelah melakukan kegiatan pembelajaran 1, diharapkan siswa dapat:

1. Menjelaskan bunyi hukum kekekalan energi
2. Memberikan contoh penerapan hukum kekekalan energi
3. Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan
4. Menyebutkan dan menjelaskan macam-macam sistem
5. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi eksoterm
6. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri endoterm
7. Memberikan contoh reaksi eksoterm dan endoterm
8. Membuat diagram tingkat energi
9. Melakukan percobaan untuk membedakan reaksi eksoterm dan endoterm
10. Menganalisis perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan data hasil percobaan
11. Mempresentasikan hasil percobaan secara berkelompok
12. Membuat laporan hasil percobaan secara mandiri
13. Meningkatkan rasa keimanan dan ketaqwaan terhadap Allah SWT
14. Mensyukuri segala nikmat yang diberikan Allah SWT
15. Menjaga lingkungan sekitar

B. Uraian Materi



Brainstorming



Gambar 1. Transformasi Energi

Sumber: pngdownload.id

Dapatkah kamu menyebutkan jenis energi yang terdapat pada Gambar 1? Dapatkah energi tersebut dimusnahkan?

Matahari adalah sumber energi terbesar yang dapat menghasilkan energi cahaya dan panas yang menjadi sumber kehidupan di bumi. Energi cahaya yang dihasilkan matahari sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup yang ada di bumi, tanpa terkecuali tumbuhan. Cahaya matahari yang diserap oleh tumbuhan digunakan untuk melakukan fotosintesis. Fotosintesis merupakan reaksi penting yang terjadi pada tumbuhan, yang mengkonversi cahaya matahari menjadi energi kimia yang disimpan dalam senyawa organik. Dengan demikian, pada

fotosintesis tersebut berlaku hukum kekekalan energi. Kira-kira apa bunyi dari hukum tersebut? Supaya tidak penasaran, ayo kita pelajari uraian materi berikut!

Tanaman Purun sebagai Energi Alternatif



Gambar 2. Tanaman Purun
Sumber: Mongabay.co.id

Tanaman purun adalah salah satu kearifan lokal yang dimiliki oleh masyarakat di provinsi Kalimantan Selatan. Sebelum tren “*back to nature*” menggeliat, masyarakat menganggap bahwa tanaman purun adalah gulma yang kehadirannya dianggap mengganggu tanaman pertanian, karena tergolong sebagai tumbuhan liar yang dapat beradaptasi pada lahan rawa pasang surut. Namun, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan ini memiliki banyak manfaat, diantaranya sebagai (1) bahan baku untuk membuat tikar, topi, tas; (2)



pakan ternak kerbau rawa; (3) tanaman perangkap penggerek batang padi putih; (4) pupuk organik; (5) biofilter; (6) penyerap unsur beracun (Asikin & Thamrin, 2012); (7) sedotan ramah lingkungan (Silvianingsih et al., 2022). Selain berbagai manfaat di atas, ternyata tumbuhan purun juga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk mengantisipasi krisis energi yang semakin tahun semakin terasa dampaknya (Susanti et al., 2015)

Agar purun dapat digunakan sebagai bahan bakar yang efektif, maka tumbuhan tersebut harus diolah menjadi biobriket. Biobriket merupakan sebuah batangan arang yang dibuat dengan bahan dasar limbah pertanian dan peternakan serta dicetak menggunakan alat press agar menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Walaupun nilai kalor yang dihasilkan biobriket purun lebih kecil dari batubara (Susanti et al., 2015), tetapi biobriket dari purun lebih ramah lingkungan, ekonomis, memiliki daya panas yang lebih tinggi dan tahan lama dibanding bahan bakar minyak. Dengan diketahuinya beberapa fakta di atas, maka tumbuhan purun sebagai kearifan local masyarakat Kalimantan Selatan harus dilestarikan.



1. Energi dan hukum kekekalan energi

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Energi merupakan sesuatu yang dimiliki suatu zat yang

menyebabkan sesuatu yang lain terjadi. Sebagai contoh matahari yang memancarkan energinya dapat menyebabkan tanaman melakukan fotosintesis, pakaian yang dijemur menjadi kering, dan lampu-lampu jalan menyala di malam hari. Dengan demikian dapat difahami bahwasanya suatu benda yang memiliki energi dapat mempengaruhi benda lain dengan cara melakukan kerja pada benda lain tersebut.

Jumlah energi yang dimiliki suatu benda selalu bernilai tetap. Hal ini menimbulkan suatu hukum yang disebut dengan hukum kekekalan energi. Hukum ini menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Penerapan hukum kekekalan energi ini dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari, seperti saat ibu memasak makanan menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar. Energi kimia yang terkandung dalam minyak tanah tersebut akan berubah menjadi energi panas yang menyebabkan makanan yang dimasak menjadi matang. Dalam kasus ini, energi kimia pada minyak tanah tidaklah musnah, melainkan dikonversi menjadi energi panas. Dari contoh tersebut, dapat dibuktikan bahwa energi tidak dapat kita musnahkan, tetapi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya.

Sang Pencipta Energi

Adakah makhluk di muka bumi ini yang dapat menciptakan energi? energi tidak seperti benda yang dapat dilihat dan disentuh. Jika manusia saja tidak bisa melihat dan merabanya, maka apakah bisa manusia menciptakan energi? Jika manusia tidak dapat menciptakan energi, lalu siapakah yang dapat menciptakannya? Dia-lah Allah SWT. yang telah menciptakan matahari beserta energinya, sebagaimana tertulis dalam Alquran surah Yunus ayat 5 yang berbunyi:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ
وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

Yang artinya: “*Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui*”

Ayat ini menerangkan bahwa Allah SWT. menciptakan matahari dan energi yang dimilikinya sebagai dasar hidup dan kehidupan, dan dengan kebesaran-Nya, Allah SWT. mampu



mengubah cahaya matahari menjadi energi kimia yang tersimpan dalam tumbuhan, batubara, dan minyak bumi (Supardi, 2017). Ketiga materi ini memiliki banyak manfaat untuk kehidupan manusia di bumi, seperti batubara dan minyak bumi yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar skala rumah tangga dan industri; beberapa tumbuhan dapat digunakan sebagai sumber makanan serta bahan bakar alternatif berupa biobriket. Lalu, bagaimana jika suatu saat cahaya matahari yang memasuki bumi terhalang kabut tebal, apakah tumbuhan tetap dapat bertahan hidup? Dapatkah kamu membayangkan bahwa akan banyak hewan dan manusia yang mati kelaparan karena kekurangan sumber makanan? Untuk itu kita sebagai makhluk yang mengetahui fungsi berbagai materi yang disebutkan di atas tadi, wajib bersyukur dengan cara menjaga kelestarian lingkungan serta menyadari bahwasanya kebesaran-kebesaran yang Allah SWT. ciptakan di muka bumi ini sebagai pengingat bagi kita untuk senantiasa meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kita terhadap Allah SWT.



2. Kalor reaksi, entalpi dan perubahan entalpi

Salah satu bentuk energi yang lazim kita jumpai adalah panas. Energi panas dapat berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Energi panas yang berpindah ini

disebut dengan kalor (q). Dalam setiap reaksi kimia selalu ada kalor yang dihasilkan ataupun diserap, dan ilmu yang mempelajarinya disebut termokimia. Meskipun kalor reaksi ini tidak dapat kita lihat, tetapi tanpa disadari kalor reaksi benar-benar ada di kehidupan sehari-hari. Contohnya pada reaksi pembakaran bahan bakar seperti briket arang yang melepaskan sejumlah kalor ke lingkungan, yang dibuktikan dengan matangnya air/masakan yang kita masak; dan pada reaksi fotosintesis, dimana tanaman menyerap energi (kalor) dari matahari untuk mengubah karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) menjadi molekul glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan oksigen (O_2).

Reaksi kimia (sistem) selalu disertai dengan penerimaan atau pelepasan kalor, dan biasanya juga terjadi pada tekanan tetap. Kalor reaksi sistem yang diukur pada tekanan tetap ini disebut dengan perubahan entalpi (ΔH), yang nilainya hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir (Brady, 1999).



Notasi dari entalpi yaitu H, berasal dari huruf awal frasa “Heat of Content” yang artinya kalor isi/kandungan. Ini mengindikasikan bahwa entalpi merupakan jumlah kalor atau energi yang terkandung dalam suatu materi

Pernyataan tersebut dapat dirumuskan ke dalam persamaan berikut.

$$q_p = \Delta H = H(\text{produk}) - H(\text{reaktan})$$

3. Sistem, lingkungan dan alam semesta

Pada pembahasan sebelumnya, kita menjumpai istilah sistem dan lingkungan. Sebenarnya, apa itu sistem dan lingkungan? Sistem adalah bagian dari alam semesta yang sedang menjadi pusat perhatian, sedangkan lingkungan adalah bagian lain dari alam semesta yang berinteraksi dengan sistem. Jadi, alam semesta merupakan gabungan antara sistem dan lingkungan. Allah SWT. telah mengatur alam semesta ini sedemikian rupa, sehingga alam ini mengandung sistem dalam jumlah tak hingga, dari yang berukuran kecil sampai yang berukuran besar. Contoh sistem berukuran besar adalah planet bumi yang senantiasa menyerap energi dari matahari. Dari contoh sistem yang berukuran besar ini (bumi) dapat difahami bahwa bagian lain dari bumi (matahari, bintang, bulan dan masih banyak lagi) dapat kita sebut sebagai lingkungan. Contoh sistem lainnya adalah tubuh kita yang menyerap kalor dari api unggun. Pada kasus ini, bagian lain dari tubuh (udara di sekitar kita) disebut dengan lingkungan.

Pada paragraf sebelumnya cukup terlihat jelas bahwa selalu ada interaksi antara lingkungan dan sistem, dimana terjadi pertukaran energi diantara keduanya. Namun, taukah kamu

bahwa sebenarnya dalam interaksi tersebut juga memungkinkan terjadinya pertukaran materi? Jadi, berkaitan dengan hal tersebut, maka sistem dibedakan menjadi 3, yaitu sistem terbuka, tertutup dan terisolasi (Subhan, 2013).

1. Sistem terbuka

Pada sistem ini, baik energi ataupun materi dapat dipertukarkan dengan lingkungannya. Contohnya adalah air dalam gelas yang dibiarkan saja selama beberapa hari akan menguap yang menyebabkan volum air di dalam gelas tersebut berkurang. Dari fakta ini dapat disimpulkan bahwa terjadi pertukaran materi dan energi yang dibuktikan dengan berkurangnya volum air karena sebagian menguap akibat panas yang diterima oleh air dalam gelas tersebut.

2. Sistem tertutup

Pada sistem tertutup, hanya energi yang dapat dipertukarkan dengan lingkungan. Contohnya adalah nasi panas yang dimasukkan ke dalam toples berpenutup yang lama-kelamaan menjadi dingin. Dari contoh ini dapat kita ketahui bahwa hanya terjadi perpindahan energi panas/kalor dari nasi (sistem) ke lingkungan yang menyebabkan nasi menjadi dingin.

3. Sistem terisolasi

Pada sistem terisolasi ini, baik energi ataupun materi tidak dapat dipertukarkan dengan lingkungannya. Contohnya adalah air panas dalam termos.

4. Reaksi eksoterm dan endoterm

Terdapat dua jenis reaksi kimia berdasarkan kalor yang dilepas/diserap sistem yaitu reaksi eksoterm dan endoterm. Reaksi eksoterm adalah reaksi kimia yang berlangsung dengan melepaskan kalor ke lingkungan, sedangkan reaksi endoterm adalah reaksi kimia yang berlangsung dengan menyerap kalor dari lingkungan. Adapun ciri-ciri reaksi eksoterm yaitu kalor berpindah dari sistem ke lingkungan, suhu sistem turun sedangkan suhu lingkungan naik, dan ΔH bernilai negatif. Sementara itu, ciri-ciri reaksi endoterm merupakan kebalikan dari reaksi eksoterm yaitu kalor berpindah dari lingkungan ke sistem, suhu sistem meningkat sedangkan suhu lingkungan menurun, dan ΔH bernilai positif (Subhan, 2013).



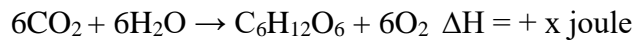
Gambar 3. Api Unggun

Sumber: Detikcom

Contoh reaksi eksoterm dan endoterm sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Contoh reaksi eksoterm adalah

pembakaran kayu untuk membuat api unggun. Pada reaksi tersebut dilepaskan kalor ke lingkungan yang menyebabkan udara di sekitarnya menjadi hangat. Contoh reaksi eksoterm yang lain adalah proses pembakaran glukosa yang terjadi dalam tubuh saat berolahraga, yang menyebabkan tubuh jadi berkeringat karena panas yang dihasilkan.

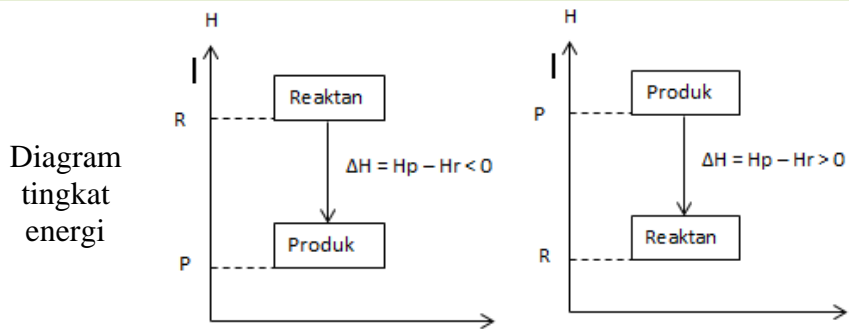
Adapun contoh reaksi endoterm dalam kehidupan sehari-hari adalah reaksi fotosintesis pada tumbuhan untuk menghasilkan gula. Persamaan reaksinya dapat dilihat di bawah ini.



Dari persamaan reaksi di atas diketahui bahwa diperlukan sejumlah energi agar reaksi fotosintesis dapat berlangsung. Contoh reaksi endoterm yang lainnya adalah penguapan air. Pada reaksi penguapan air ini, sejumlah energi dipindahkan dari lingkungan ke dalam sistem yang menyebabkan suhu sistem (air) meningkat, sehingga sebagian air menguap. Untuk memudahkan kamu memahami perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm, perhatikanlah Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perbedaan Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Perbedaan	Reaksi Eksoterm	Reaksi Endoterm
Energi panas	Sistem melepas kalor	Sistem menerima kalor
Suhu lingkungan	Naik	Turun
ΔH	(-)	(+)



C. Aktivitas Pembelajaran

Lakukan kegiatan berikut bersama teman kelompokmu, dan jawablah pertanyaan yang diberikan secara singkat dan jelas.



