



Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru

KIMIA PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI

MODUL TEMA 6



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018



Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru

MODUL TEMA 6

**KIMIA PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI**



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Kimia Paket C - Setara SMA/MA kelas XI
Modul Tema 6 : Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru

- **Penulis:** Dra. Elly Marwati, M.Si
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 88 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Petunjuk Penggunaan Modul

Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Pengantar Modul

Unit 6.1. Hidrokarbon di Sekitar Kita

- Uraian materi:
 - A. Kekhasan atom karbon
 - B. Alkana
 - C. Alkena
 - D. Alkuna
- Penugasan 1
 - Tujuan
 - Media
 - Langkah-Langkah
- Penugasan 2
 - Tujuan
 - Media
 - Langkah-Langkah
- Soal Latihan

Unit 6.2. Produk Kimia dari Minyak Bumi

- Uraian materi:
 - A. Pembentukan Minyak Bumi
 - B. Penyulingan Minyak Bumi
 - C. Mutu Bensin
- Penugasan 1
 - Tujuan
 - Media
 - Langkah-Langkah
- Soal Latihan

Unit 6.3. Dampak Pembakaran Bahan Bakar Terhadap Lingkungan

- Uraian materi:
 - A. Karbon dioksida
 - B. Karbon monoksida
 - C. Oksida belerang
 - D. Oksida Nitrogen

- Penugasan 1
 - Tujuan
 - Media
 - Langkah-Langkah
- Soal Latihan

Unit 6.4. Energi pada Reaksi Kimia

- Uraian materi:
 - A. Entalpi (H) dan Perubahan Entalpi (ΔH)
 - B. Reaksi Eksoterm dan Endoterm
 - C. Penentuan Kalor Reaksi (ΔH)
- Penugasan 1
 - Tujuan
 - Media
 - Langkah-Langkah
- Penugasan 2
 - Tujuan
 - Media
 - Langkah-Langkah
- Soal Latihan

Rangkuman

Penilaian

Kunci Jawaban

Kriteria pindah/lulus modul (satu modul)

Saran Referensi

Daftar Pustaka

MODUL 6

MENGELOLA BAHAN BAKAR FOSIL MENUJU LANGIT BIRU

Petunjuk Penggunaan Modul

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan Modul 6 ini adalah sebagai berikut.

1. Mata pelajaran Kimia Paket C Tingkatan V Setara Kelas XI SMA memiliki 5 modul, yaitu: (1) Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru, (2) Mempertahankan Kualitas Bahan dan Optimalisasi Produk pada Reaksi Kimia, (3) Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan, (4) Keseimbangan Ion dalam Larutan Asam Basa untuk Menentukan Kadar suatu Zat, dan (5) Koloid dalam Kehidupan Sehari-hari. Modul Kimia ini disusun berdasarkan urutan hirarki keilmuan (urutan prasyarat pemahaman). Oleh karena itu, modul ini harus dipelajari secara berurutan, tidak bisa acak karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar modul berikutnya.
2. Modul 6 Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru, dirancang dalam 4 (empat) unit, yaitu: (1) Hidrokarbon di Sekitar Kita, (2) Produk Kimia dari Minyak Bumi, (3) Dampak Pembakaran Bahan Bakar Terhadap Lingkungan, dan (4) Energi pada Reaksi Kimia. Keempat unit ini membahas konsep kimia yang saling terkait. Oleh karena itu harus dipelajari secara berurutan karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar unit berikutnya.
3. Setiap unit ada uraian materi dan penugasan serta soal latihan untuk melatih Anda berpikir kritis dan kreatif dalam mencapai kompetensi. Selain itu, diakhir modul ini ada penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.
4. Dalam mempelajari Modul 6 ini, Anda perlu mengingat kembali tentang Ikatan Kimia yang telah dipelajari di Modul 3 Pasangan Atom dan Sifatnya. Bacalah Modul 6 ini dengan cermat, tekun, dan sabar serta perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan.
5. Bersama tutor dan teman, buatlah model visual berbagai struktur molekul hidrokarbon yang memiliki rumus molekul yang sama dengan menggunakan bahan yang ada di sekitar, untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang senyawa hidrokarbon.
6. Baca tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda paham tujuan yang dicapai setelah mempelajari modul ini.
7. Kerjakan semua penugasan pada setiap unit untuk meningkatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik. Gunakan alat, bahan dan media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan.
8. Mintalah bimbingan tutor jika merasakan kesulitan dalam memahami materi modul.
9. Kerjakan penilaian dengan mengisi soal-soal latihan yang disediakan di akhir modul. Jika Anda mendapat skor 70 maka Anda dapat dikatakan TUNTAS belajar modul ini.
10. Selamat membaca dan mempelajari modul ini, semoga sukses.

Tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini

Setelah membaca dan mempelajari modul ini, diharapkan Anda mampu:

1. Menganalisis kekhasan atom karbon yang menyebabkan banyaknya senyawa karbon.
2. Memahami senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan, tatanama dari alkana, alkena, dan alkuna serta sifatnya dan kegunaannya dalam kehidupan.
3. Menggunakan pengetahuan tentang senyawa hidrokarbon untuk mempelajari fraksi-fraksi minyak bumi dan termokimia
4. Menjelaskan proses pembentukan minyak bumi dan gas alam serta komponen utama penyusunnya.
5. Menafsirkan bagan penyulingan bertingkat untuk menjelaskan dasar dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi.
6. Membedakan kualitas bensin berdasarkan bilangan oktannya.
7. Menjelaskan dampak penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan dan kesehatan.
8. Menghemat penggunaan bahan bakar (hemat energi) dalam kehidupan sehari-hari
9. Menjelaskan entalpi dan perubahannya, reaksi eksoterm dan reaksi endoterm dalam kehidupan sehari-hari,
10. Menentukan kalor reaksi secara kalorimetris, dengan hukum Hess dan energi ikatan; dan

Pengantar Modul

Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang paling sederhana, hanya tersusun dari atom hidrogen dan atom karbon. Dalam kehidupan sehari-hari banyak kita temui senyawa hidrokarbon di sekitar kita, misalnya minyak tanah, bensin, gas alam, dan plastik. Hingga saat ini telah dikenal lebih dari 2 (dua) juta senyawa hidrokarbon. Mengapa senyawa hidrokarbon banyak sekali jumlahnya? Banyaknya jumlah senyawa hidrokarbon baik yang terdapat di alam maupun yang berhasil disintesis, disebabkan oleh kekhasan atom karbon yang dapat membentuk ikatan kovalen tunggal dan rangkap serta dapat membentuk rantai karbon panjang lurus, bercabang, dan melingkar.

Pada Modul 3, Anda sudah mempelajari ikatan kovalen yang meliputi ikatan kovalen tunggal dan ikatan kovalen rangkap. Pengetahuan tentang ikatan kovalen sangat diperlukan untuk memahami kekhasan atom karbon dan sebagai dasar untuk menggolongkan senyawa hidrokarbon ke dalam alkana, alkena, dan alkuna berdasarkan jenis ikatan kovalen yang dimilikinya. Untuk meningkatkan pemahaman tentang senyawa hidrokarbon, maka dalam pembelajaran Anda bersama tutor dan teman perlu membuat model visual berbagai struktur molekul hidrokarbon yang memiliki rumus molekul yang sama dengan menggunakan bahan yang ada di sekitar, misalnya sedotan dan lilin mainan.

Senyawa hidrokarbon merupakan pengetahuan prasyarat untuk belajar minyak bumi dan petrokimia, karena komponen utama minyak bumi dan gas alam adalah senyawa alkana. Hasil belajar yang diharapkan dari minyak bumi adalah terbentuknya sikap pada peserta didik agar mau menghemat penggunaan minyak bumi dan gas alam. Mengapa? Karena proses

pembentukan minyak dan gas bumi memerlukan waktu yang sangat lama sehingga minyak bumi dan gas alam termasuk sumber daya alam yang **tidak** dapat diperbaharui.

Pengetahuan tentang senyawa hidrokarbon juga diperlukan dalam mempelajari termokimia, yaitu ilmu yang mempelajari perubahan kalor/energi yang menyertai reaksi kimia. Pada reaksi kimia terjadi dengan perubahan kalor yang dapat berupa melepaskan kalor atau menyerap kalor dari lingkungan.

Modul 6 Mengelola Bahan Bakar Fosil Menuju Langit Biru, dirancang dalam 4 (empat) unit yang saling terkait, yaitu:

- Unit 6.1. Senyawa Hidrokarbon, membahas kekhasan atom karbon, alkana, alkena, dan alkuna yang berhubungan dengan tatanama dan kegunaannya
- Unit 6.2. Minyak Bumi dan Petrokimia, mempelajari proses pembentukan minyak bumi, penyulingan bertingkat minyak bumi, mutu bensin, dan dampak pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor serta produk industri petrokimia yang sangat akrab dengan kehidupan kita sehari-hari.
- Unit 6.3. Dampak Pembakaran Bahan Bakar Terhadap Lingkungan: membahas zat pencemar dan cara mengatasi dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan.
- Unit 6.4. Termokimia, membahas perubahan energi dalam reaksi kimia khususnya reaksi eksoterm dan endoterm, entalpi dan perubahannya, kalor reaksi, serta cara menentukan perubahan entalpi (ΔH) dengan kalorimeter, kalor pembentukan, hukum Hess, dan energi ikatan.

Unit 6.1 Hidrokarbon di Sekitar Kita

Anda tentu mengenal arang yang diperoleh dari hasil pembakaran. Banyak sekali bahan-bahan di sekitar kita, jika dibakar akan menghasilkan zat yang berwarna hitam yang disebut arang. Misalnya, bila Anda membakar kayu, batok kelapa, kertas, gula, daging, dan daun kering akan diperoleh arang. Nama kimia arang adalah karbon dengan lambang unsur ${}^6\text{C}^{12}$. Anda tentu masih ingat bahwa atom karbon memiliki nomor atom 6 dan elektron valensi 4 serta dapat membentuk ikatan kovalen tunggal dan rangkap sesama atom karbon.



Sumber: arangbatokkelapano1.blogspot.com

Gambar 6.1 Arang

Dibandingkan dengan unsur-unsur lain dalam Tabel Periodik Unsur, karbon dan senyawa-senyawanya mendapat perhatian khusus. Mengapa? Senyawa karbon banyak sekali jumlahnya hingga jutaan baik yang terdapat di alam maupun yang berhasil disintesis. Senyawa-senyawa karbon yang akrab dengan kita dan berguna dalam kehidupan sehari-hari sangat banyak jumlahnya, misalnya: plastik, obat-obatan, bahan makanan, bahan pakaian, bahan bakar minyak, bahan serat, sabun, detergen, minyak wangi, karet, cat, dan zat pewarna. Banyaknya jumlah senyawa karbon disebabkan oleh kekhasan atom karbon yang dapat membentuk ikatan kovalen tunggal dan rangkap serta dapat membentuk rantai karbon panjang lurus, bercabang, dan melingkar.

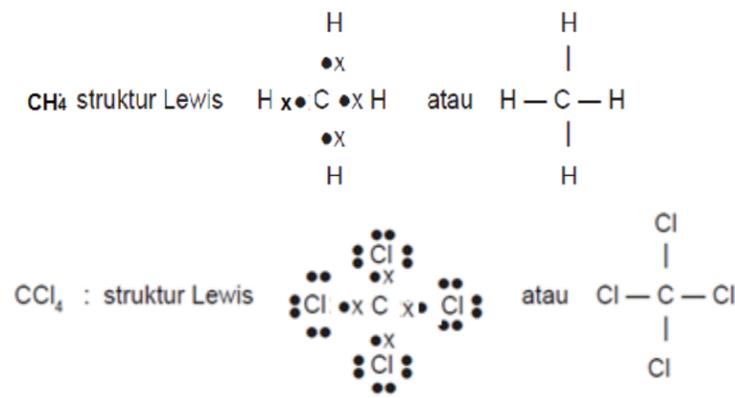
A. Kekhasan Atom Karbon

Banyaknya jumlah senyawa hidrokarbon baik yang terdapat di alam maupun yang berhasil disintesis, disebabkan oleh kekhasan atom karbon yang dapat membentuk ikatan kovalen tunggal dan rangkap antar karbon serta dapat membentuk rantai karbon panjang lurus, bercabang, dan melingkar. Berikut ini dibahas kekhasan atom karbon.