Coba Kimia

Reaksi Eksoterm dan Endoterm

a. Tujuan kegiatan

Siswa mampu membedakan reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan hasil percobaan

b. Alat dan bahan yang digunakan

Tabung reaksi	Akuades
Thermometer	NaOH padat
Gelas ukur	NH ₄ Cl padat
Batang pengaduk	

c. Prosedur kerja

1. Masukkan 5 mL akuades ke dalam tabung reaksi.
2. Ukur suhu awal akuades dalam tabung reaksi (T_1)
3. Masukkan 0,5 g padatan NaOH ke dalam tabung reaksi yang berisi akuades secara hati-hati.
4. Aduk hingga seluruh NaOH larut

5. Ukur suhu larutan (T_2)
6. Catat hasil pengamatanmu pada Tabel 2 dan 3
7. Ulangi langkah 1-6, dan gunakan NH_4Cl sebagai zat terlarutnya.

d. Hasil pengamatan

Catatlh hasil pengamatanmu secara jujur pada Tabel 2 dan 3 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengamatan NaOH yang Dilarutkan ke dalam Akuades

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Kesimpulan
Akuades	Akuades + NaOH	

Tabel 3. Hasil Pengamatan NH_4Cl yang Dilarutkan ke dalam Akuades

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		Kesimpulan
Akuades	Akuades + NH_4Cl	

e. Analisis data

Jawablah sejumlah pertanyaan berikut!

1. Apakah terjadi kenaikan suhu saat NaOH dilarutkan ke dalam akuades?

.....
.....
.....

2. Apa yang tangan kamu rasakan saat padatan NaOH dimasukkan ke dalam akuades?

.....
.....
.....

3. Berikan pendapatmu mengenai perpindahan kalor pada reaksi pelarutan NaOH di atas!

.....
.....
.....

4. Berdasarkan hasil analisis data yang telah kamu lakukan, Apakah benar bahwa pelarutan NaOH ke dalam akuades termasuk reaksi eksoterm? Berikan buktinya!

.....
.....
.....

5. Buatlah diagram tingkat energi dari reaksi pelarutan NaOH

.....
.....
.....

6. Apakah terjadi penurunan suhu saat NH_4Cl dilarutkan ke

dalam akuades?

.....
.....
.....

7. Apa yang tangan kamu rasakan saat padatan NH_4Cl dimasukkan ke dalam akuades?

.....
.....
.....

8. Berikan pendapatmu mengenai perpindahan kalor pada reaksi pelarutan NH_4Cl di atas!

.....
.....
.....

9. Berdasarkan hasil analisis data yang telah kamu lakukan, Apakah benar bahwa pelarutan NH_4Cl ke dalam akuades termasuk reaksi endoterm? Berikan buktinya!

.....
.....
.....

10. Buatlah diagram tingkat energi dari reaksi pelarutan NH_4Cl !

.....
.....
.....
.....
.....

f. Kesimpulan

Tulis kesimpulan yang kamu peroleh!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D. Latihan Soal



Kerjakan soal berikut secara mandiri dan jujur. Berikan tanda silang pada jawaban yang tepat!

1. Besarnya kalor yang diterima atau dibebaskan sistem pada tekanan tetap bernilai sama dengan ...
 - a. ΔU
 - b. ΔS
 - c. ΔH
 - d. W
 - e. H
2. Kegiatan berlari akan membuat tubuhmu mengeluarkan keringat, karena panas dalam tubuh dilepaskan ke lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi tersebut merupakan reaksi ...
 - a. Pembakaran
 - b. Endoterm
 - c. Eksoterm
 - d. Respirasi
 - e. Fotosintesis
3. Jika pita Mg dimasukkan ke dalam larutan HCl menyebabkan kenaikan suhu larutan sebesar 2°C , maka reaksi tersebut tergolong ke dalam reaksi ...
 - a. Pembakaran
 - b. Endoterm
 - c. Eksoterm
 - d. Respirasi
 - e. Fotosintesis
4. Panas yang terdapat pada tubuhmu diserap oleh hawa dingin hingga kamu merasa kedinginan. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi tersebut merupakan reaksi ...

- a. Eksoterm
 - b. Endoterm
 - c. Pelepasan kalor
 - d. Kimia
 - e. Pembakaran
5. Berdasarkan soal nomor 4, yang berperan sebagai sistem adalah ...
- a. Udara dingin
 - b. Jaket
 - c. Tanaman di sekitar
 - d. Tubuh
 - e. Udara panas
6. Pernyataan yang benar mengenai reaksi endoterm adalah ...
- a. Sistem melepaskan kalor ke lingkungan
 - b. Lingkungan menerima kalor dari sistem
 - c. $H_{\text{produk}} > H_{\text{reaktan}}$
 - d. $H_{\text{produk}} < H_{\text{reaktan}}$
 - e. $T_{\text{akhir}} > T_{\text{awal}}$
7. Jika padatan NH_4Cl dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi air, maka tabung reaksi akan menjadi lebih dingin. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi tersebut merupakan reaksi ...
- a. Endoterm karena sistem menyerap kalor
 - b. Eksoterm karena sistem melepaskan kalor
 - c. Endoterm karena sistem melepaskan kalor
 - d. Eksoterm karena sistem menyerap kalor
 - e. Endoterm karena kalor berpindah dari sistem ke lingkungan
8. Yang termasuk sistem terisolasi adalah ...
- a. Air panas yang dimasukkan ke dalam botol plastic berpenutup

- b. Nasi panas yang dimasukkan ke dalam kotak berpenutup
 - c. Sejumlah bahan makanan yang ingin diketahui nilai kalorinya dimasukkan ke dalam kalorimeter bomb
 - d. NaOH yang dimasukkan ke dalam beaker berisi akuades
 - e. Rumah kaca
9. Yang termasuk reaksi endoterm adalah ...
- a. Reaksi CaO dan air
 - b. Reaksi Fotosintesis pada tanaman
 - c. Reaksi NaOH dan air
 - d. Reaksi pembakaran gas metana
 - e. Reaksi pita Mg dan HCl
10. Pernyataan berikut yang tidak berkaitan dengan hukum kekekalan energi adalah ...
- a. Energi tidak dapat diciptakan
 - b. Energi hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya
 - c. Energi cahaya yang dipancarkan oleh matahari berubah menjadi energi kimia yang tersimpan dalam tanaman.
 - d. Energi tidak dapat dimusnakan
 - e. Hukum kekekalan energi dikenal juga dengan hukum kedua termodinamika

E. Kunci Jawaban



Cocokkan jawabanmu dengan kunci jawaban berikut!

1. c
2. c
3. c
4. b
5. d
6. c
7. a
8. c
9. b
10. e

Laporkan nilai yang kamu peroleh kepada gurumu. Jika nilaimu di bawah 70, pelajari kembali materi-materi tersebut.

F. Penilaian Diri

Baca dengan seksama dan teliti bagian berikut. Berikan penilaian terhadap dirimu sendiri apa adanya dengan memberi tanda centang (\surd) pada kolom “ya” atau “tidak” berdasarkan pernyataan yang sedang dinilai. Penilaian ini akan sangat berarti bagimu, agar kamu dan gurumu dapat mengetahui bagian yang belum difahami dengan baik.

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya dapat menjelaskan bunyi hukum kekekalan energi		
2	Saya dapat memberikan 1 bukti dari penerapan hukum kekekalan energi		
3	Saya dapat menjelaskan definisi sistem		
4	Saya dapat memerinci 3 jenis sistem yang sudah saya pelajari pada materi termokimia		
5	Saya dapat membedakan ketiga jenis sistem yang sudah saya pelajari pada materi termokimia		
6	Saya dapat memberikan contoh setiap sistem yang dipelajari pada materi termokimia		
7	Saya dapat menjelaskan definisi lingkungan		
8	Saya dapat membedakan sistem, lingkungan, dan alam semesta		
9	Saya dapat menjelaskan definisi reaksi		

	eksoterm		
10	Saya dapat menjelaskan definisi reaksi endoterm		
11	Saya mengetahui perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm dengan jelas		
12	Setidaknya saya dapat memberikan 3 contoh reaksi eksoterm		
13	Setidaknya saya dapat memberikan 3 contoh reaksi endoterm		
14	Saya mengetahui bahwa kalor yang terjadi pada tekanan tetap dikenal dengan istilah ΔH		
15	Saya dapat menjelaskan bahwa entalpi merupakan fungsi keadaan yang nilainya tergantung pada keadaan awal dan akhir		
16	Saya dapat menginternalisasi nilai-nilai religi yang terkandung dalam materi yang sudah saya pelajari		
17	Setelah mempelajari materi ini, setidaknya saya semakin yakin tentang ke-Agung-an dan ke-Esa-an Allah SWT.		

Jika terdapat jawaban “tidak” pada butir pernyataan di atas, berusahalah untuk mengulang bagian tersebut. Jika usaha yang kamu lakukan belum berhasil, mintalah bantuan kepada teman ataupun gurumu untuk menjelaskannya!

G. Rubrik Penilaian Diri

No	Rubrik Penilaian
1	Ya = jika dapat menjelaskan hukum kekekalan energi yang berbunyi energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan Tidak = jika tidak dapat menjelaskan hukum kekekalan energi yang berbunyi energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan
2	Ya = jika dapat menyebutkan salah satu contoh dari penerapan hukum kekekalan energi. Contohnya: dalam proses fotosintesis tanaman energi matahari diubah menjadi energi kimia yang tersimpan dalam tanaman, saat memasak makanan, energi kimia dalam biobriket diubah menjadi energi panas, saat menghangatkan tubuh dengan api unggun, energi kimia dalam kayu bayu bakar diubah menjadi energi panas, dsb. Tidak = jika tidak dapat menyebutkan salah satu contoh dari penerapan hukum kekekalan energi
3	Ya = jika dapat menjelaskan bahwa sistem adalah bagian dari alam semesta yang menjadi pusat perhatian Tidak = jika tidak dapat menjelaskan bahwa sistem adalah bagian dari alam semesta yang menjadi pusat perhatian
4	Ya = jika dapat merinci 3 jenis sistem, yaitu: Sistem terbuka, pada sistem ini baik energi ataupun materi dapat dipertukarkan ke lingkungan

	<p>Sistem tertutup, pada sistem ini hanya energi yang dapat dipertukarkan ke lingkungan</p> <p>Sistem terisolasi, pada sistem ini baik energi ataupun materi tidak dapat dipertukarkan</p> <p>Tidak = jika tidak dapat merinci 3 jenis sistem yang sudah disebutkan di atas</p>
5	<p>Ya = jika dapat membedakan ketiga jenis sistem berdasarkan pertukaran energi dan materi ke lingkungan sebagaimana penjelasan di atas</p> <p>Tidak = jika tidak dapat membedakan ketiga jenis sistem berdasarkan pertukaran energi dan materi ke lingkungan sebagaimana penjelasan di atas</p>
6	<p>Ya = jika dapat menyebutkan contoh setiap sistem, misal:</p> <p>Sistem terbuka: air panas dalam gelas terbuka, nasi panas di atas piring, kayu yang dibakar di pekarangan, dan berbagai jenis reaksi kimia yang direaksikan dalam gelas atau tabung reaksi tanpa penutup.</p> <p>Sistem tertutup: nasi panas dalam kotak nasi</p> <p>Sistem terisolasi: air panas dalam termos, reaksi pembakaran dalam calorimeter bomb</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menyebutkan contoh setiap sistem</p>
7	<p>Ya = jika dapat menjelaskan bahwa lingkungan adalah bagian lain dari alam semesta yang berinteraksi dengan sistem</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menjelaskan bahwa lingkungan</p>

	adalah bagian lain dari alam semesta yang berinteraksi dengan sistem
8	<p>Ya = jika dapat membedakan sistem, lingkungan dan alam semesta</p> <p>Alam semesta adalah gabungan antara sistem dan lingkungan</p> <p>Sistem adalah bagian dari alam semesta yang menjadi pusat perhatian</p> <p>Lingkungan adalah bagian lain dari alam semesta yang berinteraksi dengan sistem</p>
9	<p>Ya = jika dapat menjelaskan bahwa reaksi eksoterm adalah reaksi kimia yang berlangsung dengan melepaskan kalor ke lingkungan</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menjelaskan bahwa reaksi eksoterm adalah reaksi kimia yang berlangsung dengan melepaskan kalor ke lingkungan</p>
10	<p>Ya = jika dapat menjelaskan bahwa reaksi endoterm adalah reaksi kimia yang berlangsung dengan menerima kalor dari lingkungan</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menjelaskan bahwa reaksi endoterm adalah reaksi kimia yang berlangsung dengan menerima kalor dari lingkungan</p>
11	<p>Ya = jika dapat membedakan reaksi eksoterm dan endoterm, dengan perbedaan sebagai berikut</p> <p>Eksoterm: sistem melepaskan kalor, suhu lingkungan naik,</p>

	<p>$\Delta H < 0$</p> <p>Endoterm: sistem menerima kalor, suhu lingkungan turun, $\Delta H > 0$</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menyebutkan perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm sebagaimana penjelasan di atas</p>
12	<p>Ya = jika dapat memberikan 3 contoh reaksi eksoterm</p> <p>Contohnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. reaksi pembakaran kayu bakar/biobriketr/reaksi pembakaran lainnya 2. reaksi pelarutan NaOH ke dalam air 3. reaksi netralisasi NaOH dan HCl <p>Tidak = jika tidak dapat memberikan 3 contoh reaksi eksoterm.</p>
13	<p>Ya = jika dapat memberikan 3 contoh reaksi endoterm</p> <p>Contohnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. reaksi fotosintesis tanaman 2. reaksi pelarutan NH_4Cl ke dalam air 3. reaksi penguapan air <p>Tidak = jika tidak dapat memberikan 3 contoh reaksi endoterm.</p>
14	<p>Ya = jika mengetahui bahwa ΔH adalah q_p</p> <p>Tidak = jika tidak mengetahui bahwa ΔH adalah q_p</p>
15	<p>Ya = jika dapat menjelaskan bahwa perubahan entalpi (ΔH) nilainya hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir dengan formula: $\Delta H = H(\text{produk}) - H(\text{reaktan})$</p>

	<p>Tidak = jika tidak dapat menjelaskan bahwa perubahan entalpi (ΔH) nilainya hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir dengan formula: $\Delta H = H(\text{produk}) - H(\text{reaktan})$</p>
16	<p>Ya = jika dapat menginternalisasi nilai-nilai religius yang ada pada materi yang sudah dipelajari, misalnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Allah adalah Sang Pencipta energi, manusia hanya mampu mengonversinya. 2. Allah menciptakan alam semesta yang mengandung sistem dalam jumlah tak hingga dan mengaturnya untuk kelangsungan hidup manusia. 3. Allah menciptakan matahari sebagai sumber energi utama dan mengatur siklus energi agar manusia dapat menggunakan energi tersebut dalam kehidupan. 4. Manusia patut bersyukur atas nikmat energi yang diberikan oleh Allah. Tanpa energi tanaman tidak mampu berfotosintesis dan manusia akan kelaparan. 5. Manusia sebagai khalifah di muka bumi ini harus menjaga kelestarian lingkungan sebagai wujud syukur kepada Allah. <p>Tidak = jika tidak dapat menginternalisasi nilai-nilai religius yang ada pada materi yang sudah saya pelajari</p>
17	<p>Ya = jika semakin yakin dengan ke-Agung-an dan ke-Esaan Allah</p> <p>Tidak = jika tidak meyakini ke-Agung-an dan ke-Esaan Allah</p>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2



**Apa yang kamu pelajari dari kehidupan dalam
sains adalah luasnya ketidaktahuan kita**

~ Cristhoper Hitchens ~



A. Tujuan Pembelajaran

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran 2, diharapkan siswa dapat:

1. Menuliskan persamaan termokimia dengan benar
2. Menjelaskan pengertian ΔH pembentukan standar (ΔH^0_f), penguraian standar (ΔH^0_d), pembakaran standar (ΔH^0_c) dan netralisasi standar (ΔH^0_n).
3. Melakukan perhitungan terkait ΔH pembentukan standar (ΔH^0_f), penguraian standar (ΔH^0_d), pembakaran standar (ΔH^0_c) dan netralisasi standar (ΔH^0_n).
4. Menentukan ΔH reaksi berdasarkan data percobaan dengan menggunakan kalorimeter
5. Melakukan percobaan untuk menentukan kalor pembakaran suatu bahan bakar
6. Mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakukan secara berkelompok
7. Membuat laporan hasil percobaan secara mandiri
8. Meningkatkan rasa keimanan dan ketaqwaan terhadap Allah SWT
9. Mensyukuri segala nikmat yang diberikan Allah SWT
10. Menjaga lingkungan sekitar

B. Uraian Materi



Brainstorming



Gambar 4. Kalorimeter Sederhana

Sumber: profmikra.org

Tahukah kamu apa fungsi dari alat di atas?