1. Kemampuan atom karbon mengikat empat atom lain

Atom karbon C dengan nomor atom 6 mempunyai konfigurasi elektron (2,4) yang berarti elektron valensinya 4. Untuk mencapai susunan elektron yang stabil, seperti susunan elektron gas mulia, diperlukan empat elektron dari atom lainnya dengan membentuk ikatan kovalen. Perhatikan struktur Lewis metana (CH_4) dan CCl_4 berikut. Struktur elektron atom karbon:

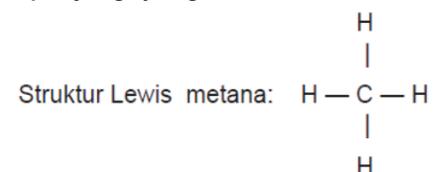




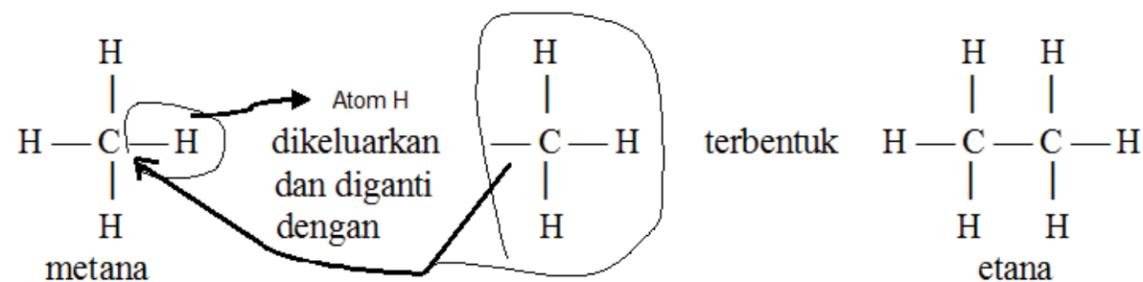
Setiap elektron valensi atom karbon dapat dipasangkan dengan elektron atom hidrogen atau atom unsur lain. Pada molekul CH_4 terjadi penggabungan 4 elektron atom C dengan 4 elektron dari 4 atom H. Dengan demikian, tiap atom C dapat mengikat 4 atom H atau atom lainnya. Jadi, atom C mempunyai kemampuan membentuk empat ikatan kovalen. Disamping itu, atom karbon dapat membentuk ikatan kovalen tunggal, rangkap, dan rangkap tiga sesama atom karbon atau dengan atom unsur lain.

2. Kemampuan atom karbon membentuk rantai

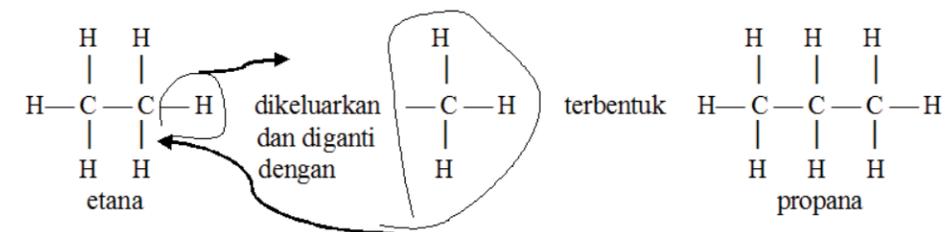
Bagaimana caranya atom karbon terbentuk? Telah dikemukakan di atas bahwa atom karbon dapat berikatan kovalen dengan 4 atom hidrogen membentuk molekul CH_4 . Setiap atom H pada metana dapat diganti dengan atom karbon atau atom lain. Dengan demikian dapat terjadi ikatan kovalen antar atom-atom karbon membentuk rantai panjang, yang disebut rantai karbon. Perhatikan contoh berikut ini.



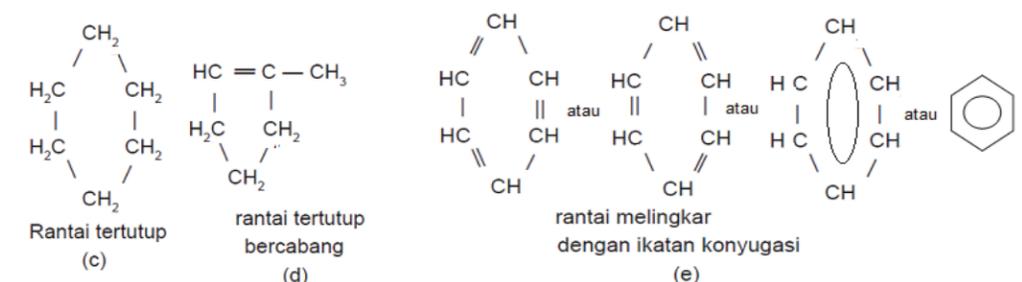
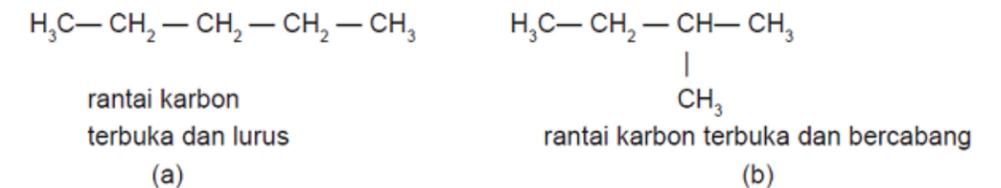
Bila salah satu atom H pada metana diganti dengan gugus $-\text{CH}_3$, maka terbentuk etana (C_2H_6).



Selanjutnya, bila salah satu atom H pada etana diganti dengan gugus $-\text{CH}_3$, terbentuk propana.



Sekarang, coba Anda ganti salah satu atom H pada propana dan tuliskan rumus struktur senyawa yang terbentuk. Dengan cara ini atom karbon dapat membentuk senyawa rantai panjang yang mengandung jumlah atom C yang sangat banyak. Rantai karbon yang terbentuk sangat bervariasi, ada yang lurus (tidak bercabang), bercabang, terbuka, dan tertutup (melingkar). Variasi rantai karbon yang terbentuk terlihat berikut ini.

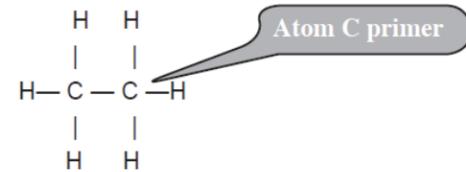


Senyawa karbon dengan rantai terbuka seperti (a) dan (b) disebut senyawa alifatik, yaitu senyawa karbon yang memiliki rantai atom karbon terbuka lurus dan terbuka bercabang. Senyawa yang memiliki rantai atom karbon tertutup atau melingkar seperti (c), (d), dan (e) disebut senyawa siklik. Sedangkan senyawa siklik yang mempunyai ikatan konyugasi, yaitu ikatan kovalen tunggal dan ikatan kovalen rangkap yang selang seling pada atom karbon, seperti (e) disebut senyawa aromatik.

Dengan kemampuan atom karbon membentuk rantai karbon yang sangat bervariasi, dapat dipahami mengapa senyawa karbon sangat banyak jumlahnya. Posisi atom C pada rantai karbon dapat dibedakan menjadi atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuartener berdasarkan jumlah atom C yang diikatnya. Perhatikan uraian berikut ini.

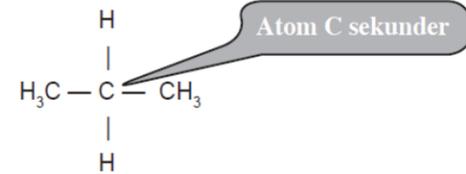
a. Atom C primer

Atom C primer adalah atom C yang hanya mengikat 1 atom C lainnya.



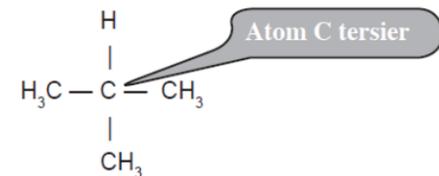
b. Atom C sekunder

Atom C sekunder adalah atom C yang mengikat 2 atom karbon lainnya.



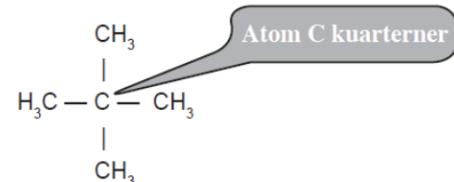
c. Atom C tersier

Atom C tersier adalah atom C yang mengikat 3 atom karbon lainnya.



d. Atom C kuarterner

Atom C kuarterner adalah atom C yang mengikat 4 atom karbon lainnya.



Senyawa hidrokarbon dapat digolongkan menjadi senyawa hidrokarbon jenuh dan tak jenuh, berdasarkan jenis ikatan kovalen antar atom-atom karbon. Pada senyawa hidrokarbon jenuh, ikatan antar atom-atom karbon berupa ikatan kovalen tunggal. Alkana termasuk senyawa hidrokarbon jenuh karena ikatan antar atom-atom karbon pada alkana berupa ikatan kovalen tunggal. Senyawa hidrokarbon tak jenuh mengandung ikatan kovalen rangkap atau rangkap tiga antar atom-atom karbon. Alkena dan alkuna termasuk hidrokarbon tak jenuh. Alkena memiliki ikatan kovalen rangkap sedangkan alkuna memiliki ikatan kovalen rangkap tiga antar atom-atom karbon.

B. Alkana

Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal bensin (premium, pertalite dan pertamax) dan solar yang digunakan sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor. Anda tentu mengenal istilah elpiji (LPG = *liquified petroleum gas*) yang dikemas dalam tabung. Di rumah mungkin Anda menggunakan kompor gas untuk memasak. Elpiji digunakan sebagai bahan bakar pada kompor gas sehingga ketika dihidupkan api dapat menyala untuk memasak. Komponen utama elpiji adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) merupakan alkana yang diperoleh dari penyulingan bertingkat minyak bumi dan gas alam.



Sumber: www.umpgas.com

Gambar 6.2. LPG, campuran gas propana dan butana

Setiap atom C dalam molekul alkana membentuk empat ikatan kovalen tunggal sehingga tidak mampu lagi mengikat atom lain, maka alkana disebut hidrokarbon jenuh. Hal ini menyebabkan alkana kurang reaktif sehingga disebut **deret parafin**. Kata parafin berasal dari *parum afinis* yang berarti mempunyai daya gabung kecil.

Parafin adalah nama umum dari alkana, hidrokarbon jenuh. Molekul parafin paling sederhana adalah metana, CH_4 berwujud gas pada temperatur ruangan. Parafin padat disebut lilin parafin sedangkan parafin cair dikenal sebagai minyak tanah. Lilin parafin merupakan campuran senyawa hidrokarbon jenuh atau alkana yang mengandung 21-50 atom karbon dan umumnya diperoleh dari minyak bumi, meskipun dapat juga diperoleh secara sintesis.



Lilin parafin sering digunakan sebagai sumber penerangan saat listrik mati. Lilin parafin juga digunakan sebagai kosmetik dan pengawet

Sumber: anugrahjayabandung.blogspot.com

Gambar 6.3. Lilin merupakan parafin padat

buah agar tahan lama dan tampak mengkilap serta mengurangi penguapan air dalam buah. Lapisan lilin biasanya ditemui pada buah impor seperti jeruk, apel, pear, anggur dan lain-lain.

Untuk mengetahui buah dan syuran yang megandung lilin, dilakukan dengan mengerik permukaan kulit buah dengan pisau maka serbuk- serbuk putih akan berjatuhan. Jika serbuk ini dibakar akan meleleh. Daging buah yang dilapis lilin dalam waktu lama biasanya sudah tidak segar meskipun kulitnya tampak segar. Cara lain untuk mengetahui buah yang mengandung lilin adalah dengan membakar langsung buah, jika mengandung lapisan lilin, kulit buah basah seperti minyak.



Sumber: prasko17.blogspot.com

Gambar 6.4. Pengawetan buah dengan lilin

Sebagai bahan aditif, mengkonsumsi lilin parafin yang melebihi batas, dapat menyebabkan berbagai penyakit terhadap manusia. Lilin parafin dalam industri makanan termasuk bahan kimia yang cukup berbahaya. Bila kita terus menerus mengkonsumsi makanan yang mengandung lilin parafin, maka lama-kelamaan akan menumpuk dalam tubuh dan dapat menimbulkan berbagai penyakit, seperti gangguan sistem pencernaan, hati, ginjal, pankreas, sistem saraf pusat, menstruasi, dan memicu kanker. Lilin parafin juga berpotensi menghambat peredaran darah manusia. Sebagai bahan kosmetik, lilin parafin juga dapat mempercepat proses penuaan, bila kadar penggunaan parafin pada kosmetik berlebihan.

Berikut ini dibahas rumus umum alkana, wujud alkana, isomeri pada alkana, tatanama alkana, sifat-sifat alkana dan kegunaannya.

1. Rumus Umum Alkana

Bagaimana rumus umum alkana? Alkana memiliki rumus molekul dan rumus struktur. Anda tentu masih ingat tentang rumus molekul yang menyatakan jenis dan jumlah atom yang terdapat dalam molekul. Sedangkan rumus struktur menyatakan bagaimana atom-atom dalam molekul tersusun. Berdasarkan rumus molekul dapat ditentukan rumus umum alkana.

Setiap anggota alkana disebut suku. Perhatikan Tabel 6.1 di bawah yang berisi 4 (empat) pertama alkana.

Tabel 6.1 Empat suku pertama alkana

Nama Senyawa	Rumus Molekul	Rumus Struktur	Model Molekul
Metana	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	
Etana	C ₂ H ₆	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
Propana	C ₃ H ₈	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
Butana	C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	

Perhatikan perbedaan jumlah atom C dan atom H antara dua suku yang berurutan selalu sebesar CH₂.



Sekelompok senyawa yang memiliki perbedaan suku-suku yang berurutan sebesar CH₂ disebut homolog. Pada Tabel 6.1 di atas CH₄ merupakan suku ke satu, C₂H₆ suku kedua, C₃H₈ suku ketiga, dan seterusnya sesuai dengan jumlah atom C pembentuknya. Sekarang coba kamu ramalkan rumus molekul untuk suku ke lima sampai suku ke sepuluh alkana.

Nama alkana	Suku ke-	Rumus molekul
Pentana	5	C ₅ H ₁₂
Heksana	6
Heptana	7
Oktana	8
Nonana	9
Dekana	10

Berdasarkan rumus molekul alkana dalam deret homolog di atas, maka rumus umum alkana adalah C_nH_{2n+2}.

2. Wujud Alkana

Alkana ada yang berwujud gas, cair, dan padat pada tekanan 1 atmosfer dan suhu kamar (25°C). Wujud zat dapat diketahui dari titik didih dan titik leleh senyawa tersebut pada tekanan 1 atmosfer dan suhu kamar. Perhatikan data titik didih dan titik leleh alkana dalam Tabel 6.2 berikut ini.

Tabel 6.2 Titik didih dan titik leleh alkana

No.	Rumus molekul	Massa molekul relatif (Mr)	Titik didih (°C)	Titik leleh (°C)
1.	CH ₄	16	- 161,5	- 82,5
2.	C ₂ H ₆	30	- 88,6	- 83,3
3.	C ₃ H ₈	44	- 42,1	- 89,7
4.	C ₄ H ₁₀	58	- 0,5	- 138,3
5.	C ₅ H ₁₂	72	36,1	- 129,7
6.	C ₆ H ₁₄	86	68,7	- 95,3
7.	C ₇ H ₁₆	100	88,4	- 98,0
8.	C ₈ H ₁₈	114	125,7	- 57,0
9.	C ₉ H ₂₀	128	150,8	- 54,0
10.	C ₁₀ H ₂₂	142	174,1	- 30,0
11.	C ₁₁ H ₂₄	156	194,5	- 25,6
12.	C ₁₂ H ₂₆	170	214,5	- 9,6
13.	C ₁₃ H ₂₈	184	234,0	- 6,2
14.	C ₁₄ H ₃₀	198	252,5	5,5
15.	C ₁₅ H ₃₂	212	270,5	10,0
16.	C ₁₆ H ₃₄	226	287,5	18,5
17.	C ₁₈ H ₃₈	254	317,0	28,0
18.	C ₁₉ H ₄₀	268	330,0	32,0

Bagaimana cara mengetahui wujud zat berdasarkan titik didih dan titik lelehnya?

- 1) Jika titik didih lebih kecil dari 25°C, berarti zat berwujud gas. Karena pada suhu 25°C zat tersebut sudah menjadi gas. Dari Tabel 6.2 di atas, coba Anda ramalkan alkana-alkana yang berwujud gas pada suhu 25°C.
- 2) Jika titik didih lebih besar dari 25°C dan titik leleh lebih kecil dari 25°C, berarti zat berwujud cair. Pada suhu 25°C zat tersebut sudah meleleh (mencair) tetapi belum mendidih (belum menjadi gas). Dari Tabel 6.2 di atas, coba Anda ramalkan alkana-alkana yang berwujud cair pada suhu 25°C.
- 3) Jika titik leleh lebih besar dari 25°C, berarti zat berwujud padat. Karena pada suhu 25°C zat tersebut belum meleleh atau berwujud padat. Dari Tabel 6.2 di atas, coba Anda ramalkan alkana-alkana yang berwujud padat pada suhu 25°C.

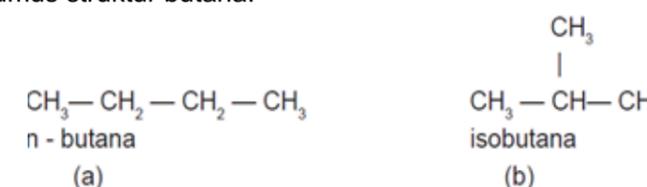
Alkana rantai lurus (*n*-alkana) dengan C₁ – C₄ berwujud gas, C₅ – C₁₇ berwujud cair, dan alkana mulai C₁₈ berwujud padat. Titik didih alkana bertambah sesuai dengan kenaikan massa molekul relatif (Mr) senyawanya. Alkana bercabang memiliki titik didih lebih rendah dari pada alkana rantai lurus.

3. Isomeri pada Alkana

Senyawa-senyawa karbon banyak dijumpai mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus struktur berbeda dengan sifat-sifat yang berbeda. Perhatikan contoh berikut ini.

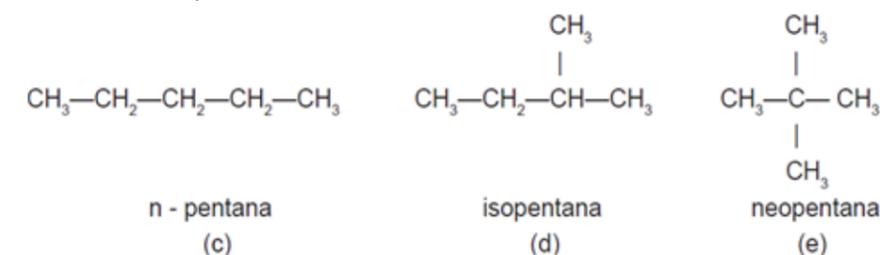
- a. Rumus molekul butana: C₄H₁₀

Rumus struktur butana:



- b. Rumus molekul pentana: C₅H₁₂

Rumus struktur pentana:



Dari contoh di atas terlihat bahwa butana mempunyai 2 macam rumus struktur, yaitu (a) dan (b) sedangkan pentana mempunyai 3 macam rumus struktur, yaitu (c), (d), dan (e). Peristiwa terdapatnya senyawa dengan rumus molekul sama tetapi rumus struktur berbeda disebut **isomeri**. Senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus struktur berbeda disebut **isomer**. Jadi, butana (C₄H₁₀) mempunyai 2 isomer, yaitu:

- 1) n-butana, rantai atom C lurus dan titik didih -5°C
- 2) isobutana, rantai atom C bercabang dan titik didih -12°C

Sedangkan pentana (C_5H_{12}) mempunyai 3 isomer, yaitu:

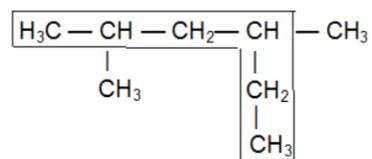
- 1) n-pentana, rantai atom karbon lurus
- 2) isopentana, rantai atom C bercabang dan memiliki atom C tersier, dan
- 3) neopentana, rantai atom C bercabang dan memiliki atom C kuarternar.

Pertambahan jumlah isomer tidak ada aturannya. Makin panjang atom karbon makin banyak kemungkinan jumlah isomer senyawa tersebut. Pada kenyataannya, tidak semua kemungkinan isomer itu ada. Misalnya, untuk oktana dapat dibuat 18 isomer, namun tidak berarti ada 18 senyawa dengan rumus molekul C_8H_{18} , ini hanya kemungkinan saja. Apakah metana (CH_4), etana (C_2H_6), dan propana (C_3H_8) mempunyai isomer? Mengapa?

4. Tata Nama Alkana

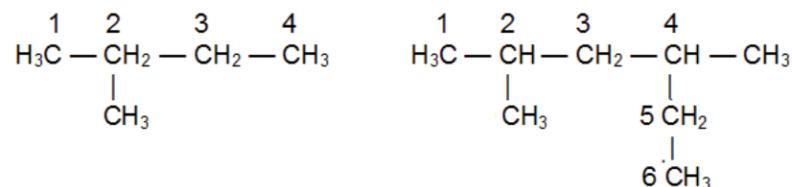
Banyaknya kemungkinan isomer senyawa karbon, bisa menimbulkan kesulitan mengenalnya. Untuk itu, perlu diberikan nama yang berbeda untuk struktur yang berbeda. IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) telah menetapkan suatu aturan pemberian nama bagi senyawa-senyawa karbon yang dikenal tata nama IUPAC. Aturan penamaan alkana menurut tata nama IUPAC adalah sebagai berikut.

- a. Tentukan rantai utama, yaitu rantai terpanjang atom karbon dalam molekul senyawa. Bila terdapat dua atau lebih rantai terpanjang harus dipilih yang mempunyai cabang terbanyak. Contoh:



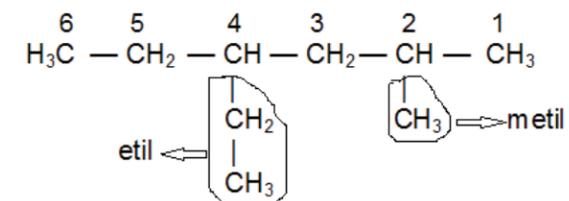
Rantai terpanjang (dalam kotak) mengandung 6 atom C.

- b. Nama utama senyawa ditentukan oleh banyaknya atom C dalam rantai terpanjang (utama).
- c. Setiap atom C pada rantai utama diberi nomor urut yang dimulai dari atom C yang terdekat dengan cabang. Contoh:

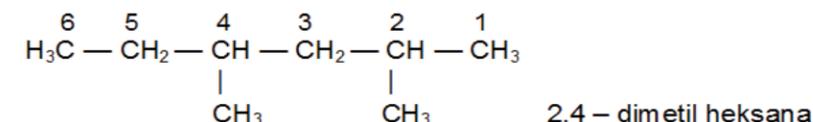


- d. Cabang-cabang yang terikat pada rantai utama diberi nama **alkil**. Alkil adalah gugus alkana yang kehilangan sebuah atom H. Contoh: metana (CH_4) kehilangan

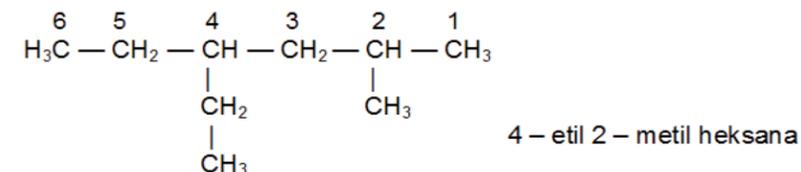
sebuah atom H menjadi CH_3 (metil) dan etana (C_2H_6) kehilangan sebuah atom H menjadi C_2H_5 (etil). Nama gugus alkil diturunkan dari nama alkana dengan jumlah atom C yang sama dengan mengganti akhiran **-ana** menjadi **-il**. Contoh:



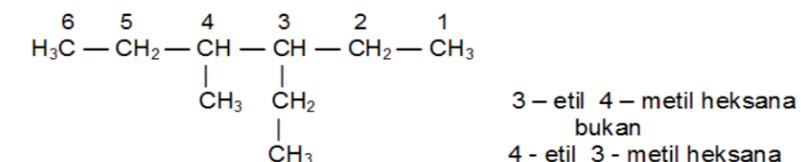
- e. Bila terdapat dua atau lebih gugus alkil yang sama terikat pada rantai utama, ditunjukkan dengan memberi awalan *di* (dua), *tri* (tiga), *tetra* (empat), dan seterusnya.