Di kelas X tentu kamu sudah belajar tentang persamaan reaksi bukan? Menurut kamu, apakah persamaan reaksi sama dengan persamaan termokimia? Sebelum kamu lanjut, ada baiknya kalian mengingat kembali mengenai definisi termokimia, penyetaraan dan koefisien reaksi, serta stoikiometri kimia. Materi-materi prasyarat tersebut sangat penting dipelajari untuk memudahkan kamu dalam memahami topik-topik yang akan dibahas pada kegiatan pembelajaran 2 berikut.

Sang Jawara si Tanaman Purun

Kalimantan adalah salah satu pulau yang memiliki lahan gambut terbesar kedua setelah Sumatera. Luas lahan gambut di Kalimantan adalah 32% dari 20,6 juta hektar luas lahan gambut di Indonesia. Sejumlah tumbuhan liar seperti gulma dapat tumbuh subur di lahan tersebut, dan terkadang kehadirannya tidak diinginkan karena menurunkan hasil yang bisa dicapai oleh tanaman produksi.

Seiring dengan melimpahnya jumlah gulma yang tumbuh di lahan gambut tersebut, maka masyarakat dapat menggunakan keberadaan gulma tersebut untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif berupa biobriket. Susanti dkk (2015) telah melakukan riset ke sejumlah gulma yang tumbuh di lahan gambut Kalimantan seperti kelakai, pakis-pakistan, eupatorium, gulma bunga kuning, karamunting kodok, rumput gajah, kumpai minyak, anggrek tanah bunga pentol, purun, dan rumput bundung. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas briket dari masing-masing biomassa gulma tersebut. Salah satu parameter yang diuji yaitu nilai kalor dari setiap biobriket yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa purun merupakan jenis gulma yang menghasilkan biobriket terbaik dengan nilai kalor sebesar 4.647,9 kal/g. Adapun nilai kalor untuk setiap jenis gulma yang diolah menjadi biobriket diberikan pada Tabel 4 berikut.



Tabel 4. Nilai Kalor Biobriket dari Berbagai Gulma

No	Gulma	Nilai Kalor (kal/g)
1	Kelakai	3.873,03
2	Rumput gajah	4.302,70
3	Anggrek tanah Bunga pentol	4.585,43
4	Purun tikus	4.647,93
5	Eupatorium	4.055,37
6	Pakis-pakistan	4.368,63
7	Karamunting kodok	3.835, 27
8	Rumput bundung	3.492,57
9	Kumpai minyak	3.658,07
10	Gulma bunga kuning	4.160,97

(Susanti dkk, 2015)

Gulma Tak Diciptakan Sia-sia

Dalam pandangan ilmu kimia, sesungguhnya tidak ada limbah dalam arti sesuatu yang tidak bermanfaat. Semuanya dapat direkayasa menjadi sesuatu yang berguna. Hal ini ditegaskan oleh Allah SWT dalam surah Ali Imran ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ



Yang artinya: *“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”*”

Sama halnya dengan gulma yang selama ini dipandang sebagai tanaman pengganggu, ternyata juga memiliki kegunaan. Berdasarkan studi literature yang dilakukan, gulma-gulma yang terdapat di Provinsi Kalimantan Selatan (Tabel 4) potensial digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bahan bakar. Teknologi yang digunakan dalam pembuatan bahan bakar dari gulma tersebut juga sederhana dan mudah dipraktikan. Dari hasil studi tersebut dapat disimpulkan bahwa

gulma yang dianggap tidak memiliki manfaat sekalipun, ternyata memiliki nilai ekonomis yang tidak terduga. Masih terkait dengan pembahasan di atas, dapat kita fahami bahwasanya tujuan penciptaan sumber daya alam ini tidak hanya untuk menyokong kehidupan manusia, tetapi lebih dari itu yaitu sebagai renungan bagi manusia yang mau berpikir bahwa ada tanda-tanda kebesaran Allah SWT dalam setiap makhluk ciptaanNya. Pernyataan ini dipertegas dalam Surah Lukman ayat 20 yang berbunyi:





أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعْمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً ۗ وَمِنَ النَّاسِ مَن يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُّنِيرٍ

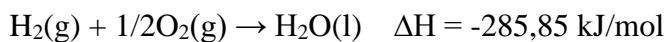
Yang artinya: “tidakkah kamu memperhatikan bahwa Allah telah menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk (kepentingan)mu dan menyempurnakan nikmat-Nya untukmu lahir dan batin. Tetapi di antara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah tanpa ilmu atau petunjuk dan tanpa Kitab yang memberi penerangan”

1. Persamaan termokimia

Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang menyertakan perubahan entalpinya (ΔH). Pada penulisan persamaan termokimia disertakan pula jumlah mol zat yang bereaksi dan wujud fisik zat yang terlibat dalam reaksi. Nilai ΔH yang dituliskan pada persamaan termokimia harus sesuai dengan stoikiometri reaksi, artinya jumlah mol zat yang terlibat dalam reaksi sama dengan koefisien reaksinya (Subhan, 2015).

Contoh:

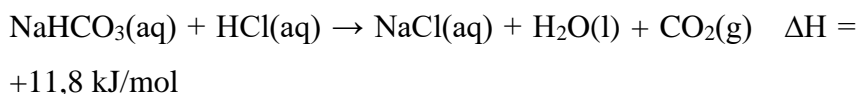
a. Diketahui persamaan termokimia berikut:



Artinya, pada pembentukan 1 mol H_2O dari 1 mol gas hydrogen dan $1/2$ mol gas oksigen dibebaskan energi sebesar 285,85 kJ. Kata

“dibebaskan” mengindikasikan bahwa ΔH bernilai negative (-) atau bersifat eksoterm.

b. Diketahui persamaan termokimia berikut:



Artinya, dari reaksi antara 1 mol larutan NaHCO_3 dan 1 mol larutan HCl dihasilkan 1 mol NaCl , 1 mol H_2O , dan 1 mol CO_2 disertai penyerapan kalor sebesar 11,8 kJ/mol. Kata “penyerapan” mengindikasikan bahwa ΔH bernilai positif (+) atau bersifat endoterm.

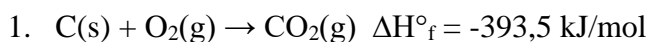
2. Perubahan entalpi standar (ΔH°)

Perubahan entalpi standar (ΔH°) adalah suatu perubahan entalpi reaksi yang diukur pada kondisi standar, yaitu pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm. Beberapa jenis perubahan entalpi standar yaitu:

a. Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f)

Menyatakan perubahan entalpi pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya pada kondisi standar.

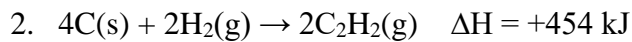
Contoh:



koefisien 1 berarti 1 mol CO

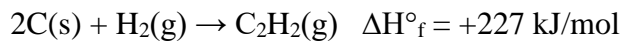
Artinya pada pembentukan 1 mol gas CO_2 dari C (grafit) dan O_2 (oksigen) melepaskan kalor sebesar 393,5 kJ/mol

(tanda negative pada ΔH°_f berarti melepaskan energi atau reaksi eksoterm).



Koefisien 2 berarti 2 mol C_2H_2 ,
maka semua koefisien reaksi dibagi
2 termasuk ΔH

Reaksi menjadi:

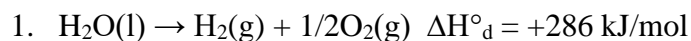


Artinya pada pembentukan 1 mol C_2H_2 dari unsur karbon dan hydrogen dibutuhkan panas sebesar 227 kJ/mol (tanda positif pada ΔH berarti reaksi menyerap kalor atau reaksi endoterm)

b. Perubahan entalpi penguraian standar (ΔH°_d)

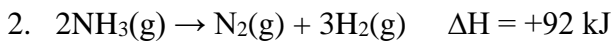
Menyatakan perubahan entalpi pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar.

Contoh:



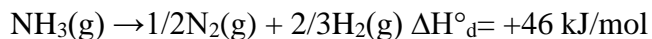
koefisien 1 berarti 1 mol H_2O

Artinya pada penguraian 1 mol H_2O berfase cair menjadi H_2 (gas hydrogen) dan O_2 (gas oksigen) memerlukan kalor sebesar 286 kJ/mol.



koefisien 2 berarti 2 mol NH_3 , maka semua koefisien reaksi dibagi 2 termasuk ΔH

Reaksi menjadi:

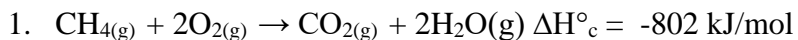


Artinya pada penguraian 1 mol NH_3 menjadi H_2 (gas hydrogen) dan N_2 (gas nitrogen) memerlukan kalor sebesar 46 kJ/mol.

c. Perubahan entalpi pembakaran standar ($\Delta H^\circ_{\text{c}}$)

Menyatakan perubahan entalpi pada pembakaran sempurna 1 mol senyawa pada kondisi standar.

Contoh:



Artinya pada pembakaran 1 mol gas metana melepaskan kalor sebesar 802 kJ/mol (tanda negative pada ΔH menunjukkan bahwa reaksi menghasilkan atau melepaskan panas ke lingkungan).

2. Reaksi pembakaran 1 gram karbon ($\text{Ar C} = 12$) dibebaskan kalor sebesar 85 kJ. Maka $\Delta H^\circ_{\text{c}}$ nya adalah:

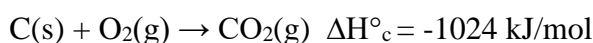
$$\text{Mol karbon} = \frac{\text{massa}}{\text{Ar}} = \frac{1}{12} = \mathbf{0,083} \text{ mol}$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa pada pembakaran 0,083 mol (1 g karbon) dilepaskan kalor

sebesar 85 kJ.

Artinya jika 1 mol karbon yang dibakar, maka akan dilepaskan kalor sebesar $= \frac{1 \text{ mol}}{0,083 \text{ mol}} \times 85 \text{ kJ} = 1024 \text{ kJ}$

Jadi persamaan termokimia pada pembakaran 1 mol karbon adalah:

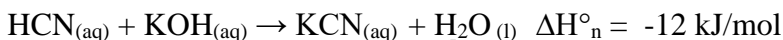


Tanda negatif pada ΔH menunjukkan bahwa reaksi melepaskan kalor ke lingkungan atau reaksi eksoterm.

d. Perubahan entalpi netralisasi standar (ΔH°_n)

Menyatakan perubahan entalpi pada pembentukan 1 mol air dari reaksi penetralan asam oleh basa atau sebaliknya pada keadaan standar.

Contoh:



koefisien 1 berarti 1 mol H₂O

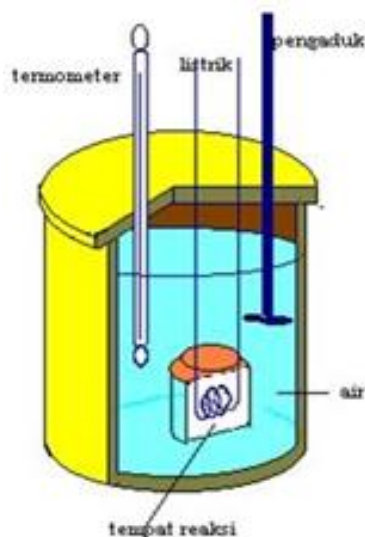
Artinya, pada pembentukan 1 mol air yang disebabkan oleh reaksi netralisasi 1 mol HCN oleh 1 mol KOH melepaskan kalor sebesar 12 kJ/mol.

3. Penentuan kalor menggunakan kalorimeter

Kalor reaksi dapat ditentukan melalui percobaan dengan kalorimeter. Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk

mengukur jumlah kalor yang dipindahkan ke atau dari suatu benda (Aisyah *et al.*, 2022). Kalorimeter ada 2 jenis, yaitu Kalorimeter bom dan kalorimeter *coffee-cup*.

Kalorimeter bom merupakan kalorimeter yang khusus digunakan untuk menentukan kalor dari reaksi-reaksi pembakaran. Kalorimeter ini terdiri dari sebuah bom, tempat berlangsungnya reaksi yang terbuat dari stainless steel dan diisi dengan gas oksigen pada tekanan tinggi. Kemudian, pada bagian luarnya terdapat sejumlah air yang dibatasi dengan wadah yang kedap panas. Gambar



Gambar 5. Kalorimeter Bom
Sumber: kibrispdr.org

kalorimeter bom dapat dilihat pada Gambar 5. Adapun reaksi yang terjadi di dalam bom akan menghasilkan kalor, yang kemudian akan diserap oleh air dan bom itu sendiri. Karena pada kalorimeter bom ini digunakan wadah yang kedap panas, maka tidak ada kalor yang terbuang, dan kalor reaksi yang dilepaskan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$q_{\text{reaksi}} = -(q_{\text{air}} + q_{\text{bom}})$$

kalor yang diserap oleh air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$q_{\text{air}} = m \times c \times \Delta T$$

dimana:

m = massa air dalam kalorimeter

c = kalor jenis air dalam kalorimeter

ΔT = perubahan suhu

Sedangkan kalor yang diserap oleh bom dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q_{\text{bom}} = C \times \Delta T$$

dimana:

C = kapasitas kalor bom

ΔT = perubahan suhu

Berbeda dengan kalorimeter bom, kalorimeter *coffee-cup* (sederhana) hanya dibuat dari cangkir yang diasumsikan tidak berkontribusi pada penyerapan panas keseluruhan, karena dinding cangkir diperlakukan sebagai dinding adiabatik sempurna dengan $q = 0$ (isolator). Karenanya kalor reaksi yang ada merupakan kalor yang diserap atau dilepaskan oleh larutan saja (Aisyah *et al.*, 2022). Secara matematis, kalor reaksi dapat dihitung menggunakan rumus:

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

kalor larutan dapat dihitung menggunakan rumus:

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

dimana:

m = massa larutan

c = kalor jenis larutan

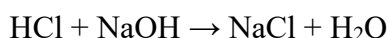
ΔT = perubahan suhu

Pada kalorimeter sederhana ini, reaksi berlangsung pada tekanan tetap, sehingga nilai kalor sama dengan perubahan entalpinya.

$$q_p = \Delta H$$

Contoh:

Sebanyak 100 ml larutan HCl 0,5 M direaksikan dengan 100 ml larutan NaOH 0,5 M dalam kalorimeter gelas gabus. Suhu awal kedua larutan sama, yaitu 24,5°C. Setelah larutan dicampurkan, suhu naik menjadi 28°C. Jika kalor jenis dan massa jenis larutan (ρ) dianggap sama dengan air yaitu 4,18 J/g°C dan 1 g/ml. Tentukan perubahan entalpi (ΔH) reaksi berikut.