- f. Bila gugus alkil yang terikat pada cabang berbeda-beda maka penulisan nama cabang diurutkan berdasarkan abjad.

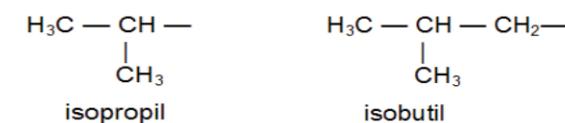


- g. Jika penomoran ekuivalen dari ke dua ujung maka cabang yang harus ditulis terlebih dahulu mendapat **nomor terkecil**.



Karena cabang etil harus ditulis terlebih dahulu maka penomoran harus dimulai dari ujung kanan sehingga cabang etil mendapat nomor terkecil.

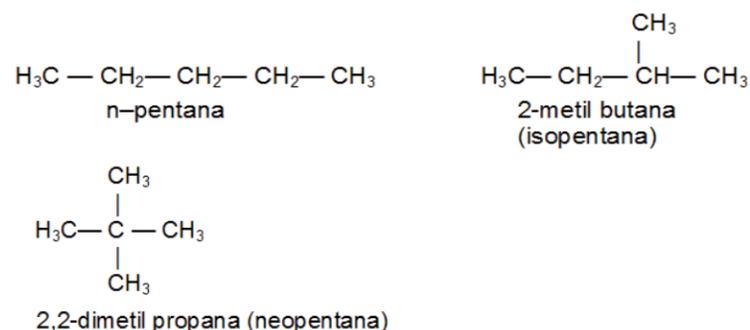
- h. Awalan iso dipakai apabila gugus-gugus yang ada diujung suatu senyawa adalah gugus metil ($-\text{CH}_3$)



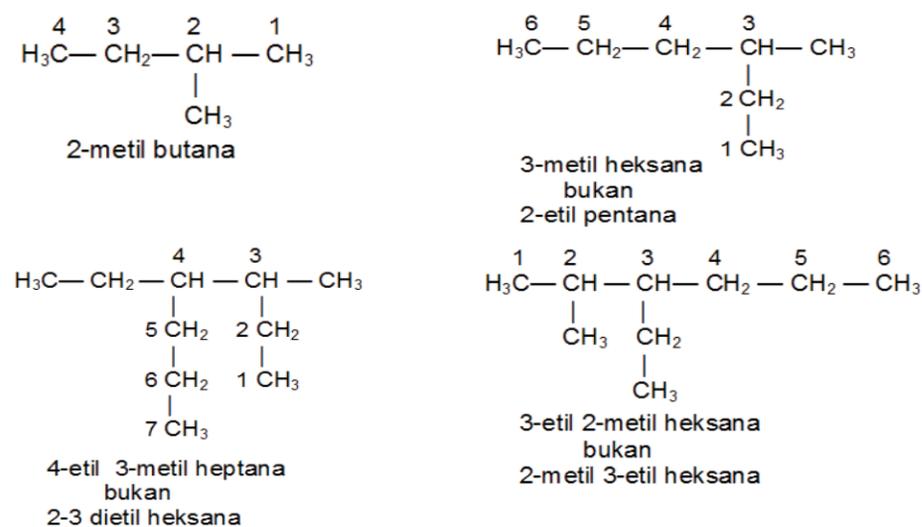


Contoh tata nama alkana:

1) Isomer-isomer dari pentana dan namanya



2) Struktur senyawa alkana dan namanya



5. Sifat-sifat Kimia Alkana

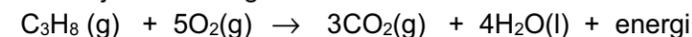
Alkana merupakan senyawa nonpolar, sehingga tidak larut dalam air, makin panjang rantai atom C berarti Mr makin besar maka titik didih makin tinggi. Pada tekanan 1 atm dan suhu kamar, CH₄ - C₄H₁₀ berwujud gas, C₅H₁₂ - C₁₇H₃₆ berwujud cair, dan diatas C₁₈H₃₈ berwujud padat.

Alkana termasuk hidrokarbon jenuh karena ikatan antar atom karbon dalam senyawanya merupakan ikatan tunggal. Oleh sebab itu alkana sulit bereaksi atau kurang reaktif terhadap unsur lain. Namun demikian, alkana dapat mengalami reaksi

oksidasi (pembakaran), reaksi substitusi dengan atom-atom halogen, dan pemecahan (cracking).

a. Reaksi Pembakaran

Pada pembakaran sempurna alkana, dihasilkan gas karbon dioksida, uap air, dan sejumlah energi. Contoh:



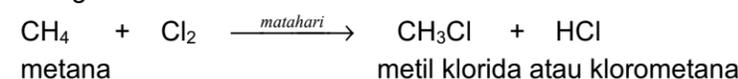
Pada pembakaran tidak sempurna terbentuk gas CO, uap air, dan energi. Contoh:



Perbandingan konsentrasi alkana dengan konsentrasi O₂(g) menentukan apakah pembakaran yang terjadi sempurna atau tidak sempurna. Pada pembakaran sempurna energi yang dihasilkan lebih besar dari pembakaran tidak sempurna. Energi ini digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya untuk memasak dan menggerakkan kendaraan bermotor.

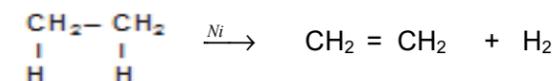
b. Reaksi Substitusi

Reaksi substitusi pada alkana, atom H diganti dengan atom atau gugus atom lain sehingga terbentuk turunan alkana. Sebagai contoh reaksi metana dengan halogen.



c. Reaksi Eliminasi

Eliminasi adalah menghilangkan suatu molekul dari strukturnya, pada reaksi eliminasi jenis reaksi biasanya disebut dengan awalan de, seperti menghilangkan molekul hidrogen dari gas etana, disebut dengan **dehidrogenasi**.



d. Cracking (Pemecahan = Perengkahan)

Cracking adalah proses memecah hidrokarbon berat menjadi hidrokarbon yang lebih ringan. Cracking dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi tanpa oksigen sehingga terjadi pemutusan rantai atom karbon. Sebagai contoh,



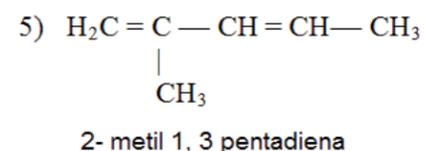
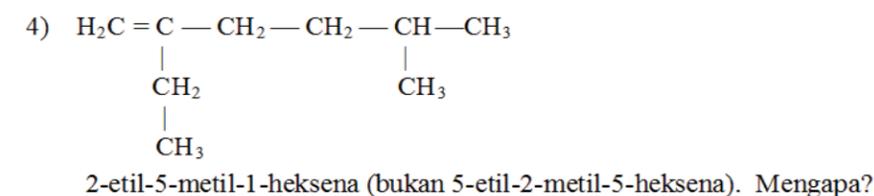
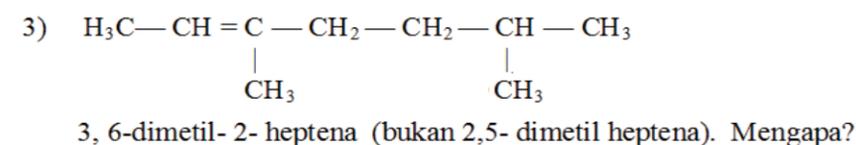
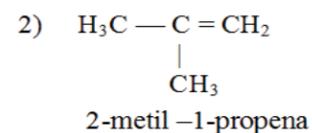
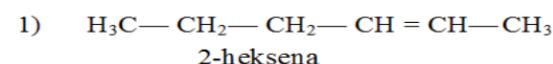
6. Kegunaan Alkana

Alkana banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain sebagai:

- Bahan bakar, misalnya: minyak tanah, bensin, solar, dan LPG (gas yang dicairkan)
- Bahan untuk membuat tinta, cat, semir, dan sepatu.
- Bahan untuk membuat senyawa lain (sintetis), misalnya: metil klorida, karbon tetraklorida, dan metanol.

e. Penulisan nama cabang sama seperti pada alkana.

Contoh:



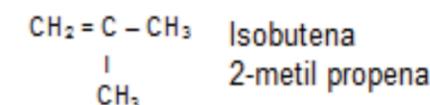
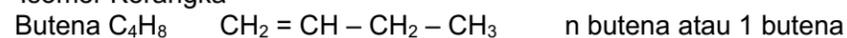
Disamping tatanama IUPAC untuk alkena terdapat tatanama trivial, yaitu nama yang biasa digunakan dalam perdagangan atau kehidupan sehari-hari. Berikut ini contoh beberapa suku alkena yang masih menggunakan nama trivial, yaitu:

Rumus Molekul	Nama IUPAC	Nama Trivial
C_2H_4	Etena	etilena
C_3H_6	Propena	propilena
C_4H_8	Butena	butilena
C_5H_{10}	Pentena	amilena

3. Isomeri pada Alkena

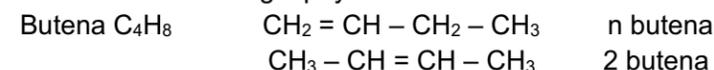
Alkena memiliki beberapa jenis isomer, yaitu isomer kerangka, posisi, fungsi, dan isomer geometri.

a. Isomer Kerangka



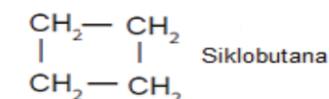
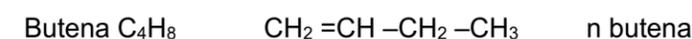
b. Isomer Posisi

Bila letak ikatan rangkapnya diubah



c. Isomer Fungsi

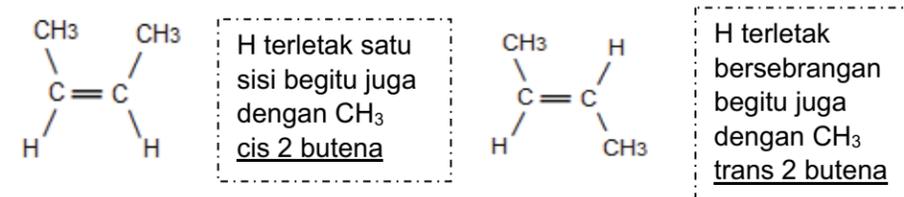
Bila nama gugus fungsinya diubah



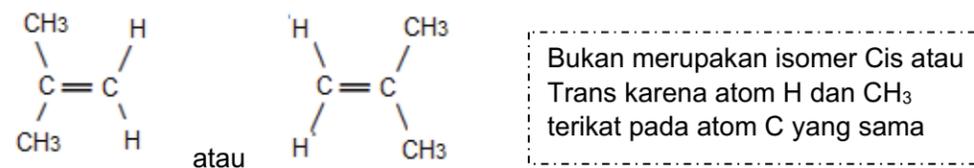
d. Stereoisomer atau isomer geometri (cis-trans)

Pada isomer geometri terdapat gugus-gugus yang letaknya sama satu sisi disebut CIS dan yang letaknya berseberangan disebut TRANS. Hanya terdapat pada senyawa alkena dan senyawa siklik

Contoh 2 Butena C_4H_8 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ dapat berupa



Bagaimana dengan struktur berikut ini?



4. Sifat-sifat Alkena

Sifat-sifat fisis alkena pada umumnya sama dengan dengan sifat fisis alkana, yaitu titik didihnya cenderung makin tinggi seiring dengan kenaikan massa molekul relatifnya, tidak larut dalam air, dan wujudnya berbeda-beda sesuai dengan jumlah atom karbonnya, seperti ditunjukkan pada Tabel 6.5 berikut.

Tabel 6.5 Titik didih dan titik leleh alkena

Nama senyawa	Rumus Molekul	Mr	Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)
Etena	C_2H_4	28	- 104	- 169
Propena	C_3H_6	42	- 48	- 185

Butena	C ₄ H ₈	56	- 6	- 185
Pentena	C ₅ H ₁₀	70	30	- 165
Heksena	C ₆ H ₁₂	84	63	- 140
Heptena	C ₇ H ₁₄	98	93	- 119
Oktena	C ₈ H ₁₆	112	122	- 102
Nonena	C ₉ H ₁₈	126	146	
Dekena	C ₁₀ H ₂₀	140	171	

Dari data titik didih dan titik leleh pada Tabel 6.5, coba Anda ramalkan wujud alkena pada suhu kamar. Pada suhu kamar, tiga suku pertama alkena (C₂ – C₄) berwujud gas, suku berikutnya C₅ – C₁₀ berwujud cair, dan suku-suku yang lebih tinggi berwujud padat.

Alkena lebih reaktif dari alkana. Mengapa? Diskusikan dengan temanmu! Alkena termasuk hidrokarbon alifatik tidak jenuh, mempunyai ikatan rangkap dua sehingga lebih mudah bereaksi dibandingkan dengan alkana. Reaksi yang penting dari alkena adalah reaksi pembakaran, reaksi adisi, dan reaksi polimerisasi. Pada reaksi pembakaran alkena dihasilkan banyak jelaga. Jelaga adalah atom-atom karbon yang tidak terbakar. Pada reaksi pembakaran sempurna alkena dihasilkan CO₂ dan uap air (H₂O). Contoh: C₂H₄(g) + O₂(g) → CO₂(g) + H₂O(g)

5. Kegunaan Alkena

Alkena banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Dalam kehidupan sehari-hari etena digunakan untuk mematangkan buah-buahan. Sedangkan dalam industri alkena digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat plastik, teflon, pipa paralon, dan karet sintetik.

Bahan bangunan yang berasal dari hidrokarbon pada umumnya berupa plastik. Bahan dasar plastik adalah polimer dari propilena, yaitu senyawa alkena (olefin). Dari plastik ini dibuat berbagai macam keperluan bahan bangunan dan peralatan rumah tangga, seperti: atap rumah (genteng plastik), pipa paralon, peralatan interior rumah, bumper mobil, meja, kursi, lemari, rak sepatu, piring, dan gelas, sendok.



Sumber: wordpress.com
Gambar 6.6. Genteng Plastik

Kita tentu sering minum air mineral atau minuman lainnya dari botol plastik, Gambar 6.7. Apakah Anda pernah atau sering memakai botol bekas air mineral berulang-ulang? Jika ya, sebaiknya tinggalkan kebiasaan itu karena bahaya bagi kesehatan.

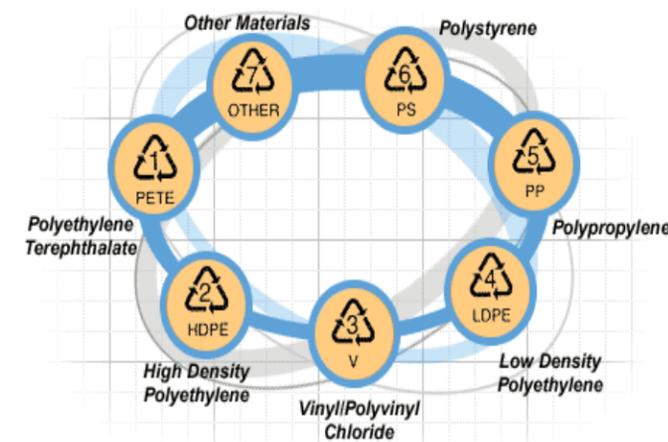


Sumber: wordpress.com

Gambar 6.7. Plastik kemasan air mineral

Kita perlu mengetahui bahan yang digunakan pada produk plastik yang dikategorikan aman atau tidak aman bagi kesehatan. Cara yang paling mudah adalah dengan melihat kode atau simbol yang biasanya tertera di bawah produk plastik wadah makanan atau minuman. Produk plastik yang dimaksud bukan hanya kemasan air mineral yang banyak beredar di sekitar kita, tetapi juga plastik wadah makanan, penutup makanan, botol susu bayi, dan lain sebagainya.

Kode atau simbol plastik dikeluarkan oleh *The Society of Plastic Industry* pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh lembaga-lembaga pengembangan sistem kode, seperti ISO (*International Organization for Standardization*). Secara umum tanda pengenal plastik tersebut berada atau terletak di bagian bawah, berbentuk segitiga, di dalam segitiga terdapat angka (1, 2, 3, 4, 5, 6 atau 7), dan nama jenis plastik ditulis di bawah segitiga. Simbol daur ulang (recycle) menunjukkan jenis bahan resin yang digunakan untuk membuat plastik, perhatikan **Gambar** Kode pada Produk Plastik



Sumber: www.akulebay.com

Gambar 6.8. Kode pada Produk Plastik

Sistem pengelompokan berbagai jenis plastik ini dikenal dengan nama *Resin Identification Code* (RIC). Berikut ini dijelaskan arti dari 7 kode pada produk plastik yang digunakan untuk kemasan minuman dan makanan.

1. Polyethylene Terephthalate (PET atau PETE)



Plastik ini berwarna bening dan tembus pandang, digunakan sebagai kemasan minuman, minyak goreng, sambal, dan sebagainya. Plastik jenis ini direkomendasikan **hanya untuk satu kali pakai** dan jangan dipakai sebagai wadah air panas. Tidak boleh dipakai berulang-ulang, apalagi untuk menyimpan air panas karena lapisan polimer pada botol akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker. Plastik jenis ini dapat didaur ulang menjadi perabot rumah tangga dan karpet.

2. High Density Polyethylene (HDPE)



HDPE digunakan sebagai bahan pembuatan botol susu atau jus yang berwarna putih, galon air minum, plastik belanja, dan sebagainya. Bahan ini memiliki sifat bahan yang keras, dan merupakan salah satu bahan plastik yang aman digunakan karena memiliki kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara makanan atau minuman dengan wadah plastiknya. Namun pemakaian HDPE juga direkomendasikan hanya untuk **satu kali pakai**, karena pelepasan senyawa antimoni trioksida terus meningkat seiring waktu. Senyawa ini dapat mengakibatkan iritasi kulit, menimbulkan gangguan pernapasan, gangguan siklus menstruasi dan menyebabkan keguguran. Plastik ini biasanya di daur ulang menjadi tali, pipa dan mainan.

3. Polyvinyl Chloride (PVC atau V)



PVC biasanya digunakan pipa, kusen jendela botol deterjen, botol sabun, botol shampo, kursi plastik, mainan anak-anak, komponen otomotif, dan sebagainya. Bahan ini **tidak boleh** digunakan untuk menyimpan makanan dan minuman, karena mengandung zat Diethylhydroxylamine (DEHA) yang dapat bereaksi dengan makanan yang dikemas sehingga dapat merusak ginjal dan hati. Jenis plastik ini paling sulit didaur ulang.

4. Low Density Polyethylene (LDPE)



LDPE sering digunakan sebagai kantong belanja, plastik kemasan, pembungkus makanan segar, dan botol-botol lembek. Bahan ini memiliki daya resistensi atau perlindungan yang baik terhadap reaksi kimia. Oleh karena itu, **LDPE menjadi salah satu jenis plastik yang dapat digunakan sebagai pembungkus makanan dan minuman.**

5. Polypropylene (PP)



Polypropylene biasanya digunakan dalam pembuatan botol minuman, botol obat, botol susu bayi, tempat makanan (piring dan mangkok), dan wadah penyimpanan makanan seperti Tupperware. Jenis plastik ini **dapat dipakai berulang-ulang**. Bahan ini merupakan jenis **plastik terbaik** yang bisa digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman, karena mampu mencegah terjadinya reaksi kimia dan tahan terhadap panas.

6. Polystyrene (PS)



Jenis plastik ini banyak digunakan sebagai bahan pembuatan styrofoam, wadah makanan beku dan siap saji, piring, garpu, dan sendok plastik. Penggunaan jenis plastik ini **sangat tidak dianjurkan untuk pembungkus makanan**. Karena bahan ini dapat mengeluarkan zat styrene jika bersentuhan dengan makanan dan minuman, apalagi makanan dan minuman panas. Zat styrene dapat menimbulkan kerusakan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, pertumbuhan dan sistem syaraf. Selain itu, bahan ini juga mengandung benzene yang menjadi salah satu penyebab timbulnya kanker. Polystyrene juga sulit untuk didaur ulang, walaupun bisa didaur ulang, akan butuh proses yang sangat panjang dan waktu yang lama.

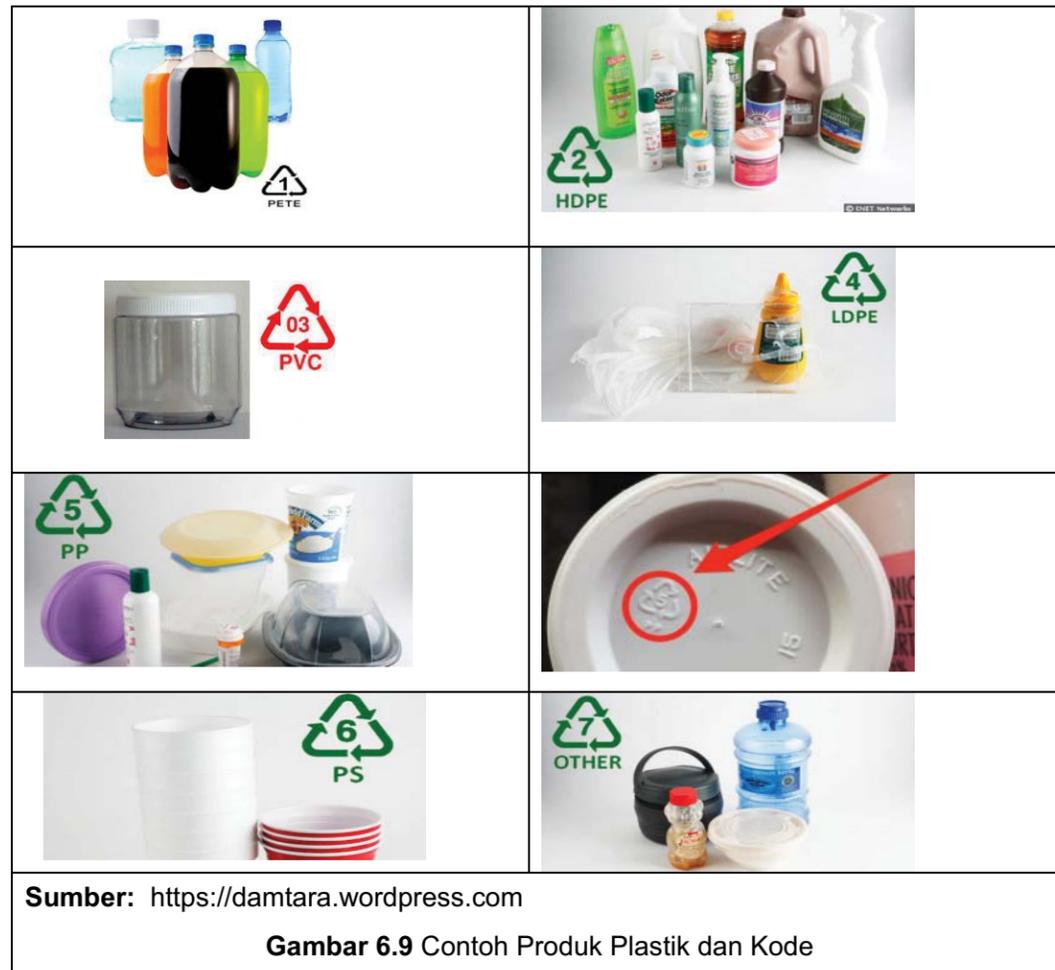
7. Other (O)



Plastik 7 Other ini ada 4 macam, yaitu: SAN (Styrene Acrylonitrile), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), PC (Polycarbonate), dan Nylon. **Plastik jenis SAN dan ABS merupakan jenis plastik yang baik digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman**, karena memiliki perlindungan yang baik terhadap reaksi kimia. SAN dan ABS sering digunakan dalam pembuatan kotak makanan, botol minum, peralatan dapur, sikat gigi, dan sebagainya. Sementara untuk jenis PC, sangat tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai wadah makanan dan minuman, karena mengandung Bisphenol-A yang dapat merusak sistem hormon, merusak kromosom pada ovarium, menurunkan kualitas sperma, dan mengganggu sistem imun.