Permasalahan di atas dapat diselesaikan dengan cara berikut.

➤ Karena kalorimeter yang digunakan jenis *coffe-cup*, maka

kalor yang diserap atau dilepas oleh larutan dihitung menggunakan rumus: $q_{\text{reaksi}} = -q_{\text{larutan}} = - (m \times c \times \Delta T)$

- Kalor yang dilepas atau diserap oleh kalorimeter *coffe-cup* berlangsung pada tekanan tetap, sehingga:

$$q_p = \Delta H = - (m \times c \times \Delta T)$$

- Dari rumus yang sudah dituliskan di atas, maka data yang diperlukan untuk menghitung ΔH adalah: massa larutan (m), kalor jenis larutan (c) dan perubahan suhu (ΔT). Adapun nilai masing-masing besaran di atas yaitu:

$$c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$= 28^\circ\text{C} - 24,5^\circ\text{C}$$

$$= 3,5^\circ\text{C}$$

m setelah bercampur = m larutan HCl + m larutan NaOH

m setelah bercampur = $(\rho \times V) \text{ HCl} + (\rho \times V) \text{ NaOH}$

m setelah bercampur = $(1 \text{ g/ml} \times 100 \text{ ml}) + (1 \text{ g/ml} \times 100 \text{ ml})$

m setelah bercampur = 200 g

jadi massa total larutan adalah 200 g

- Hitung perubahan entalpinya (ΔH) menggunakan rumus:

$$\Delta H = - (m \times c \times \Delta T)$$

$$\Delta H = - (200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 3,5^\circ\text{C}) = - 2.926 \text{ J}$$

Nilai ΔH di atas merupakan ΔH netralisasi 100 ml HCl 0,5 dengan 100 ml NaOH 0,5 M (atau 0,05 mol masing-masing reaktan) untuk membentuk 0,05 mol air.

- Adapun ΔH yang dimintakan pada soal merupakan ΔH netralisasi standar (pembentukan 1 mol air). Sehingga, nilai

ΔH perlu dihitung kembali.

$$\Delta H = \frac{1 \text{ mol}}{0,05 \text{ mol}} x - 2926 \text{ J} = 58.520 \text{ J/mol.}$$

Tanda negatif pada harga ΔH tersebut menunjukkan bahwa reaksi netralisasi di atas termasuk dalam reaksi eksoterm (sistem melepas kalor). Jadi ΔH° -nya= 58.520 J/mol.

C. Aktivitas Pembelajaran

Lakukan kegiatan berikut bersama teman kelompokmu, dan jawablah pertanyaan yang diberikan secara singkat dan jelas.



Coba Kimia

Nilai Kalor Biobriket Tanaman purun

a. Tujuan kegiatan

Siswa dapat menentukan nilai kalor biobriket tanaman purun

b. Alat dan bahan yang digunakan

Biobriket tanaman purun	Termometer
Panci	Neraca
Air 500 ml	Tungku/kaleng

c. Prosedur kerja

1. Siapkan panci berisi 500 ml air
2. Ukur suhu air mula-mula
3. Timbang sejumlah biobriket tanaman purun yang hendak digunakan
4. Didihkan 500 ml air tersebut menggunakan biobriket yang telah diketahui massanya
5. Ukur suhu air saat mendidih

6. Timbang massa biobriket yang tersisa
7. Hitung nilai kalor biobriket tanaman purun yang dihasilkan
8. Hitung nilai kalor biobriket tanaman purun untuk tiap gramnya

d. Hasil pengamatan

Catat hasil pengamatanmu secara jujur pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Penentuan Nilai Kalor Biobriket Tanaman Purun

Variabel yang diamati	Hasil pengamatan
suhu air mula-mula (T_1)	
Suhu air saat mendidih (T_2)	
Massa biobriket awal (m_1)	
Massa biobriket akhir (m_2)	

e. Analisis data

Jawablah sejumlah pertanyaan berikut!

1. Berdasarkan pemahamanmu, sebutkan sistem dan lingkungan pada percobaan penentuan nilai kalor biobriket tanaman purun di atas!

.....
.....
.....

2. Prediksikan jenis reaksi (eksoterm/endoterm) pada percobaan di atas! Berikan alasan atas prediksimu tersebut!

.....
.....
.....

3. Berdasarkan hasil prediksimu, apa tanda ΔH (+/-) dari reaksi di atas?

.....
.....
.....

4. Berapa massa air dalam panci pada percobaan di atas?

.....
.....
.....

5. Setelah melakukan percobaan di atas, berapa perubahan suhu air sebelum dan sesudah mendidih ($\Delta T = T_2 - T_1$)?

.....
.....
.....

6. Berapa massa biobriket yang terpakai untuk mendidihkan 1 liter air ($\Delta m = m_1 - m_2$)?

.....
.....

.....
7. Berapa kalor pembakaran biobriket tanaman purun di atas ($q = m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}}$)? ($c_{\text{air}} = 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$)

.....
.....
.....

8. Hitung kalor pembakaran untuk 1 gram biobriket!

.....
.....
.....

9. Jika biobriket tanaman purun tersebut hanya mengandung unsur karbon (C), maka tuliskanlah reaksi pembakaran biobriket tersebut!

.....
.....
.....

10. Dengan demikian, berapa nilai ΔH dari reaksi tersebut?

.....
.....
.....

11. Tuliskan persamaan termokimianya (ΔH°_c)!

.....
.....
.....
.....
.....

f. Kesimpulan

Tulislah kesimpulan yang kamu peroleh!

.....
.....
.....
.....
.....

D. Latihan Soal



Kerjakan soal berikut secara mandiri dan jujur. Berikan tanda silang pada jawaban yang tepat!

1. Perhatikan persamaan reaksi berikut.



Pada pembakaran 1 mol CO terjadi perubahan entalpi sebesar...

- a. +136,6 kkal d. -136,6 kkal
b. -68,3 kkal e. 34,15 kkal
c. +68,3 kkal
2. Jika diketahui ΔH pembakaran beberapa bahan bakar adalah sebagai berikut.

Methanol (CH_3OH) $\Delta H = -638 \text{ kJ/mol}$

Propana (C_3H_8) $\Delta H = -2217 \text{ kJ/mol}$

Isooktana (C_8H_{18}) $\Delta H = -5460 \text{ kJ/mol}$

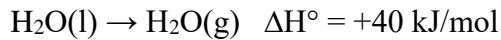
Etuna (C_2H_2) $\Delta H = -1299 \text{ kJ/mol}$

Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) $\Delta H = -1364 \text{ kJ/mol}$

Bahan bakar yang menghasilkan kalor paling besar untuk setiap gramnya adalah ...

- a. Methanol d. Etuna
b. Propana e. Etanol
c. Isooktana
3. Kalor yang diperlukan untuk memanaskan 100 gram air dari 25°C sampai 100°C adalah... (kalor jenis air $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$)

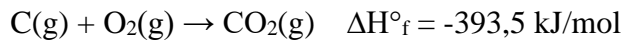
- a. 31,350 J d. 10,450 J
 b. 31350 J e. 10450 J
 c. 31350 kJ
4. Diantara persamaan termokimia di bawah ini yang merupakan perubahan entalpi penguraian adalah...
- a. $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta H^\circ = +925 \text{ kJ}$
 b. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \Delta H^\circ = -2.820 \text{ kJ}$
 c. $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) \Delta H^\circ = +1.207 \text{ kJ}$
 d. $\text{Ca}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) \Delta H^\circ = -1.207 \text{ kJ}$
 e. $2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \Delta H^\circ = +1.380 \text{ kJ}$
5. Jika diketahui:
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -92 \text{ kJ}$$
- Perubahan entalpi pada penguraian 1 mol gas NH_3 menjadi unsur-unsurnya adalah...
- a. -92 kJ d. +184 kJ
 b. -46 kJ e. +92 kJ
 c. +46 kJ
6. Pada suatu percobaan 3 L air dipanaskan sehingga suhu air naik dari 25°C menjadi 72°C . jika diketahui massa jenis air adalah 1 g/mL dan kalor jenis air adalah 4,2 J/g K, maka ΔH reaksi pemanasan tersebut adalah...
- a. 592,2 kJ d. 5,922 kJ
 b. 5922 kJ e. 59220 kJ
 c. 59,22 kJ
7. Diketahui:



Berapakah kalor yang diperlukan untuk penguapan 4,5 g H_2O ?

- a. +8 kJ
- b. +9 kJ
- c. +10 kJ
- d. 11 kJ
- e. 12 kJ

8. Diketahui:



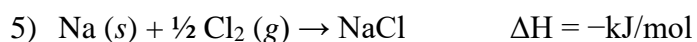
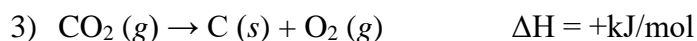
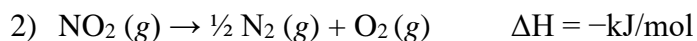
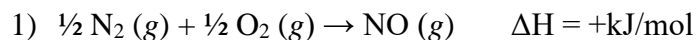
Kalor yang dilepaskan pada reaksi pembentukan CO_2 sebanyak 22 gram adalah...

- a. -196,75 kJ
- b. +196,75 kJ
- c. -197,75 kJ
- d. +197,75 kJ
- e. -198,75 kJ

9. Dalam suatu reaksi kimia dibebaskan 8,4 kJ kalor. Jika kalor ini digunakan untuk memanaskan 100 cm^3 air, maka kenaikan suhunya adalah... (kalor jenis air = $4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$)

- a. $4,2^\circ\text{C}$
- b. 20°C
- c. $8,4^\circ\text{C}$
- d. 30°C
- e. $16,8^\circ\text{C}$

10. Perhatikan persamaan reaksi termokimia di bawah ini!



Pasangan persamaan reaksi yang merupakan ΔH°_f , ΔH°_d ,

ΔH_c° adalah...

- a. 3, 4, dan 5
- b. 2, 4, dan 5
- c. 1, 3, dan 5
- d. 1, 2, dan 4
- e. 1, 2, dan 3

E. Kunci Jawaban



Cocokkan jawaban hasil latihanmu dengan kunci jawaban berikut!

1. b
2. b
3. b
4. a
5. c
6. a
7. c
8. a
9. b
10. d

Laporkan nilai yang kamu peroleh kepada gurumu. Jika nilaimu di bawah 70, pelajari kembali materi tersebut.

F. Penilaian Diri

Baca dengan seksama dan teliti bagian berikut. Berikan penilaian terhadap dirimu sendiri apa adanya dengan memberi tanda centang (\surd) pada kolom “ya” atau “tidak” berdasarkan pernyataan yang sedang dinilai. Penilaian ini akan sangat berarti bagimu, agar kamu dan gurumu dapat mengetahui bagian yang belum difahami dengan baik.

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya dapat memaparkan definisi perubahan entalpi pembakaran standar ($\Delta H^\circ C$)		
2	Saya dapat memaparkan definisi perubahan entalpi penguraian standar ($\Delta H^\circ D$)		
3	Saya dapat memaparkan definisi perubahan entalpi netralisasi standar ($\Delta H^\circ n$)		
4	Saya dapat menghitung ΔH pembentukan 2 mol $H_2O(l)$ berdasarkan persamaan berikut. $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta H = -285,85$ kJ/mol		
5	Saya dapat menentukan perubahan entalpi dari reaksi pembakaran 2 mol $C(s)$ berikut. $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H^\circ_f = -393,5$ kJ/mol		
6	Saya dapat menentukan $\Delta H^\circ D$ dari $NH_3(g)$		

	berdasarkan berikut. $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = +92 \text{ kJ}$		
7	Saya dapat menentukan bahwa persamaan termokimia berikut $\frac{1}{2} \text{N}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{NO} (\text{g}) \quad \Delta\text{H} =$ +kJ/mol merupakan contoh dari ΔH^f		
8	Saya dapat menentukan ΔH reaksi pemanasan 2 L air sehingga suhu air naik menjadi 50°C (massa jenis air adalah 1 g/mL dan kalor jenis air adalah 4,2 J/g K)		
9	Saya dapat menginternalisasi nilai-nilai religi yang terkandung dalam materi yang sudah saya pelajari		
10	Setelah mempelajari materi ini, setidaknya saya semakin yakin tentang ke-Agung-an dan ke-Esa-an Allah SWT.		

Jika terdapat jawaban “tidak” pada butir pernyataan di atas, berusahalah untuk mengulang bagian tersebut. Jika usaha yang kamu lakukan belum berhasil, mintalah bantuan kepada teman ataupun gurumu untuk menjelaskannya!

G. Rubrik Penilaian Diri

No	Rubrik Penilaian
1	Ya = jika dapat menjelaskan bahwa ΔH°_c adalah perubahan entalpi pada pembakaran sempurna 1 mol senyawa pada kondisi standar Tidak = jika tidak dapat memberikan penjelasan seperti di atas
2	Ya = jika dapat menjelaskan bahwa ΔH°_d adalah perubahan entalpi pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar Tidak = jika tidak dapat memberikan penjelasan seperti di atas
3	Ya = jika dapat menjelaskan bahwa ΔH°_n adalah perubahan entalpi pada pembentukan 1 mol air dari reaksi penetralan asam oleh basa atau sebaliknya pada keadaan standar. Tidak = jika tidak dapat memberikan penjelasan seperti di atas
4	Ya = jika dapat membuktikan bahwa ΔH pembentukan 2 mol $H_2O(l)$ sebesar -571,7 kJ Tidak = jika tidak dapat membuktikan bahwa ΔH pembentukan 2 mol $H_2O(l)$ sebesar -571,7 kJ
5	Ya = jika dapat membuktikan bahwa ΔH pembakaran 2 mol $C(s)$ sebesar -787 kJ Tidak = jika tidak dapat membuktikan bahwa ΔH

	pembakaran 2 mol C(s) sebesar -787 kJ
6	<p>Ya = jika dapat membuktikan bahwa ΔH°_D dari $\text{NH}_3(\text{g})$ adalah sebesar +46 kJ/mol</p> <p>Tidak = jika tidak dapat membuktikan bahwa ΔH°_D dari $\text{NH}_3(\text{g})$ adalah sebesar +46 kJ/mol</p>
7	<p>Ya = jika dapat menjelaskan bahwa reaksi tersebut termasuk ΔH°_f karena menyatakan perubahan entalpi pembentukan 1 mol $\text{NO}(\text{g})$ pada keadaan standar</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menjelaskan bahwa reaksi tersebut termasuk ΔH°_f karena menyatakan perubahan entalpi pembentukan 1 mol $\text{NO}(\text{g})$ pada keadaan standar</p>
8	<p>Ya = jika dapat membuktikan bahwa ΔH reaksi pemanasan 2 L air sehingga suhu air naik menjadi 50°C adalah sebesar 420.000 J</p> <p>Tidak = jika tidak dapat membuktikan bahwa ΔH reaksi pemanasan 2 L air sehingga suhu air naik menjadi 50°C adalah sebesar 420.000 J</p>
9	<p>Ya = jika dapat menginternalisasi nilai-nilai religius yang ada pada materi yang sudah dipelajari, misalnya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak ada yang diciptakan dengan sia-sia oleh Allah, termasuk tanaman purun. Selain dapat digunakan sebagai bahan kerajinan, purun juga dapat digunakan sebagai biobriket yang berfungsi sebagai bahan bakar alternative. 2. Allah telah menundukkan segala sesuatu yang ada di

	<p>langit dan di bumi untuk kepentingan manusia, termasuk matahari beserta energinya untuk menyinari tanaman agar dapat berfotosintesis, sehingga bisa digunakan manusia sebagai bahan makanan.</p> <p>6. Manusia patut bersyukur atas nikmat energi dan berbagai tumbuhan yang tumbuh subur di Indonesia.</p> <p>7. Manusia sebagai khalifah di muka bumi ini harus menjaga kelestarian lingkungan sebagai wujud syukur kepada Allah.</p> <p>Tidak = jika tidak dapat menginternalisasi nilai-nilai religius yang ada pada materi yang sudah saya pelajari</p>
10	<p>Ya = jika semakin yakin dengan ke-Agung-an dan ke-Esa-an Allah</p> <p>Tidak = jika tidak meyakini ke-Agung-an dan ke-Esa-an Allah</p>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3



**Sains tanpa agama adalah cacat, agama tanpa
sains adalah buta**

~ Albert Einstein ~



A. Tujuan Pembelajaran

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran 3, diharapkan siswa dapat:

1. Menjelaskan aturan manipulasi persamaan termokimia
2. Menerapkan aturan manipulasi persamaan termokimia
3. Menentukan ΔH reaksi berdasarkan hukum Hess
4. Menentukan ΔH reaksi berdasarkan data energi ikatan
5. Menentukan ΔH reaksi berdasarkan data ΔH pembentukan standar (ΔH°_f)
6. Melakukan percobaan untuk menentukan ΔH pembakaran suatu bahan bakar
7. Menghitung ΔH pembakaran suatu bahan bakar dan membandingkan ΔH dengan hasil perhitungan menggunakan data energi ikatan, hukum Hess dan data ΔH pembentukan standar (ΔH°_f)
8. Mempresentasikan hasil percobaan secara berkelompok
9. Membuat laporan hasil percobaan secara mandiri
10. Meningkatkan rasa keimanan dan ketaqwaan terhadap Allah SWT
11. Mensyukuri segala nikmat yang diberikan Allah SWT
12. Menjaga lingkungan sekitar

B. Uraian Materi



Brainstorming



Gambar 6. Tumbuhan yang Mendapat Sinar Matahari
Sumber: kumparan.com

Tahukah kamu bahwa tumbuhan tidak dapat berfotosintesis jika tidak ada cahaya matahari?
Bagaimana reaksi fotosintesisnya?

Perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi dapat ditentukan dengan berbagai cara, salah satunya sudah kalian pelajari pada kegiatan pembelajaran 2 yaitu menggunakan kalorimeter. Adapun 3 cara lainnya yaitu menggunakan hukum Hess, data energi ikatan dan data entalpi pembentukan standar (ΔH°_f). Setiap cara penentuan ΔH tersebut memiliki kekhasannya masing-masing. Agar lebih

jas, mari kita simak materi pembelajaran berikut!

Energi Fotosintesis pada Tumbuhan

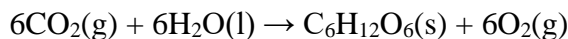
Purun adalah salah satu tumbuhan yang melakukan fotosintesis agar dapat membentuk daun, batang, serta akar. Cahaya matahari disebut sebagai faktor lingkungan yang menjadi penentu laju fotosintesis. Hal ini terungkap dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Setyorini dkk (2009), bahwa tumbuhan purun yang mendapat sinar matahari lebih banyak akan memiliki ukuran yang lebih tinggi dan jumlah individu yang lebih banyak. Hal ini disinyalir karena ketersediaan cahaya dapat mendukung tumbuhan purun untuk menghasilkan senyawa organik yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Namun tahukah kamu berapa banyak energi matahari yang diserap oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis tersebut?



Cahaya matahari memiliki sifat polikromatik yang apabila dibiaskan akan menghasilkan warna-warna monokromatik. Warna-warna monokromatik inilah yang akan diserap oleh klorofil dan digunakan dalam proses fotosintesis. Adapun jumlah energi yang digunakan tumbuhan untuk berfotosintesis ternyata hanya 0,5-2% dari jumlah energi sinar matahari yang tersedia (Suyatman, 2020).

Dalam ilmu kimia, energi yang terlibat dalam suatu reaksi kimia dapat diperkirakan melalui 4 cara, salah satunya

menggunakan data entalpi pembentukan standar (ΔH°_f) dari setiap reaktan dan produk yang terlibat dalam reaksi kimia tersebut. Jika reaksi fotosintesis yang terjadi demikian:



Dengan $\Delta H^\circ_f \text{CO}_2(\text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f \text{O}_2(\text{g}) = 0 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) = 1260 \text{ kJ/mol}$, maka energi yang diperlukan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis diperkirakan sebesar $+2.820 \text{ kJ/mol}$. Adapun rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai tersebut adalah:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

Atom Penyusun Alam Semesta

Manusia adalah makhluk individu sekaligus makhluk social. Sebagai makhluk individu, ia memiliki karakter yang khas, berbeda dengan manusia lainnya. Sedangkan sebagai makhluk sosial, manusia membutuhkan orang lain dalam rangka saling memberi dan mengambil manfaat. Contohnya, orang yang sibuk dan berkecukupan dapat memperkerjakan orang lain



untuk membantunya menjaga rumah serta anak-anaknya, sehingga orang yang diberi pekerjaan pun merasa terbantu perekonomiannya.

Allah SWT telah menciptakan atom seperti manusia, yang memiliki sifat khasnya masing-masing, sehingga dapat saling berikatan untuk mencapai kestabilan. Agar atom-atom tersebut dapat berikatan diperlukan sejumlah energi, yang dikenal dengan istilah energi ikatan. Energi ikatan menyatakan kekuatan ikatan antar atom. Contoh, atom C berelektron valensi 4 dapat berikatan dengan 4 atom H, dimana besar masing-masing energi ikatan C-H tersebut adalah 415 kJ/mol. Contoh lain ada pada molekul C_3H_8 . Pada molekul tersebut terdapat 2 buah ikatan C-C dan 8 buah ikatan C-H, yang masing-masing memiliki energi ikatan sebesar 348 kJ/mol (C-C) dan 415 kJ/mol (C-H).

Adanya kemampuan setiap atom untuk saling berikatan, memungkinkan terbentuknya berbagai zat kimia yang ada di alam semesta. Contohnya, jika 2 atom O saling berikatan akan terbentuk gas oksigen (O_2). Gas ini merupakan salah satu komponen penyusun udara, dan diperlukan oleh manusia serta hewan untuk bernafas. Contoh lain, jika 2 atom H berikatan dengan 1 atom O membentuk molekul air (H_2O). Air adalah salah satu sumber kehidupan yang sangat penting dan tidak tergantikan bagi seluruh makhluk hidup di bumi. Melalui penjelasan ini,



kiranya kita dapat memahami bahwa atom adalah bagian terkecil penyusun alam semesta, yang saling berikatan membentuk molekul-molekul yang selanjutnya menghasilkan berbagai benda seperti batu, kayu, air, udara, tanah hingga tubuh manusia sekalipun. MasyaAllah.

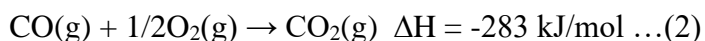


1. Penentuan ΔH menggunakan hukum Hess

Tidak semua perubahan entalpi pada suatu reaksi dapat ditentukan melalui percobaan. Karenanya hukum Hess dapat menjadi solusi untuk menentukan harga ΔH suatu reaksi. Salah satu contoh reaksi kimia yang ΔH -nya sulit ditentukan adalah pembentukan gas karbon monoksida (CO). Gas CO murni sangat sulit diperoleh, karena selalu diiringi dengan pembentukan gas karbon dioksida (CO₂). Oleh sebab itu, penentuan ΔH dari pembentukan gas CO ini dapat dilakukan dengan cara memanipulasi, kemudian menjumlahkan beberapa reaksi yang ΔH -nya sudah diketahui.

Perhatikan contoh berikut.

Diketahui reaksi:



Persamaan reaksi yang ingin diketahui ΔH -nya adalah:



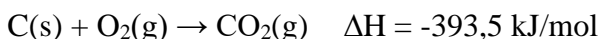
Cara menjawab:



Aturan manipulasi persamaan termokimia

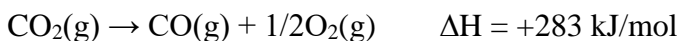
- **Jika persamaan termokimia dikalikan dengan suatu faktor, maka ΔH -nya juga dikalikan dengan factor yang sama.**
- **Jika persamaan termokimia dibagi dengan suatu faktor, maka ΔH -nya juga dibagi dengan factor yang sama.**
- **Jika arah persamaan termokimia diubah, maka tanda ΔH -nya juga diubah (+ atau -).**

➤ Pada reaksi (1), posisi dan koefisien atom C sudah sesuai dengan reaksi (3). Sehingga reaksi (1) tidak perlu dimanipulasi.

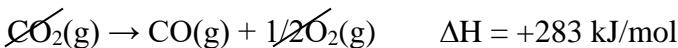


➤ Pada reaksi (2), posisi CO ada di bagian reaktan, sedangkan pada reaksi (3) posisi CO ada di bagian produk. Oleh sebab itu, arah reaksi (2) beserta tanda ΔH -nya perlu diubah.

Persamaan termokimia (2) menjadi:



- Menjumlahkan kedua persamaan termokimia di atas



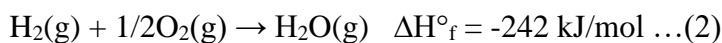
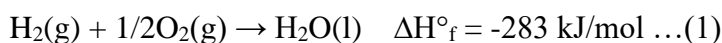
- Jadi ΔH pembentukan gas CO adalah -110,5 kJ/mol.

2. Penentuan ΔH menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f)

Tahukah kamu bahwa penentuan ΔH menggunakan data ΔH°_f ini berkaitan erat dengan aturan manipulasi persamaan termokimia yang terdapat pada hukum Hess? Karenanya pemahaman mengenai aturan manipulasi tersebut sangatlah penting. Perhatikan contoh soal di bawah ini.

Tentukan ΔH untuk reaksi: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

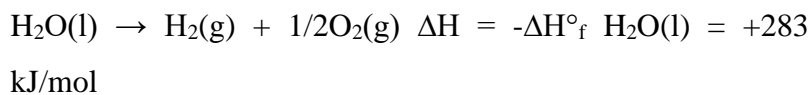
Jika diketahui 2 persamaan termokimia berikut ini.



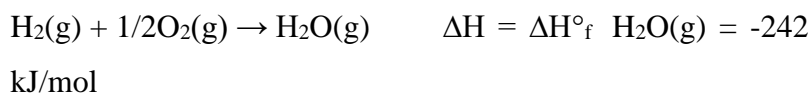
Permasalahan di atas dapat dijawab menggunakan cara berikut:

- Kedua persamaan termokimia di atas menyatakan perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f) dari H_2O berwujud gas dan H_2O berwujud cair. Kedua persamaan tersebut dapat kita gunakan untuk meramalkan ΔH reaksi yang ada pada contoh soal.
- Langkah pertama, perhatikan reaktan pada contoh soal yaitu

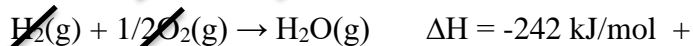
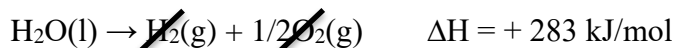
H₂O(l). H₂O(l) terdapat pada persamaan termokimia (1), tetapi posisinya ada di produk. Oleh sebab itu, persamaan termokimia (1) harus dimanipulasi (diubah arahnya, sehingga harga ΔHnya memiliki tanda berlawanan dari ΔH^o_f) seperti berikut.



- Langkah kedua, perhatikan produk pada contoh soal yaitu H₂O(g). H₂O(g) terdapat pada persamaan termokimia (2), dan posisinya sudah sesuai dengan yang dikehendaki dalam soal yaitu di produk. Karenanya, persamaan termokimia (2) tidak perlu dimanipulasi.



- Jumlahkanlah kedua persamaan termokimia di atas untuk mendapatkan ΔH reaksi yang diminta pada contoh soal.



- Dari penyelesaian contoh soal di atas, dapat disimpulkan bahwa ΔH reaksi dapat ditentukan jika ΔH^o_f masing-masing reaktan dan produk diketahui, dan harganya merupakan hasil pengurangan antara ΔH^o_f produk dan ΔH^o_f reaktan. Data ΔH^o_f dari beberapa unsur dan senyawa dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan}$$

Tabel 6. Data ΔH°_f Beberapa Unsur dan Senyawa

Zat	ΔH°_f (kJ/mol)	Zat	ΔH°_f (kJ/mol)
Al(s)	0	H ₂ O(l)	-286
C(s, grafit)	0	H ₂ O(g)	-242
Ba(s)	0	CH ₄ (g)	-74,9
Ca(s)	0	C ₂ H ₅ OH(l)	-278
Cl ₂ (g)	0	CaSO ₄ (s)	-1433
H ₂ (g)	0	CuSO ₄ (s)	-771,4
CO ₂ (g)	-394	CaCO ₃ (s)	-1207

(Brady, 1999)

3. Penentuan ΔH menggunakan data energi ikatan

Penentuan ΔH reaksi menggunakan data energi ikatan hanya berlaku untuk reaksi kimia yang melibatkan senyawa berwujud gas. Energi ikatan menyatakan besarnya kekuatan suatu ikatan tertentu dalam molekul. Data energi ikatan dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Data Energi Ikatan Rata-rata

Zat	Energi Ikatan (kJ/mol)	Zat	Energi Ikatan (kJ/mol)
C – H	415	Cl - Cl	243
H – O	463	C – N	292
H – N	391	C = N	619
H – F	563	C ≡ N	879
H – Cl	432	C – C	348
H – Br	366	C = C	607
H – I	299	C ≡ C	833
C – O	356	C – Cl	338

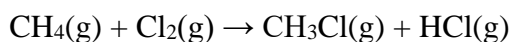
(Brady, 1999)

Lalu, bagaimana energi ikatan dapat digunakan untuk menghitung ΔH suatu reaksi? Menurut Dalton, reaksi kimia merupakan penataan ulang atom-atom, yaitu terjadi pemutusan ikatan pada reaktan atau pereaksi dan pembentukan kembali ikatan pada produk. Adapun pemutusan ikatan pada reaktan memerlukan energi, sedangkan pembentukan ikatan baru pada produk melepaskan energi. Secara matematis, penentuan ΔH reaksi menggunakan energi ikatan dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta H = \sum E_{\text{pemutusan ikatan}} - \sum E_{\text{pembentukan ikatan}}$$

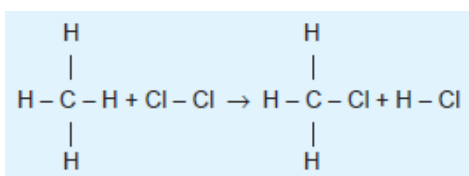
Perhatikan contoh berikut!