Sekarang Anda sudah dapat membedakan antara plastik yang aman digunakan dan plastik yang berbahaya. Disarankan sebaiknya kita menggunakan plastik dengan kode 2,4, 5, dan 7 jenis SAN dan ABS sebagai wadah makanan dan minuman karena plastik jenis ini **tidak** menimbulkan reaksi kimia saat bersentuhan dengan makanan,

meskipun makanan panas. Sebaiknya hindari menggunakan plastik dengan kode 1,3,6, dan 7 jenis PC, karena dapat menimbulkan reaksi kimia yang berdampak buruk bagi tubuh kita. Berikut ini adalah contoh produk plastik dengan kode 1 hingga 7.



D. Alkuna

Dalam kehidupan sehari-hari, Anda mungkin pernah melihat orang mengelas (menyambung logam besi dengan cara membakar) biasanya dilakukan di bengkel. Tahukah Anda, zat apa yang digunakan sebagai bahan bakar pada pengelasan besi sehingga terlihat cahaya warna biru yang sangat silau? Kita lihat orang yang mengelas logam besi biasanya memakai kaca mata khusus untuk melindungi mata dari cahaya yang sangat silau dan pakaian khusus termasuk sarung tangan khusus untuk melindungi tubuh.

Gas asetilena atau etuna digunakan sebagai bahan



Sumber: yushuatoon.blogspot.com

Gambar 6.10. Mengelas Logam dengan gas Etuna

bakar untuk mengelas. Mengapa digunakan gas etuna bukan gas elpiji? Mengelas dibutuhkan suhu tinggi untuk menyambung atau memotong logam. Ketika asetilena dibakar dengan oksigen, dapat mencapai suhu 3000°C. Suhu tinggi tersebut digunakan untuk melelehkan logam dan menyatukan pecahan-pecahan logam.

Etuna juga dikenal sebagai gas karbit yang digunakan untuk mempercepat pematangan buah-buahan. Etuna juga digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan berbagai plastik.

Etuna dengan rumus kimia C_2H_2 adalah alkuna yang paling sederhana merupakan golongan hidrokarbon alifatik yang mempunyai gugus fungsi ikatan ganda tiga ($-C \equiv C-$) pada atom karbon

1. Rumus Umum Alkuna

Bagaimana rumus umum alkuna? Perhatikan rumus molekul beberapa alkuna pada Tabel 6.6 berikut.

Tabel 6.6 Beberapa Senyawa Alkuna

Nama senyawa	Rumus molekul	Nama senyawa	Rumus molekul
Etuna	C_2H_2	Heptuna	C_7H_{12}
Propuna	C_3H_4	Oktuna	C_8H_{14}
Butuna	C_4H_6	Nonuna	C_9H_{16}
Pentuna	C_5H_8	Dekuna	$C_{10}H_{18}$
Heksuna	C_6H_{10}		

Hitunglah perbandingan jumlah atom C dan H pada Tabel 6.6, kemudian tentukan rumus umum alkuna. Seperti halnya pada alkana dan alkena, jumlah atom C dan H pada alkuna juga bertambah secara teratur, yaitu sebesar CH_2 . Dengan demikian alkuna juga merupakan deret homolog.

Mengapa alkuna juga digolongkan sebagai hidrokarbon tak jenuh? Bandingkan struktur alkana, alkena, dan alkuna berikut ini.

Etana (C_2H_6)	Etena (C_2H_4)	Etuna (C_2H_2)
Struktur Lewis $\begin{array}{c} H & H \\ \times & \times \\ & \\ H \times \cdot C & \cdot C \times H \\ \times & \times \\ & \\ H & H \end{array}$ $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H - C & - C - H \\ & \\ H & H \end{array}$	Struktur Lewis $\begin{array}{c} H & H \\ \times & \times \\ & \\ H \times \cdot C & \cdot C \times H \\ \times & \times \\ & \\ H & H \end{array}$ $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H - C & = C - H \end{array}$	Struktur Lewis $H \times \cdot C \cdot \cdot \cdot C \times H$ $H - C \equiv C - H$

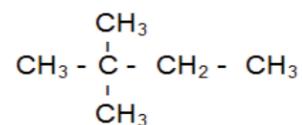


Sumber:

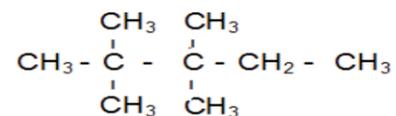
raeflinnawangwulankimreg13.blogspot.com

Gambar 6.11. Gas Asetilena atau Etuna

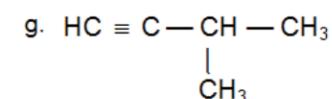
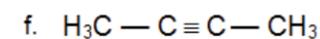
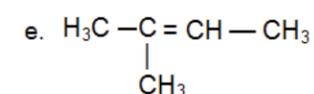
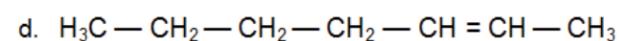
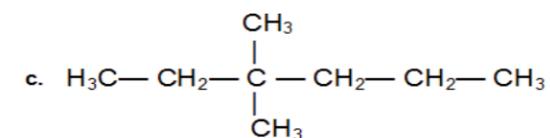
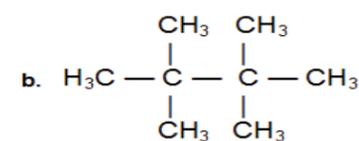
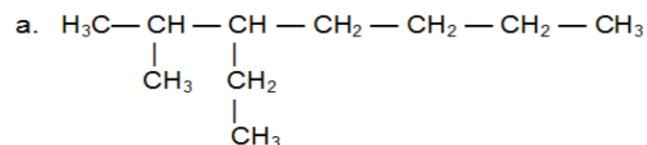
1. Tentukan posisi atom C primer, C sekunder, C tersier, dan C kuartener pada senyawa dengan rumus struktur berikut.



2. Tentukan jumlah atom C primer, C sekunder, C tertier, dan C kuartener dalam senyawa dengan rumus struktur berikut.



3. Berikan nama senyawa berikut menurut tatanama IUPAC!



4. Tuliskan rumus struktur senyawa berikut!

- 3-etil-3-metil heksana
- 4-metil-2-heksena
- 2-heksuna

Tujuan

Setelah mempelajari Modul 6 Unit 1 ini, Anda diharapkan mampu:

- ✓ Menentukan posisi dan jumlah atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuartener pada senyawa dengan rumus struktur tertentu.
- ✓ Memberi nama senyawa hidrokarbon (alkana, alkena, dan alkuna)

Media

Kartu rumus struktur senyawa hidrokarbon (alkana, alkena, dan alkuna).

Langkah-Langkah

Untuk menyelesaikan tugas ini, ikuti langkah berikut.

Atom C

- ✓ Tentukan posisi atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuartener!
- ✓ Tentukan jumlah atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuartener!

Penamaan Senyawa Hidrokarbon

- ✓ Tentukan rantai utama (induk), yaitu rantai terpanjang atom karbon dalam molekul senyawa. Bila terdapat dua atau lebih rantai terpanjang harus dipilih yang mempunyai cabang terbanyak.
- ✓ Tentukan nama utama senyawa berdasarkan banyaknya atom C dalam rantai utama.
- ✓ Setiap atom C pada rantai utama diberi nomor urut yang dimulai dari atom C yang terdekat dengan cabang.
- ✓ Cabang-cabang yang terikat pada rantai utama diberi nama **alkil**. Alkil adalah gugus alkana yang kehilangan sebuah atom H.
- ✓ Bila terdapat dua atau lebih gugus alkil yang sama terikat pada rantai utama, ditunjukkan dengan memberi awalan *di* (dua), *tri* (tiga), *tetra* (empat), dan seterusnya.
- ✓ Bila gugus alkil yang terikat pada cabang berbeda-beda maka penulisan nama cabang diurutkan berdasarkan abjad.
- ✓ Jika penomoran ekivalen dari ke dua ujung maka cabang yang harus ditulis terlebih dahulu mendapat **nomor terkecil**.
- ✓ Awalan iso dipakai apabila gugus-gugus yang ada diujung suatu senyawa adalah gugus metil ($-\text{CH}_3$)



Penugasan 2

Identifikasi Kode (Simbol) Daur Ulang Produk Plastik

Plastik sudah menjadi kebutuhan yang hampir tak terpisahkan dari kehidupan kita. Setiap hari kita menggunakan plastik untuk berbagai keperluan, seperti perlengkapan rumah tangga (ember, gelas, mangkuk, piring, sendok, dan sebagainya), kemasan makanan dan minuman, botol susu bayi, mainan anak-anak, dan lain-lain. Perlu diketahui tidak semua plastik aman bagi kesehatan, ada jenis plastik yang dapat digunakan sebagai kemasan atau wadah makanan dan minuman, tetapi ada juga plastik yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan hanya dapat digunakan pada peralatan industri.

Oleh sebab itu, kita perlu memahami kode daur ulang plastik yang disebut Resin Identification Code (RIC) atau Kode Identifikasi Resin. Plastik dikelompokkan menjadi 7 jenis tingkatan (grade), yaitu mulai dari kode simbol **angka 1 hingga angka 7**. Setiap kode simbol angka tingkatan tersebut dikelilingi oleh tiga anak panah yang berbentuk segitiga, dibawah segitiga terdapat singkatan nama jenis plastik. Kode-kode simbol plastik biasanya terdapat di bagian bawah produk plastik.



Tujuan

Setelah mempelajari tugas ini, Anda diharapkan mampu:

- ✓ Mengelompokkan produk-produk plastik di lingkungan berdasarkan kode daur ulang 1, 2, 3, 4, 5, 6, atau 7
- ✓ Memilih plastik yang aman bagi kesehatan terutama yang akan digunakan sebagai kemasan atau tempat makanan dan minuman serta tahan panas sesuai dengan kode daur ulang



Media

Plastik yg ada di lingkungan, misalnya seperti gambar berikut.



Langkah-Langkah

Identifikasi berbagai produk yang terbuat dari plastik, misalnya seperti tampak pada gambar di atas (media): plastik bekas kemasan makanan (minyak

goreng, kecap, sambal, dan cuka dapur), plastik bekas kemasan minuman, botol susu bayi, peralatan rumah tangga (ember, baskom, piring, mangkuk, dan sendok), mainan anak-anak, plastik bekas peralatan mandi (sabun dan sampo) yang ada di lingkungan kita.

2. Amati kode (simbol) daur ulang pada masing-masing produk plastik tersebut, kode biasanya tercantum di bagian bawah. Kemudian kelompokkan produk plastik sesuai dengan kode daur ulang 1, 2, 3, 4, 5, 6, atau 7.
3. Tuliskan hasil pengamatan Anda Lembar Kerja di bawah ini!