Tentukan ΔH dari reaksi berikut.



Gunakan data energi ikatan pada Tabel 7.

Jawab:



Jumlah energi pemutusan ikatan pada reaktan:

$$4 \text{ ikatan C-H} : 4 \times 415 \text{ kJ/mol} = 1660 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ ikatan Cl-Cl} : 1 \times 243 \text{ kJ/mol} = \underline{243 \text{ kJ/mol}} +$$
$$1903 \text{ kJ/mol}$$

Jumlah energi pembentukan ikatan pada produk:

$$3 \text{ ikatan C-H} : 3 \times 415 \text{ kJ/mol} = 1245 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ ikatan C-Cl} : 1 \times 338 \text{ kJ/mol} = 338 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ ikatan H-Cl} : 1 \times 432 \text{ kJ/mol} = \underline{432 \text{ kJ/mol}} +$$
$$2015 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = \sum E_{\text{pemutusan ikatan}} - \sum E_{\text{pembentukan ikatan}}$$

$$= 1903 - 2015 = -112 \text{ kJ/mol}$$

Jadi ΔH dari reaksi di atas adalah -112 kJ/mol.

C. Aktivitas Pembelajaran

Lakukan kegiatan berikut bersama teman kelompokmu, dan jawablah pertanyaan yang diberikan secara singkat dan jelas.



Coba Kimia

Perubahan Entalpi Pembakaran Lilin

a. Tujuan kegiatan

Siswa dapat menentukan perubahan entalpi standar dari pembakaran lilin

b. Alat dan bahan yang digunakan

Termometer	Gelas ukur
Neraca digital	Air 200 mL
Kaki tiga	Korek
Kawat kasa	Lilin
Gelas kimia	

c. Prosedur kerja

1. Masukkan 200 mL air ke dalam gelas kimia
2. Ukur suhunya dan catatlah sebagai T1.
3. Timbang massa lilin mula-mula (m_1)
4. Nyalakan lilin dengan korek dan panaskan air di atasnya hingga suhunya mencapai 50°C (T2).

5. Timbang massa lilin yang tersisa setelah dingin (m_2)

d. Hasil pengamatan

Catat hasil pengamatanmu secara jujur pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Penentuan Nilai Entalpi Pembakaran Lilin

Variabel yang diamati	Hasil pengamatan
suhu air mula-mula (T_1)	
Suhu air setelah ditambahkan NH_4Cl (T_2)	
Massa lilin mula-mula (m_1)	
Massa lilin yang tersisa (m_2)	

e. Analisis data

Jawablah sejumlah pertanyaan berikut!

1. Berapa massa air dari percobaan yang telah kamu lakukan, jika massa jenisnya adalah 1 g/ml?

.....
.....
.....

2. Berapa perubahan suhu pada percobaan telah kamu lakukan?

.....
.....
.....

3. Hitung perubahan entalpi pembakaran lilin yang digunakan untuk memanaskan sejumlah air di atas? (kalor jenis air = 4,2 J/g°C)

.....
.....
.....

4. Hitung perubahan entalpi pembakaran 1 gram lilin?

.....
.....
.....

5. Tentukan rumus molekul dan hitung Mr dari lilin?

.....
.....
.....

6. Hitung perubahan entalpi pembakaran 1 mol lilin berdasarkan hasil percobaan?

.....
.....
.....

7. Hitung perubahan entalpi pembakaran 1 mol lilin berdasarkan data ΔH°_f ?

.....

.....
.....

8. Bandingkan perubahan entalpi yang diperoleh dari 3 perhitungan di atas!

.....
.....
.....

f. Kesimpulan

Tulislah kesimpulan yang kamu peroleh!

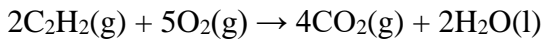
.....
.....
.....
.....
.....
.....

D. Latihan Soal



Kerjakan soal berikut secara mandiri dan jujur. Berikan tanda silang pada jawaban yang tepat!

1. Perhatikan reaksi berikut.



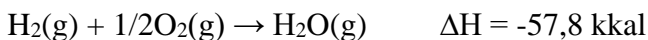
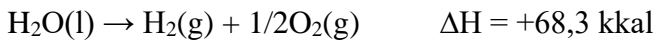
$$\text{Bila } \Delta H^\circ_f \text{ C}_2\text{H}_2(\text{g}) = +226,9 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ CO}_2(\text{g}) = -393,3 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ}$$

Maka besarnya ΔH reaksi di atas adalah ...

- a. -2.826,6 kJ d. +2.598,6 kJ
b. -2.359,8 kJ e. -1.244,8 kJ
c. -2.598,6 kJ
2. Jika diketahui reaksi berikut.



Besarnya ΔH H_2O berwujud es menjadi gas adalah ...

- a. -11,9 kkal/mol d. +124,7 kkal/mol
b. +9,1 kkal/mol e. +11,9 kkal/mol
c. -9,1 kkal/mol
3. Jika diketahui data energi ikatan sebagai berikut.

$$\text{H} - \text{H} = 104,2 \text{ kkal/mol}$$

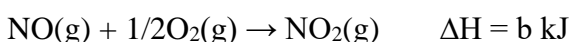
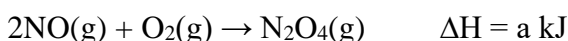
$$\text{Cl} - \text{Cl} = 57,8 \text{ kkal/mol}$$

$$\text{H} - \text{Cl} = 103,1 \text{ kkal/mol}$$

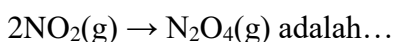
Besarnya kalor yang diperlukan untuk menguraikan 146 g HCl menjadi unsur-unsurnya adalah...

- a. 22,1 kkal
- b. 44,2 kkal
- c. 88,4 kkal
- d. 265,1 kkal
- e. 825,8 kkal

4. Jika diketahui persamaan reaksi sebagai berikut.

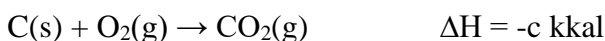
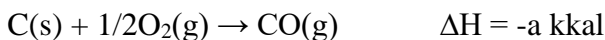


Besarnya ΔH reaksi untuk:



- a. $(a + b)$ kJ
 - b. $(a + 2b)$ kJ
 - c. $(2b - a)$ kJ
 - d. $(a - 2b)$ kJ
 - e. $(2a + b)$ kJ
5. Jika $\Delta\text{H}^\circ_f \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{aq}) = +266$ kkal; $\Delta\text{H}^\circ_f \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = +58$ kkal
Maka ΔH reaksi: $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{aq}) + 4\text{H}_2(\text{g})$
adalah...
- a. 34 kkal
 - b. 208 kkal
 - c. 324 kkal
 - d. 498 kkal
 - e. tidak ada yang benar

6. Jika diketahui reaksi berikut.

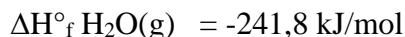
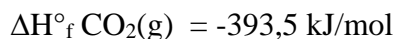
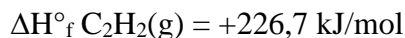


Hubungan a, b, dan c menurut hukum Hess dapat diungkapkan dengan persamaan...

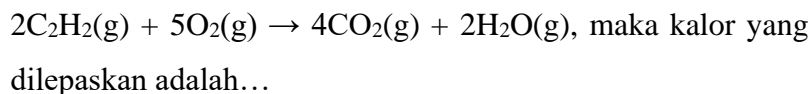
- a. $a = -1/2b + c$
- d. $2a = c - b$

- b. $c = 2a + \frac{1}{2}bc$ e. $\frac{1}{2}b = 2a + c$
 c. $c = 2a + b$

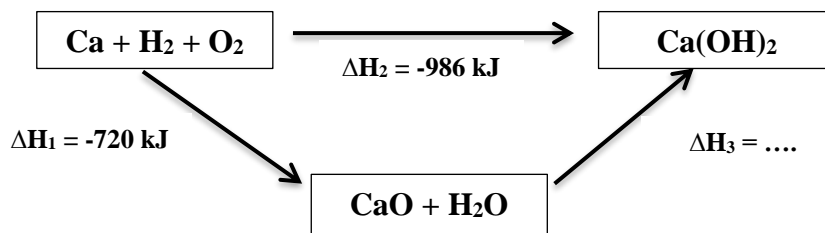
7. Diketahui:



Jika 8,96 L C_2H_2 dibakar pada keadaan STP sesuai reaksi:



- a. -502,2 kJ d. -1.506.6 kJ
 b. -753,3 kJ e. -2.511 kJ
 c. -1.004,4 kJ
8. Diketahui entalpi pembentukan $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$, energi ikatan $\text{H} - \text{H} = 436 \text{ kJ/mol}$ dan energi ikatan dalam molekul oksigen ($\text{O} = \text{O}$) = 495 kJ/mol. Energi ikatan $\text{O} - \text{H}$ dalam air adalah...
- a. 1173 kJ/mol d. 586,5 kJ/mol
 b. 925,5 kJ/mol e. 462,75 kJ/mol
 c. 804,5 kJ/mol
9. Entalpi pembakaran asetilena C_2H_2 adalah -1300 kJ/mol. Entalpi pembentukan asetilena adalah... ($\Delta H^\circ_f \text{CO}_2(\text{g}) = -393 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -285 \text{ kJ/mol}$)
- a. -225 kJ/mol d. +450 kJ
 b. +225 kJ/mol e. -620 kJ
 c. -450 kJ/mol
10. Perhatikan siklus di bawah ini.



Nilai ΔH_3 adalah ...

- | | |
|------------|------------|
| a. -50 kJ | d. 55 kJ |
| b. -44 kJ | e. 1706 kJ |
| c. -266 kJ | |

E. Kunci Jawaban



Cocokkan jawaban hasil latihanmu dengan kunci jawaban berikut!

1. d
2. e
3. b
4. d
5. a
6. a
7. a
8. e
9. b
10. c

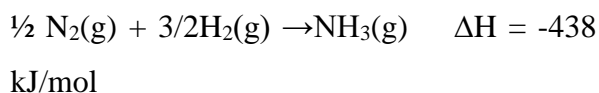
Laporkan nilai yang kamu peroleh kepada gurumu. Jika nilaimu di bawah 70, pelajari kembali materi tersebut.

F. Penilaian Diri

Baca dengan seksama dan teliti bagian berikut. Berikan penilaian terhadap dirimu sendiri apa adanya dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom “ya” atau “tidak” berdasarkan pernyataan yang sedang dinilai. Penilaian ini akan sangat berarti bagimu, agar kamu dan gurumu dapat mengetahui bagian yang belum difahami dengan baik.

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya mengetahui rumus yang digunakan untuk menghitung ΔH suatu reaksi menggunakan data ΔH°_f		
2	Saya dapat menentukan ΔH°_f H_2O jika diketahui ΔH°_f $CO_2 = y$ kJ/mol dan ΔH°_f $C_2H_2 = z$ kJ/mol. Persamaan termokimianya adalah: $C_2H_2(g) + 5/2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$ $\Delta H = x$ kJ/mol		
3	Saya mengetahui rumus yang digunakan untuk menghitung ΔH suatu reaksi menggunakan data energi ikatan		
4	Saya dapat menentukan besarnya energi ikatan N – H, jika diketahui energi ikatan $N \equiv N = 163$ kJ/mol dan $H - H = 436$ kJ/mol.		

Persamaan termokimianya adalah:

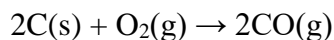


5 Saya mengerti jika koefisien persamaan termokimia dikalikan dengan suatu factor, maka nilai ΔH -nya juga harus diperlakukan sama

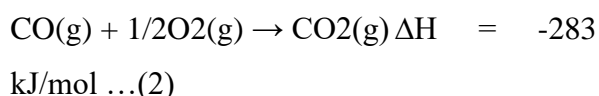
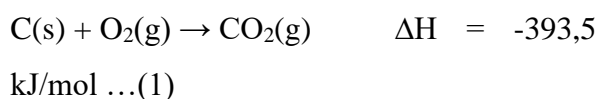
6 Saya mengerti jika koefisien persamaan termokimia dibagi dengan suatu factor, maka nilai ΔH -nya juga harus diperlakukan sama

7 Saya mengerti jika arah persamaan termokimia diubah, maka tanda ΔH -nya juga ikut diubah

8 Saya dapat menentukan ΔH reaksi berikut



Jika diketahui:



9 Saya dapat menginternalisasi nilai-nilai religi yang terkandung dalam materi yang sudah saya pelajari

10 Setelah mempelajari materi ini, setidaknya saya semakin yakin tentang ke-Agung-an dan

ke-Esa-an Allah SWT.

Jika terdapat jawaban “tidak” pada butir pernyataan di atas, berusahalah untuk mengulang bagian tersebut. Jika usaha yang kamu lakukan belum berhasil, mintalah bantuan kepada teman ataupun gurumu untuk menjelaskannya!

G. Rubrik Penilaian Diri

No	Rubrik Penilaian
1	<p>Ya = jika mengetahui bahwa suatu reaksi dapat dihitung menggunakan data ΔH°_f menggunakan rumus:</p> $\Delta H \text{ reaksi} = \sum \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$ <p>Tidak = jika tidak mengetahui bahwa suatu reaksi dapat dihitung menggunakan data ΔH°_f menggunakan rumus:</p> $\Delta H \text{ reaksi} = \sum \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$
2	<p>Ya = jika dapat membuktikan harga $\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = (x-2y+z)$ kJ/mol</p> <p>Tidak = jika tidak dapat membuktikan harga $\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = (x-2y+z)$ kJ/mol</p>
3	<p>Ya = jika mengetahui bahwa ΔH suatu reaksi dapat dihitung menggunakan data energi ikatan menggunakan rumus:</p> $\Delta H \text{ reaksi} = \sum \text{energi pemutusan ikatan} - \sum \text{energi pembentukan ikatan}$ <p>Tidak = jika tidak mengetahui bahwa ΔH suatu reaksi dapat dihitung menggunakan data energi ikatan menggunakan rumus: $\Delta H \text{ reaksi} = \sum \text{energi pemutusan ikatan} - \sum \text{energi pembentukan ikatan}$</p>
4	<p>Ya = jika dapat membuktikan bahwa energi ikatan N – H sebesar 391 kJ</p> <p>Tidak = jika tidak dapat membuktikan bahwa energi ikatan N – H sebesar 391 kJ</p>
5	<p>Ya = jika mengerti</p> <p>Tidak = jika tidak mengerti</p>

6	Ya = jika mengerti Tidak = jika tidak mengerti
7	Ya = jika mengerti Tidak = jika tidak mengerti
8	Ya = jika dapat membuktikan harga ΔH reaksi tersebut sebesar 221 kJ Tidak = jika tidak dapat membuktikan harga ΔH reaksi tersebut sebesar 221 kJ
9	Ya = jika dapat menginternalisasi nilai-nilai religius yang ada pada materi yang sudah dipelajari, misalnya: <ol style="list-style-type: none"> 1. Allah telah menciptakan atom seperti manusia yang memiliki sifat khasnya masing-masing, sehingga dapat saling berikatan untuk mencapai kestabilan 2. Kita wajib bersyukur kepada Allah dengan adanya kemampuan pada setiap atom untuk saling berikatan membentuk berbagai zat kimia yang ada di alam semesta, seperti air, udara, tanah, dsb. 3. Kita harus menjaga lingkungan sekitar sebagai wujud syukur kepada Allah Tidak = jika tidak dapat menginternalisasi nilai-nilai religius yang ada pada materi yang sudah saya pelajari
10	Ya = jika semakin yakin dengan Ke-Agung-an dan Ke-Esa-an Allah Tidak = jika tidak meyakini Ke-Agung-an dan Ke-Esa-an Allah

EVALUASI

Kerjakan soal berikut secara mandiri, jujur dan teliti.

Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

1. Ciri-ciri reaksi eksoterm adalah...
 - A. Lingkungan menyerap kalor dari sistem
 - B. Sistem menyerap kalor dari lingkungan
 - C. Terjadi perpindahan kalor dari lingkungan ke sistem
 - D. Sistem menerima kalor dari lingkungan
 - E. Lingkungan melepaskan kalor ke sistem
2. Reaksi dalam kehidupan sehari-hari berikut ini termasuk ke dalam reaksi endoterm adalah...
 - A. Respirasi
 - B. Fotosintesis
 - C. Perkaratan besi
 - D. Pembakaran
 - E. kapur tohor masuk dalam air
3. Sebuah kristal KNO_3 dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditetesi dengan air. Pada tabung reaksi terasa dingin. Reaksi ini dapat digolongkan ke dalam reaksi...
 - A. Eksoterm, energi berpindah dari sistem ke lingkungan
 - B. Eksoterm, energi berpindah dari lingkungan ke sistem
 - C. Endoterm, energi berpindah dari sistem ke lingkungan
 - D. Endoterm, energi berpindah dari lingkungan ke sistem
 - E. Endoterm, energi terisolasi
4. Sebanyak 2 mol gas hydrogen direaksikan dengan 1 mol gas oksigen sehingga membentuk uap air yang memerlukan kalor

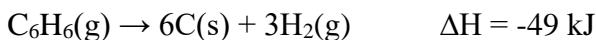
sebesar 484 kJ. Persamaan termokimianya adalah...

- A. $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = +484 \text{ kJ}$
- B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = +484 \text{ kJ}$
- C. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = -484 \text{ kJ}$
- D. $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = -484 \text{ kJ}$
- E. $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = +484 \text{ kJ}$

5. Pada pembakaran 1 mol gas metana pada suhu 298 K dan tekanan 1 atm dibebaskan kalor sebesar 802 kJ. Persamaan termokimianya adalah...

- A. $2\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta\text{H} = -802 \text{ kJ}$
- B. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta\text{H} = +802 \text{ kJ}$
- C. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta\text{H} = -802 \text{ kJ}$
- D. $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = +802 \text{ kJ}$
- E. $\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta\text{H} = +802 \text{ kJ}$

6. Diketahui persamaan termokimia berikut:



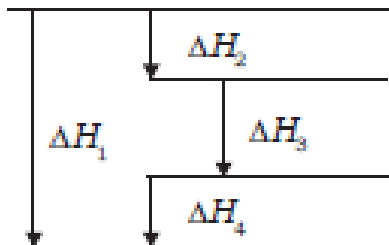
Pernyataan benar dari reaksi di atas adalah...

- A. Pembentukan 1 mol C_6H_6 memerlukan kalor sebesar 8,16 kJ
- B. Pembentukan 1 mol C_6H_6 memerlukan kalor sebesar 49 kJ
- C. Pembentukan 1 mol C_6H_6 membebaskan kalor sebesar 49

kJ

- D. Penguraian 1 mol C₆H₆ memerlukan kalor sebesar 49 kJ
- E. Penguraian 1 mol C₆H₆ membebaskan kalor sebesar 49 kJ
7. Persamaan termokimia berikut ini merupakan perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f), kecuali...
- A. $\text{C(s)} + 2\text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CCl}_4\text{(l)} \quad \Delta H^\circ_f = -134 \text{ kJ}$
- B. $\text{Ca(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CaCl}_2\text{(s)} \quad \Delta H^\circ_f = -795,8 \text{ kJ}$
- C. $\text{Fe}_2\text{(s)} + 3/2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \quad \Delta H^\circ_f = -822,2 \text{ kJ}$
- D. $\text{Na(s)} + 1/2\text{H}_2\text{(g)} + \text{C(s)} + 3/2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{NaHCO}_3\text{(s)} \quad \Delta H^\circ_f = -947,7 \text{ kJ}$
- E. $\text{Zn(s)} + 1/2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{ZnO(s)} \quad \Delta H^\circ_f = -348 \text{ kJ}$
8. Pada pelarutan 5 gram Kristal NaOH (Mr NaOH = 40) dalam 50 mL air terjadi kenaikan suhu dari 26°C menjadi 34°C. Jika kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air yaitu 4,2 J/gK, dan kalor wadah diabaikan, maka entalpi pelarutan NaOH adalah...
- A. -1.344 J
- B. -1.848 J
- C. -3.696 J
- D. -7.392 J
- E. -1.478 J
9. Diketahui entalpi pembentukan standar etanol (C₂H₅OH), CO₂, dan H₂O berturut-turut adalah -278 kJ/mol, -394 kJ/mol, dan -286 kJ/mol. Pada pembakaran 92 gram etanol (Ar C = 12, H = 1, O = 16) dihasilkan kalor sebesar...
- A. 541 kJ
- B. 1.082 kJ
- C. 1.623 kJ
- D. 2.164 kJ
- E. 2.736 kJ

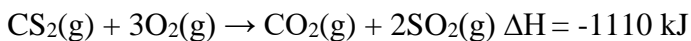
10. Perhatikan diagram entalpi berikut.



Berdasarkan diagram di atas, harga ΔH_2 adalah...

- A. $\Delta H_1 - \Delta H_3 - \Delta H_4$
- B. $\Delta H_1 + \Delta H_3 - \Delta H_4$
- C. $\Delta H_1 - \Delta H_3 - \Delta H_4$
- D. $\Delta H_1 - \Delta H_3 + \Delta H_4$
- E. $\Delta H_1 + \Delta H_3 + \Delta H_4$

11. Diketahui:



Maka perubahan entalpi pembentukan CS_2 adalah...

- A. +122 kJ
- B. -122 kJ
- C. +419 kJ
- D. -419 kJ
- E. +906 kJ

12. Diketahui energi ikatan rata-rata (kJ/mol) dari:

$$\text{C} = \text{C} = 607$$

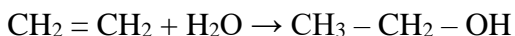
$$\text{C} - \text{C} = 343$$

$$\text{C} - \text{H} = 410$$

$$\text{O} - \text{H} = 460$$

$$C - O = 351$$

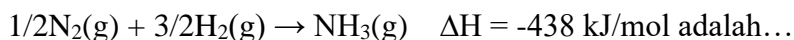
Perubahan entalpi dari reaksi:



Adalah...

- A. -111 kJ/mol D. +37 kJ/mol
B. +111 kJ/mol E. -74 kJ/mol
C. -37 kJ/mol

13. Jika diketahui energi ikatan $N \equiv N = 163$ kJ/mol dan $H-H = 436$ kJ/mol, maka energi ikatan rata-rata $N-H$ pada reaksi:



- A. 1.173,5 kJ D. 195,5 kJ
B. 735,5 kJ E. 130 kJ
C. 391 kJ

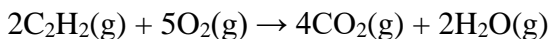
14. Diketahui:

$$\Delta H_f^\circ H_2O(g) = -242 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ CO_2(g) = -394 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ C_2H_2(g) = +52 \text{ kJ/mol}$$

Jika 52 gram C_2H_2 dibakar sempurna sesuai dengan persamaan berikut:

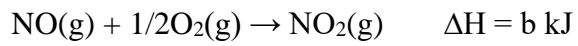


Akan dihasilkan kalor sebesar...

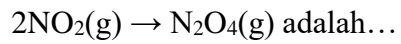
- A. 391,2 kJ D. 2164 kJ
B. 432,8 kJ E. 4328 kJ
C. 1082 kJ

15. Diketahui persamaan termokimia berikut:





Besarnya ΔH untuk reaksi



- A. $(a + b)$ kJ D. $(a - 2b)$ kJ
B. $(a + 2b)$ kJ E. $(2a + b)$ kJ
C. $(-a + 2b)$ kJ

GLOSARIUM

Energi: kapasitas untuk melakukan kerja (w) atau menghasilkan panas (kalor $=q$).

Energi dalam (U): Energi yang dipindahkan dan mempengaruhi jumlah total energi sistem.

Energi panas: energi yang berhubungan dengan gerakan acak dari partikel baik berupa atom, ion, atau molekul di dalam suatu materi karena adanya pengaruh suhu.

Entalpi: jumlah total energi kalor yang terkandung dalam suatu materi.

Kalor: perpindahan energi panas, atau termal dari dua benda yang berbeda suhunya.

Lingkungan: hal-hal yang diluar sistem yang membatasi sistem dan dapat mempengaruhi sistem.

Persamaan termokimia: terdiri atas persamaan reaksi kimia setara dan wujud masing-masing reaktan maupun produk serta perubahan entalpi yang menyertai reaksi tersebut.

Perubahan entalpi: kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu reaksi.

Reaksi Eksoterm: reaksi yang melepas kalor dari sistem ke lingkungan, ditandai dengan kenaikan suhu sistem.

Reaksi Endoterm: reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan ke sistem, ditandai dengan penurunan suhu sistem.

Sistem: segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam

mempelajari perubahan energi.

Termokimia: ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara kalor, panas dengan reaksi kimia atau proses-proses yang berhubungan dengan reaksi kimia.

RANGKUMAN

Sumber energi utama di bumi adalah matahari. Tidak ada manusia yang dapat menciptakan energi. Manusia hanya mampu mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Ada banyak contoh konversi energi yang terjadi di alam, baik itu terjadi akibat campur tangan manusia ataupun terjadi secara alami. Contoh konversi energi yang terjadi secara alami adalah reaksi fotosintesis pada tanaman. Pada hakikatnya, reaksi fotosintesis ini adalah proses pengolahan makanan oleh tanaman yang disimpan dalam bentuk glukosa. Agar terjadi reaksi fotosintesis, maka tanaman tersebut harus menyerap energi dari matahari sebagai sumber energi utama di muka bumi. Dengan cara demikian, terjadilah konversi energi matahari menjadi energi kimia yang tersimpan dalam tanaman. Adapun contoh konversi energi akibat campur tangan manusia adalah energi panas yang dihasilkan pada saat biobriket (bahan bakar) dibakar. Energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar tersebut akan berubah menjadi energi panas (kalor), kemudian energi panas ini dapat digunakan untuk memasak air atau makanan.

Kalor adalah salah satu bentuk energi yang memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu kimia yang mempelajari tentang kalor disebut dengan termokimia. Dalam termokimia, dijumpai istilah sistem dan lingkungan. Sistem

adalah bagian dari alam semesta yang sedang menjadi fokus pengamatan., sedangkan lingkungan adalah bagian lain dari alam semesta yang berinteraksi dengan sistem. Ditinjau dari interaksi antara sistem dan lingkungan, maka sistem dibagi menjadi 3 yaitu sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi.

Berdasarkan kalor yang menyertainya, reaksi kimia dibagi menjadi dua, yaitu reaksi eksoterm dan endoterm. Reaksi eksoterm adalah reaksi kimia yang melepaskan kalor ke lingkungan, sehingga suhu dan energi di lingkungan menjadi naik, sedangkan suhu dan energi sistem menurun. Karenanya reaksi eksoterm ini memiliki perubahan entalpi berharga negatif. Berbeda dengan reaksi eksoterm, reaksi endoterm adalah reaksi kimia yang menyerap atau menerima kalor dari lingkungan. Reaksi ini menyebabkan energi dan suhu sistem bertambah, sedangkan suhu dan energi di lingkungan menurun. Karenanya reaksi endoterm ini memiliki perubahan entalpi berharga positif.

Reaksi kimia umumnya terjadi pada tekanan tetap. Kalor yang diukur pada tekanan tetap disebut dengan perubahan entalpi (ΔH). ΔH suatu reaksi kimia dapat diukur dengan 4 cara yaitu menggunakan kalorimeter, hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f), dan data energi ikatan. Penggunaan keempat cara di atas memiliki kekhasannya masing-masing. Jika kalor reaksi yang ingin diketahui melibatkan reaksi pelarutan, netralisasi, dan pembakaran suatu bahan bakar dapat digunakan cara kalorimetri. Jika kalor reaksi yang ingin diketahui melibatkan zat-zat berfase gas dapat digunakan data energi

ikatan. Sementara itu, munculnya hukum Hess sebagai salah satu cara penentuan harga ΔH disebabkan karena tidak semua perubahan entalpi dari suatu reaksi kimia dapat ditentukan melalui percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, N., Harijanto., A. & Nuraini, L. (2022). Rancang Bangun Alat Praktikum Kalorimeter Coffe-Cup Pengukur Kalor Jenis Berbantuan Arduino Uno. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(1), 41-46.
- Asikin, S., & Thamrin, M. (2012). Manfaat Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) pada Ekosistem Sawah Rawa. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(1), 35-42.
- Brady, J.E. (1999). *Kimia Universitas Asas & Struktur Jilid II*. Alih Bahasa: Sukmariah Maun, Kamianti Anas dan Tilda S Sally. Tangerang: Binarupa Aksara.
- Fathaddin, M. T., Sitaresmi, R., Ridaliani, O., Widiatni, H., Kusumawardhani, D., & Omar, E. M. A. (2021). Sosialisasi Pembuatan Briket Tanaman untuk Bahan Bakar selama Masa Pandemi Covid 19 di Lingkungan Komunitas Masyarakat Cibinong. *Akal: Jurnal Abdimas dan Kearifan Lokal*, 2(2), 22-28.
- Fauziah, N. (2009). *Kimia 2: SMA dan MA Kelas XI IPA*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Harnanto, A. & Ruminten. (2009). *Kimia 2: untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Karmila., Rumape, O., & Mohammad, E. (2018). Pembuatan

- Biobriket dari Batang Tumbuhan Gulma Siam (*Chromolaena odorata L.*) sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Entropi*, 13(1), 89-94.
- Kurniati, E. & Suprihatin. (2009). Kinetika Pembakaran Briket Arang Enceng Gondok. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 9(1), 70-77.
- Silvianingsih, Y.A., Christy, E.O., Nursiah. & Santoso, M. (2022). Perajin Sedotan Purun di Sungai Sebangau: Produk Ramah Lingkungan Berbahan Baku Lokal. *Jurnal Hutan Tropika*, 17(2), 295-301.
- Subhan. (2013). *Kimia Dasar 2*. Makassar: Dua Satu Press
- Supardi, K.I. 2017. *Pembelajaran Kimia Terintegrasi Karakter Religius*. Semarang: Unnes Press.
- Susanti, P.D., Wahyuningtyas, R. S., & Ardhana, A. (2015). Pemanfaatan Gulma Lahan Gambut sebagai Bahan Baku Bio-Briket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(1), 35-46.
- Utami, B., Saputro, A.N.C., Mahardiani, L., Yamtinah, S., & Mulyani, B. (2009). *Kimia untuk SMA dan MA Kelas XI Program Ilmu Alam*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

Mata Kuliah : Kimia Sekolah 2	Semester : 3	SKS : 2	Kode : MDK 3301	
Program Studi : Pendidikan Kimia	Dosen Pengampu/Penanggungjawab :			
Mata Kuliah Prasyarat	Kimia Sekolah 1			
Capaian Pembelajaran Lulusan	S9 : Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri; P1 : Menguasai konsep teoretis tentang struktur, dinamika, dan energi bahan kimia, serta prinsip dasar pemisahan, analisis, sintesis dan karakterisasinya; KU1 :Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya; KK1 :Mampu merencanakan dan melaksanakan pembelajaran kimia di sekolah secara terbimbing sesuai dengan karakteristik bahan kajian dan peserta didik melalui pendekatan saintifik dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar dan media pembelajaran berbasis IPTEKS, dan potensi lingkungan setempat, sesuai standar isi, proses dan penilaian; sehingga peserta didik memiliki keterampilan proses sains, berpikir kritis, kreatif dan penyelesaian masalah;			
Capaian Pembelajaran Matakuliah	Mahasiswa mampu menganalisis konsep-konsep yang terdapat pada materi pembelajaran kimia SMA kelas XI berdasarkan keterkaitan keadaan makroskopik, mikroskopik dan simbolik dari suatu spesi kimia secara kritis dan cermat.			
Deskripsi Matakuliah	Pada matakuliah ini mahasiswa mengkaji secara mendalam tentang materi kimia SMA kelas XI sesuai kurikulum yang			



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	berlaku. Materi pembelajaran kimia tersebut meliputi hidrokarbon, minyak bumi, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan asam basa, hidrolisis garam, larutan penyangga, titrasi asam basa, Ksp dan sistem koloid.	
Referensi	<p>Referensi Utama :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Purba, M. 2017. <i>Kimia untuk SMA/MA Kelas XI</i>. Jakarta: Erlangga 2. Simanjuntak, H & Parulian, H.G. 2020. <i>Buku Ajar Kimia</i>. Bandung : Widina Bhakti Persada. 3. Sudarmo, U & Mitayani, N. 2017. <i>Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Kurikulum 2013 Yang Disempurnakan Peminatan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam</i>. Jakarta: Erlangga. <p>Referensi Pendukung :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apriani, H & Rizkiana, F. 2018. Pengaruh Smash Book Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Larutan Penyangga. <i>Quantum : Jurnal Inovasi Pendidikan Sains</i>, 9(2), 84-91. 2. Arnelli & Astuti, Y. 2019. <i>Kimia Koloid dan Permukaan</i>. Yogyakarta : Deepublish 3. Effendy. 2015. <i>A-Level Chemistry For Senior High School Volume 1B</i>. Malang: Bayumedia Publishing. 4. Effendy. 2015. <i>A-Level Chemistry For Senior High School Volume 2A</i>. Malang: Bayumedia Publishing 5. Effendy. 2015. <i>A-Level Chemistry For Senior High School Volume 2B</i>. Malang: Bayumedia Publishing 	

Pert. ke-	Sub-CPMK	Bahan Kajian	Indikator	Metode Pembelajaran	Pengalaman Belajar	Penilaian (Jenis dan Kriteria)	Bobot	Waktu	Referensi
1-2	Mahasiswa mampu menganalisis konsep hidrokarbon berdasarkan unsur	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrak Perkuliahan • Hidrokarbon 	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat menentukan nama senyawa hidrokarbon • Mahasiswa dapat menentukan isomer 	<ul style="list-style-type: none"> • Interactive Direct Instruction • Presentation based on guided inquiry 	<ul style="list-style-type: none"> • Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi berbasis inkuiri terbimbing, 	<p><u>Jenis :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian penyusunan modul pembelajaran hidrokarbon 	11%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60' BM: 2 x 60'	3,7



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	makroskopik , mikroskopik dan simbolik serta perannya dalam kehidupan berdasarkan contoh sehari-hari dari kearifan lokal/nasional secara efektif melalui pembelajaran tematik		senyawa hidrokarbon <ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat menjelaskan reaksi senyawa hidrokarbon • Mahasiswa dapat menjelaskan sifat fisik dan kimia senyawa hidrokarbon • Mahasiswa dapat menjelaskan peranan senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari 	<ul style="list-style-type: none"> • Class Discusion 	mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang hidrokarbon	(kognitif) <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap			
3	Mahasiswa mampu menganalisis konsep minyak bumi berdasarkan contoh sehari-hari dari sumber daya	Minyak Bumi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa dapat menjelaskan tentang komponen minyak bumi 2. Mahasiswa dapat menganalisis prinsip cara 	<ul style="list-style-type: none"> • Team Project Based Learning • Presentation based on guided inquiry • Class Discusion 	<ul style="list-style-type: none"> • Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu 	<u>Jenis :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian penyusunan modul pembelajaran Minyak Bumi (kognitif) 	4%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60' BM: 2 x 60'	3,7



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	alam kearifan lokal/nasional secara efektif		pemisahan fraksi minyak bumi		menganalisis konsep tentang Minyak Bumi	<ul style="list-style-type: none"> • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <p><u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap</p>			
4-5	Mahasiswa mampu mengidentifikasi berbagai sistem dalam termokimia serta berbagai perubahan entalpi disertai cara	Termokimia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa dapat menjelaskan berbagai macam sistem 2. Mahasiswa dapat menjelaskan eksoterm dan endoterm 	<ul style="list-style-type: none"> • Team Project Based Learning • Presentation based on guided inquiry • Class Discusion 	<ul style="list-style-type: none"> • Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep 	<p><u>Jenis :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian penyusunan modul pembelajaran Termokimia (kognitif) • Penilaian 	16%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60' BM: 2 x 60'	4,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	penentuannya		3. Mahasiswa dapat menjelaskan berbagai macam ΔH 4. Mahasiswa dapat menentukan ΔH dengan kalorimeter metode kalorimetri 5. Mahasiswa dapat menentukan ΔH berdasarkan hukum Hess 6. Mahasiswa dapat menentukan ΔH berdasarkan data energi ikatan 7. Mahasiswa dapat menentukan ΔH berdasarkan data energi pembentukan		tentang Termokimia	tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap			
6-7	Mahasiswa mampu menganalisis konsep laju reaksi	Laju Reaksi Review 1	1. Mahasiswa dapat menyebutkan pengertian laju reaksi 2. Mahasiswa dapat	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul	19%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	4,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	berdasarkan data-data hasil percobaan	Melalui Edmodo	menuliskan pernyataan laju reaksi 3. Mahasiswa dapat menjelaskan faktor-faktor laju reaksi 4. Mahasiswa dapat menjelaskan berbagai jenis orde reaksi 5. Mahasiswa dapat menentukan orde reaksi pereaksi	inquiry • Class Discussion	berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Laju Reaksi	pembelajaran Laju Reaksi (kognitif) • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap		BM: 2 x 60'	
8	UTS								
9	Mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang	Keseimbangan Kimia	1. Mahasiswa dapat membedakan reaksi kesetimbangan	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul	9%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	4,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	kesetimbangan kimia berdasarkan unsur makroskopik, mikroskopik dan simboliknya		<p>homogen dan heterogen</p> <ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa dapat menuliskan persamaan Kc dan Kp Mahasiswa dapat menentukan Kc dan Kp Mahasiswa dapat menentukan arah pergeseran kesetimbangan berdasarkan faktor-faktornya 	<p>inquiry</p> <ul style="list-style-type: none"> Class Discussion 	<p>berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Kesetimbangan Kimia</p>	<p>pembelajaran Kesetimbangan Kimia (kognitif)</p> <ul style="list-style-type: none"> Penilaian tertulis (kognitif) Penilaian presentasi (psikomotorik) Penilaian sikap (afektif) <p><u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap</p>		BM: 2 x 60'	
10	Mahasiswa mampu menganalisis keterkaitan antara	Larutan Asam Basa	<ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa dapat menjelaskan ciri-ciri larutan asam dan basa 	<ul style="list-style-type: none"> Team Project Based Learning Presentation based on guided 	<ul style="list-style-type: none"> Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi 	<p><u>Jenis :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Penilaian penyusunan modul 	9%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	5,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	konsep dan fakta tentang larutan asam basa berdasarkan contoh sehari-hari dari kearifan lokal/nasional secara efektif melalui pembelajaran tematik		2. Mahasiswa dapat menentukan persamaan reaksi asam basa 3. Mahasiswa dapat menentukan pH larutan asam dan basa 4. Mahasiswa dapat memperkirakan pH larutan berdasarkan indikator	inquiry • Class Discussion	berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Larutan Asam Basa	pembelajaran Larutan Asam Basa (kognitif) • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap		BM: 2 x 60'	
11	Mahasiswa mampu menganalisis keterkaitan antara	Hidrolisis Garam	1. Mahasiswa dapat menentukan sifat garam berdasarkan reaksi penguraian	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul	4%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	5,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	konsep dan fakta tentang hidrolisis garam berdasarkan data hasil percobaan		oleh air 2. Mahasiswa dapat menentukan pH larutan garam	inquiry • Class Discussion	berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Hidrolisis Garam	pembelajaran Hidrolisis Garam (kognitif) • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap		BM: 2 x 60'	
12	Mahasiswa mampu menganalisis keterkaitan antara	Larutan Penyangga Review 2	1. Mahasiswa dapat mengidentifikasi larutan penyangga 2. Mahasiswa dapat	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul	11%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	1,5,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	konsep dan fakta tentang larutan penyangga berdasarkan data hasil percobaan	Melalui Edmodo	menentukan komponen larutan penyangga 3. Mahasiswa dapat menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga 4. Mahasiswa dapat menentukan pH larutan penyangga 5. Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup	inquiry • Class Discussion	berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Larutan Penyangga	pembelajaran Larutan Penyangga (kognitif) • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap		BM: 2 x 60'	
13	Mahasiswa mampu menganalisis keterkaitan antara	Titrasi Asam Basa	1. Mahasiswa dapat menentukan titik ekuivalen dari suatu titrasi	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul	4%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	5,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	konsep dan fakta tentang titrasi asam basa berdasarkan data hasil percobaan		2. Mahasiswa dapat membuat kurva hasil titrasi berdasarkan perhitungan pH	inquiry • Class Discussion	berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Titrasi Asam Basa	pembelajaran Titrasi Asam Basa (kognitif) • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap		BM: 2 x 60'	
14	Mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang	Ksp	1. Mahasiswa dapat menentukan Ksp dari data kelarutan dan sebaliknya	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul	4%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60'	5,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	kelarutan dan hasil kali kelarutan berdasarkan data hasil percobaan		2. Mahasiswa dapat memprediksi terjadinya pengendapan berdasarkan Ksp	inquiry • Class Discussion	berbasis inkuiri terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Ksp	pembelajaran Ksp (kognitif) • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap		BM: 2 x 60'	
15	Menganalisis konsep dan fakta tentang sistem koloid dalam kehidupan sehari-	Sistem Koloid Review 3 Melalui	1. Mahasiswa dapat menjelaskan ciri-ciri koloid berdasarkan perbandingan	• Team Project Based Learning • Presentation based on guided inquiry	• Melalui modul yang disusun oleh mahasiswa presenter dan presentasi berbasis inkuiri	<u>Jenis :</u> • Penilaian penyusunan modul pembelajaran	9%	KB: 2 x 50' PT: 2 x 60' BM: 2 x 60'	2,5,6,7,8



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

	hari	Edmodo	<p>makroskopik dan mikroskopiknya dengan larutan dan suspensi</p> <p>2. Mahasiswa dapat mengidentifikasi jenis koloid dari suatu materi berdasarkan fase pendispersi dan medium pendispersinya</p> <p>3. Mahasiswa dapat menjelaskan sifat-sifat koloid</p> <p>4. Mahasiswa dapat menjelaskan cara pembuatan koloid</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Class Discusion 	<p>terbimbing, mahasiswa mampu menganalisis konsep tentang Sistem Koloid</p>	<p>Sistem Koloid (kognitif)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian tertulis (kognitif) • Penilaian presentasi (psikomotorik) • Penilaian sikap (afektif) <p><u>Kriteria :</u> Kesesuaian dengan indikator rubrik penilaian modul, capaian sub-cpmk, presentasi dan sikap</p>			
16	UAS								



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

Daftar Referensi:

1. Apriani, H & Rizkiana, F. 2018. Pengaruh Smash Book Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Larutan Penyangga. *Quantum : Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 9(2), 84-91
2. Arnelli & Astuti, Y. 2019. *Kimia Koloid dan Permukaan*. Yogyakarta : Deepublish
3. Effendy. 2015. *A-Level Chemistry For Senior High School Volume 1B*. Malang: Bayumedia Publishing
4. Effendy. 2015. *A-Level Chemistry For Senior High School Volume 2A*. Malang: Bayumedia Publishing.
5. Effendy. 2015. *A-Level Chemistry For Senior High School Volume 2B*. Malang: Bayumedia Publishing
6. Purba, M. 2015. *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga
7. Simanjuntak, H & Parulian, H.G. 2020. *Buku Ajar Kimia*. Bandung : Widina Bhakti Persada.
8. Sudarmo, U & Mitayani, N. 2017. *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Kurikulum 2013 Yang Disempurnakan Peminatan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Erlangga.

Tugas mahasiswa dan penilaiannya

Tugas:

1. Membuat proyek modul pembelajaran berkelompok (lembar dan rubrik penilaian terlampir)
2. Melaksanakan presentasi kelompok (lembar dan rubrik penilaian terlampir)

Penilaian:

Nilai modul (M)= 60% x skor total yang diperoleh

Nilai Presentasi (P)= 40% x skor total yang diperoleh

Nilai tugas (NT) = M + P



UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN

Jl.Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin 70123. Telp/Facs (0511) 3304852. www.uniska-bjm.ac.id

FORMULIR RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

No. Dokumen

No. Revisi

Hal.
1 dari 2

Penentuan nilai akhir:

Bobot Nilai Harian/kehadiran (NH)	: 10%
Bobot Nilai Tugas (NT)	: 50%
Bobot Nilai Ujian Tengah Semester (UTS)	: 20%
Bobot Nilai Ujian Akhir Semester (UAS)	: 20%
Nilai Akhir	: $\frac{NH + NT + UTS + UAS}{100}$

No	Rentang	Nilai	Golongan
1	80 - 100	A	Istimewa
2	75 - 79	B+	Baik sekali
3	70 - 74	B	Baik
4	65 - 69	C+	Cukup baik
5	60 - 64	C	Cukup
6	45 - 59	D	Kurang
7	< 45	E	Sangat kurang

Penerbit :

Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al -Banjary

Alamat :

Gedung A UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal
Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al-Banjary

Jl. Adhyaksa No. 2 Kayutangi
Banjarmasin, Kalimantan Selatan
Telepon : 0511 - 3304352
FAX : 0511

ISBN 978-623-8189-10-6