Lembar Kerja: Contoh produk plastik, kode daur ulang, dan deskripsi

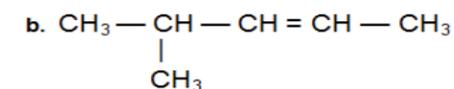
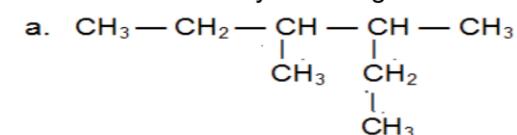
No	Contoh produk plastik	Kode daur ulang	Pemakaian dan alasan
1.	Botol air mineral Botol jus	 PETE	Disarankan hanya sekali pakai . Bila sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat atau panas, dapat mengakibatkan lapisan polimer pada botol akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (penyebab kanker) dalam jangka panjang. Plastik ini berwarna transparan dan dapat didaur ulang menjadi perabot rumah tangga.
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

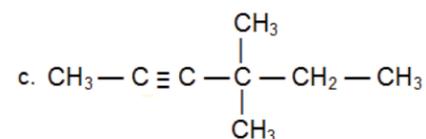
4. Deskripsikan masing-masing jenis plastik berdasarkan kode daur ulang, terkait dengan pemakaian dan alasannya serta informasi lainnya.
5. Bandingkan hasil tugas Anda dengan hasil teman!
6. Menyimpulkan produk plastik yang aman digunakan untuk kemasan makanan dan minuman dengan kode tertentu dan alasannya.

Soal Latihan

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan tepat!

1. Jelaskan perbedaan antara hidrokarbon jenuh dan tak jenuh!
2. Tuliskan nama senyawa dengan rumus struktur berikut!





- Tuliskan rumus struktur senyawa berikut ini!
 - 2,2-dimetil-pentana
 - 2-metil-1-butena
 - 4-metil-2-pentuna

II. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

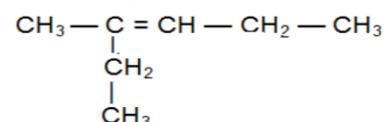
- Suatu senyawa karbon mempunyai rumus empiris $(\text{CH}_2)_n$. Jika massa molekul relatifnya = 56, maka rumus molekul senyawa tersebut adalah

A. CH_3CCCH_3	D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2$
B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	E. $\text{CH}_2\text{CCHCH}_3$
C. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
- Jumlah **isomer rangka** yang mungkin dari senyawa hidrokarbon karbon dengan rumus molekul C_5H_{10} adalah

A. 2	D. 5
B. 3	E. 6
C. 4	
- Di antara senyawa berikut manakah yang merupakan hidrokarbon tak jenuh?

A. C_2H_6	D. C_5H_{12}
B. C_3H_6	E. C_6H_{14}
C. C_4H_{10}	

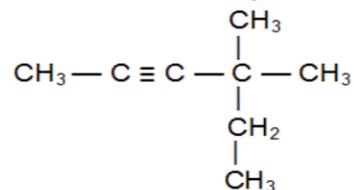
- Nama yang benar untuk senyawa dengan rumus struktur ...



adalah

- | | |
|----------------------|---------------------|
| A. 2-etil-2-pentena | D. 4-etil-3-pentena |
| B. 2-etil-3-pentena | E. 4-metil-3-hek |
| C. 3-metil-3-heksena | |

- Nama IUPAC untuk senyawa berikut.



adalah

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| A. 4-etil-4-metil-2 pentuna | D. 4,4-dimetil-2-heksuna |
| B. 4-metil-4etil-2-pentuna | E. 4-metil-4-metil-2-heksuna |
| C. 3,3-dimetil-4-heksuna | |

Unit 6.2

Produk Kimia dari Minyak Bumi dan Gas Alam

Dalam kehidupan sehari-hari, Anda tentu telah mengenal minyak tanah, gas elpiji (LPG) yang digunakan untuk memasak di dapur; bensin (Premium, Peralite, Pertamina, dan Pertamina Plus) dan solar yang digunakan sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor; aspal untuk mengeraskan jalan raya, pupuk urea untuk pertanian, plastik untuk berbagai keperluan, dan sebagainya. Semua bahan tersebut berasal dari minyak bumi dan gas alam sebagai karunia Tuhan Yang Maha Pemurah yang harus dikelola secara bijaksana, agar tidak cepat habis.



Sumber: megapolitan.antaraneews.com

Gambar 6.12. SPBU, tempat kendaraan mengisi BBM

Minyak bumi dan gas alam termasuk sumber daya alam yang **tidak dapat diperbaharui**, karena proses pembentukannya memerlukan waktu yang sangat lama. Banyak sekali produk yang kita gunakan sehari-hari yang bahan mentahnya berasal dari minyak bumi dan gas alam yang dihasilkan melalui industri petrokimia.

Pada Modul 6 Unit 6.2 ini, Anda akan mempelajari proses pembentukan minyak bumi, penyulingan bertingkat minyak bumi, mutu bensin, dan produk kimia hasil industri petrokimia yang sangat akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Hasil belajar yang diharapkan dari unit ini adalah terbentuknya sikap menghemat energi atau penggunaan bahan bakar minyak (BBM) karena memahami pembentukan minyak bumi dan gas alam butuh waktu yang sangat lama, termasuk daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

A. Pembentukan Minyak Bumi

Minyak bumi disebut juga bahan bakar fosil karena berasal dari fosil hewan dan tumbuhan. Dalam bahasa Inggris minyak bumi disebut petroleum. Kata petroleum berasal dari **petro** artinya **batu**, dan **oleum** artinya **minyak**. Jadi, **petroleum** adalah **minyak batuan**. Minyak bumi atau petroleum memegang peranan penting dalam kehidupan kita, karena sampai saat ini minyak bumi masih merupakan sumber energi utama, disamping gas LPG. Pembentukan minyak bumi membutuhkan waktu yang sangat lama, oleh sebab itu minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Minyak bumi merupakan campuran berbagai senyawa hidrokarbon dan sedikit unsur lain, seperti oksigen, nitrogen, dan belerang, dan sangat sedikit komponen yang mengandung logam.

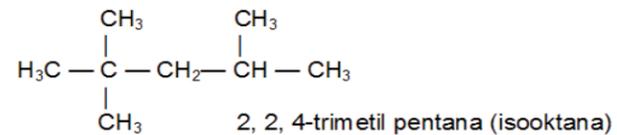
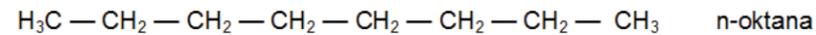
Minyak bumi Indonesia terkenal dengan kadar belerang sangat rendah dibandingkan minyak bumi Timur Tengah dengan kadar belerang dapat mencapai 2%. Berikut dibahas komponen minyak bumi, pembentukan dan penyulingan minyak bumi serta mutu bensin.

1. Komponen minyak bumi.

Minyak bumi mengandung berbagai senyawa hidrokarbon yaitu alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik.

a. Alkana (Golongan Alifatik)

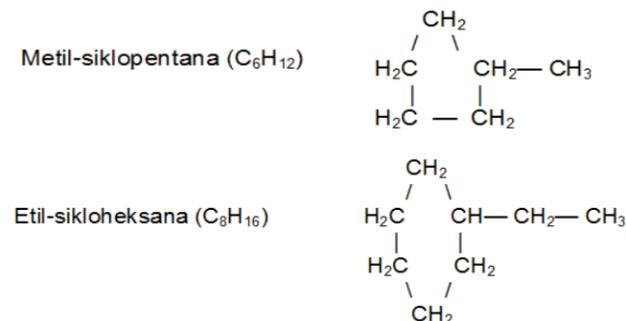
Alkana yang ditemukan dalam minyak bumi mulai dari yang paling sederhana, seperti metana (CH_4), etana (C_2H_6), dan propana (C_3H_8) sampai dengan alkana yang berantai panjang lurus dan bercabang. Contoh:



Alkana rantai lurus (normal-alkana) paling banyak terdapat (komponen utama) dalam minyak bumi. Sedangkan alkana rantai bercabang hanya sedikit terdapat dalam minyak bumi. Jumlah atom karbon dalam rantai bervariasi antara 1 hingga 78 atom karbon.

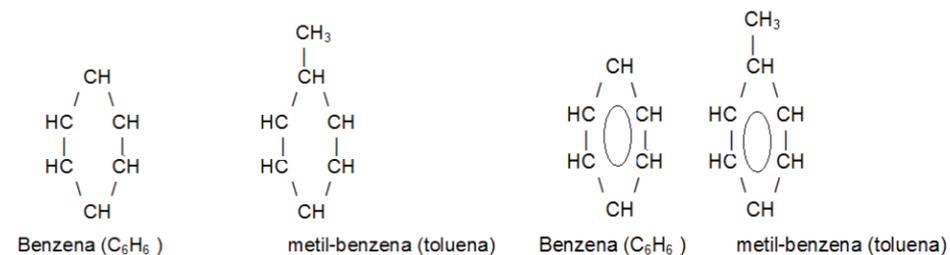
b. Sikloalkana (Golongan Alisiklik)

Sikloalkana merupakan komponen terbesar ke dua setelah golongan alkana alifatik. Sikloalkana adalah alkana yang mempunyai rantai tertutup atau siklik. Golongan sikloalkana yang ditemukan dalam minyak bumi adalah siklopentana dan sikloheksana, misalnya metil-siklopentana dan etil-sikloheksana.



c. Senyawa Aromatik

Senyawa aromatik yang terdapat dalam minyak bumi adalah benzena dan turunannya. Sangat sedikit senyawa aromatik ditemukan dalam minyak bumi.

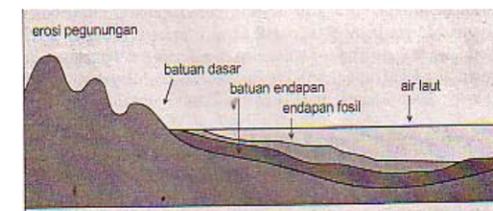


Disamping senyawa hidrokarbon, minyak bumi juga mengandung senyawa lain dalam jumlah yang sangat sedikit, yaitu senyawa belerang (0,1 - 7 %), senyawa nitrogen (0,01 - 0,9%), dan senyawa oksigen (0,06 - 0,4%). Komposisi senyawa

hidrokarbon dalam minyak bumi sangat bergantung pada tempat penemuannya. Ada minyak dengan kadar belerang rendah, ada yang mengandung hidrokarbon aromatik yang tinggi, dan sebagainya. Minyak Indonesia banyak mengandung senyawa aromatik tetapi kadar belerangnya sangat rendah.

2. Proses Pembentukan minyak bumi

Menurut salah satu teori yang umum dianut para ahli geologi, minyak bumi dan gas alam diduga terbentuk dari proses pelapukan jasad renik, baik hewan maupun tumbuhan yang terkubur dalam kerak bumi selama jutaan tahun. Terbentuknya minyak bumi memerlukan waktu yang sangat lama (jutaan tahun) maka minyak bumi tergolong sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Oleh sebab itu, penggunaan minyak bumi perlu dihemat agar tidak terjadi krisis energi. Proses pembentukan minyak bumi diperlihatkan pada Gambar 6.13 dan Gambar 6.14 berikut.

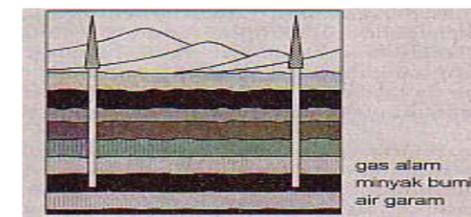


Gambar 6.13. Sel-sel dan jaringan hewan/tumbuhan laut mengendap di dasar laut



Gambar 6.14. Lapisan endapan fosil hewan dan tumbuhan laut

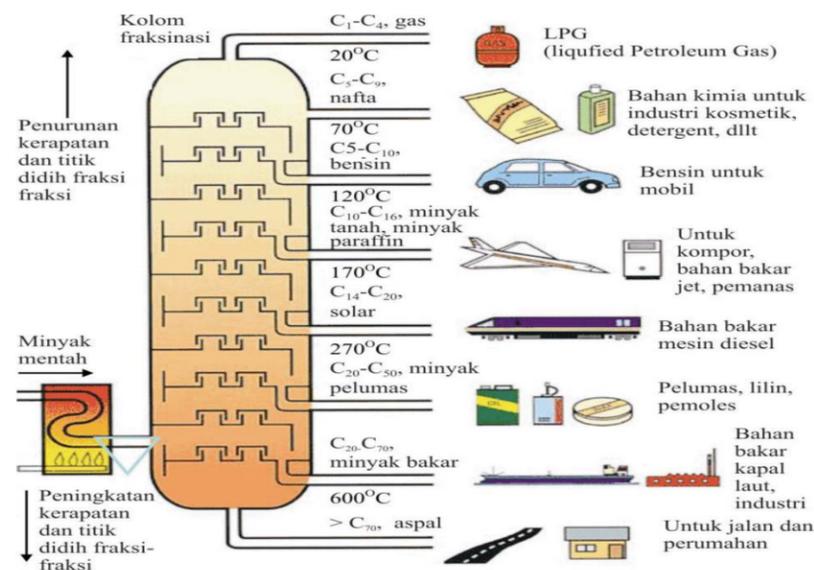
Gambar 6.14. menunjukkan lapisan endapan fosil hewan dan tumbuhan laut tertimbun oleh lapisan endapan tanah yang berasal dari erosi. Karena pengaruh besarnya tekanan dan suhu tinggi menyebabkan terjadinya proses penguraian endapan fosil hewan dan tumbuhan laut menjadi endapan minyak bumi. Minyak bumi yang terbentuk terkumpul dalam pori-pori batuan sedimen laut. Karena aksi kapiler, minyak bumi dapat bergerak perlahan-lahan keatas. Jika gerakan ini terhalang sesuatu, misalnya kesandung batuan yang tidak berpori maka terjadi akumulasi minyak dalam suatu perangkap yang disebut perangkap minyak (*oil trap*). Minyak bumi terperangkap pada kedudukan antiklinal mengambang diatas permukaan air garam, seperti terlihat pada Gambar 6.15.



Gambar 6.15. Perangkap Minyak

B. Penyulingan Minyak bumi

Minyak bumi yang baru keluar dari sumur pengeboran disebut minyak mentah (*crude oil*). Minyak mentah tidak dapat digunakan secara langsung karena masih merupakan campuran berbagai fraksi minyak bumi. Agar dapat digunakan, minyak mentah harus dipisahkan dulu menjadi fraksi-fraksinya. Pemisahan fraksi (komponen) minyak bumi dilakukan dengan distilasi (penyulingan) bertingkat berdasarkan perbedaan titik didih antar fraksi- fraksi pembentukannya. Makin besar massa molekul relatif senyawa makin tinggi titik didihnya. Proses distilasi dikerjakan dengan menggunakan kolom atau menara distilasi (Gambar 6.16.). Di dalam kolom terdapat pelat-pelat pada jarak tertentu yang mempunyai sejumlah "bubble caps". Pelat-pelat ini bertujuan untuk memudahkan pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi dengan titik didih tertentu.



Sumber: surabaya.proxsisgroup.com

Gambar 6.16. Penyulingan bertingkat minyak bumi

Gambar 6.16. menunjukkan proses penyulingan bertingkat minyak bumi dan fraksi yang dihasilkan sesuai dengan titik didihnya serta kegunaannya. Minyak mentah dipanaskan hingga suhu 350°C dan dipompakan ke dalam kolom distilasi. Fraksi yang memiliki titik didih rendah akan menguap, sedangkan fraksi yang titik didihnya tinggi akan mengembun dan mengalir ke bawah. Fraksi yang berupa uap tadi naik ke atas melewati "bubble caps" sementara suhu terus turun sehingga fraksi yang sukar mendidih akan mengembun, sedangkan yang masih berupa uap naik ke atas, dan seterusnya.

Fraksi yang keluar dari kolom distilasi yang berupa gas (tanpa mengalami pencairan) terutama terdiri dari metana (CH₄), etana (C₂H₆), propana (C₃H₈), iso-butana (C₄H₁₀), dan n-butana (C₄H₁₀) yang mempunyai titik didih rendah. Campuran gas ini mempunyai nilai kalori yang tinggi dan banyak digunakan sebagai bahan bakar dalam rumah tangga. Elpiji (LPG = *Liquefied Petroleum Gas*) adalah campuran gas yang dicairkan pada tekanan tinggi untuk memudahkan transportasi. Campuran Gas ini terutama terdiri dari propana, n-butana, dan isobutana.

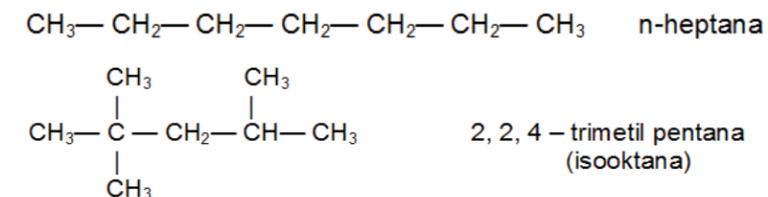
C. Mutu Bensin

Fraksi minyak bumi yang paling banyak digunakan adalah bensin terutama dalam bidang transportasi sebagai bahan bakar mesin kendaraan bermotor, seperti sepeda motor dan mobil. Untuk memperoleh bensin dalam jumlah banyak dilakukan dengan cara pemecahan fraksi-fraksi minyak bumi dengan jumlah atom C besar, seperti minyak tanah dan solar. Metode pemecahan fraksi-fraksi minyak bumi disebut proses perengkahan (*cracking*). Perengkahan dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi, yaitu 500 °C dan 25 atm. Komponen utama bensin adalah n-heptana (rantai lurus) dan isooktana (rantai bercabang).



Sumber: <https://id.wikipedia.org>

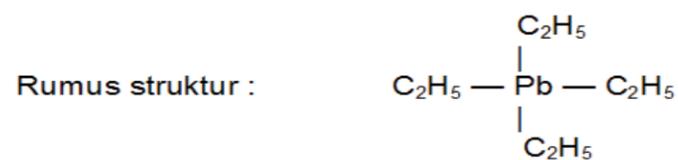
Gambar 6.17 Bensin dalam toples



Bensin yang diperoleh dari hasil penyulingan minyak bumi tidak dapat digunakan secara langsung dalam mesin kendaraan. Bensin perlu dicampur dengan bahan lain agar pembakaran dalam mesin motor memperoleh efisiensi yang tinggi. Bensin hasil penyulingan banyak mengandung hidrokarbon rantai lurus, akan terbakar sangat cepat sambil menimbulkan letupan/ketukan. Kalor hasil pembakaran bensin sangat besar tetapi hanya sedikit yang dapat diubah menjadi energi kinetik, sehingga tidak efisien. Hidrokarbon rantai bercabang mempunyai karakteristik anti-ketukan sehingga pembakarannya lebih efisien. Dua senyawa hidrokarbon yang dipilih sebagai bensin standar adalah n-heptana dan 2,2,4-trimetil pentana (isooktana).

Mutu (kualitas) bensin ditentukan berdasarkan perbandingan pembakarannya dengan bensin standar (campuran normal heptana dan isooktana). Mutu bensin dinyatakan dengan **bilangan oktan** atau **research octane number (RON)** yaitu angka yang menunjukkan banyaknya isooktana dalam bensin. Sebagai contoh campuran yang mengandung 80% isooktana dan 20 % n-heptana yang mempunyai angka oktan 80%. Makin besar angka oktan makin tinggi kualitas bensin tersebut. Angka oktan juga menunjukkan kekuatan tekanan atau kompresi bensin terhadap mesin. Semakin tinggi kadar oktan akan berdampak baik terhadap kinerja mesin. Bensin dengan angka oktan tinggi, maka residu atau kotoran sisa pembakaran pada mesin dapat diminimalisir.

Bensin yang banyak mengandung hidrokarbon rantai lurus sangat mudah terbakar sehingga menimbulkan ketukan (knocking). Ketukan ini terjadi karena pembakaran langsung bahan bakar dalam selinder mesin. Peristiwa ini menyebabkan kerasnya getaran mesin dan mesin menjadi sangat panas sehingga mudah rusak. Ketukan pada mesin tidak terjadi apabila alkana bercabang dibakar. Bensin yang diperoleh dari distilasi biasanya mempunyai angka oktan rendah. Untuk mempertinggi mutu bensin dapat ditambahkan zat anti ketukan, misalnya TEL (tetra ethyl lead) dengan rumus molekul: Pb (C₂H₅)₄.



Agar PbO hasil pembakaran tidak tertimbun dalam mesin, ditambahkan 1,2-dibrom etana ke dalam mesin sehingga pada pembakaran dihasilkan PbBr yang mudah menguap dan dibebaskan di udara. Akibat yang merugikan dari proses ini adalah terjadinya pencemaran udara oleh timbal (Pb) karena Pb termasuk logam berat. Zat anti ketukan yang lain adalah MTBE (Metil Tersier Butil Eter) dengan rumus molekul $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$.



Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal beberapa jenis bensin berdasarkan angka oktannya, yaitu: Premium memiliki bilangan oktan 88, Peralite memiliki bilangan oktan 90, Pertamina memiliki bilangan oktan 92, dan Pertamina Plus memiliki bilangan oktan 95. Keempat jenis bensin ini tentu sering Anda temukan di SPBU dengan harga yang berbeda.

Penugasan

Mengenal Jenis Bensin Premium, Peralite, Pertamina, dan Pertamina Plus

Bensin merupakan bahan bakar minyak yang paling banyak digunakan terutama dalam bidang transportasi sebagai bahan bakar mesin kendaraan bermotor, seperti sepeda motor dan mobil. Mutu bahan bakar bensin ditentukan oleh jumlah ketukan (*knocking*) yang ditimbulkan. Jumlah ketukan dinyatakan dengan nilai oktan. Semakin tinggi angka oktan maka mutu bensin semakin tinggi sehingga jumlah ketukan yang dihasilkan semakin sedikit. Untuk menentukan nilai oktan, ditetapkan dua jenis senyawa alkana sebagai pembanding, yaitu **isooktana dan n-heptana**. Suatu campuran yang terdiri 80% isooktana dan 20% n-heptana memiliki nilai oktan (RON) 80.

Bensin yang digunakan oleh kendaraan harus mempunyai angka oktan yang sesuai dengan kebutuhan angka oktan mesin kendaraan tersebut. Jika angka oktan lebih rendah dari kebutuhan angka oktan mesin kendaraan akan menyebabkan terjadinya ketukan pada mesin. Ketukan yang terjadi pada mesin akan menimbulkan bunyi yang tidak enak dan membuang energi bahan bakar sehingga terjadi pemborosan. Terjadinya ketukan pada mesin dalam waktu yang cukup lama akan menyebabkan piston, katup-katup dan busi terlalu panas (*overhead*), yang dapat memperpendek umur mesin. Dalam kehidupan sehari-hari dikenal beberapa jenis bensin, yaitu Premium, Peralite, Pertamina, dan Pertamina Plus dengan karakteristiknya (ciri khas) masing-masing. Apa perbedaan antara keempat jenis bensin tersebut?

Tujuan

Setelah mengerjakan tugas ini, Anda diharapkan mengenal jenis-jenis bensin dan bersikap bijak dalam memilih bahan bakar minyak (bensin)



Media

Modul, berita koran, dan internet



Langkah-Langkah

1. Menelusuri informasi melalui berbagai media tentang jenis-jenis bensin, yaitu Premium, Peralite, Pertamina, dan Pertamina Plus.
2. Membandingkan karakteristik (ciri khas) bensin Premium, Peralite, Pertamina, dan Pertamina Plus ditinjau dari segi teknologi (RON dan ketukan yang dihasilkan), ekonomi (harga), polusi yang dihasilkan, pembuatan, dan wujudnya.
3. Menyimpulkan jenis bensin yang baik dan sesuai untuk kendaraan Anda.

Lembar Kerja: Mengenal Jenis Bensin

No	Jenis bensin	Menjelaskan karakteristik bensin dari segi teknologi, ekonomi, polusi yang dihasilkan, pembuatan, dan wujudnya	Skor
1.	Premium		
2.	Peralite		
3.	Pertamax		
4.	Pertamax Plus		
Skor maksimum			

Soal Latihan

A. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan tepat!

1. Mengapa bahan bakar bensin harus mengandung lebih banyak alkana rantai bercabang?
2. Bensin digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Tuliskan reaksi pembakaran sempurna yang terjadi pada kendaraan itu!
3. Bagaimana cara Anda mengetahui terjadi pembakaran bahan bakar tidak sempurna?
4. Mengapa pembakaran tidak sempurna berbahaya bagi kita?
5. Jelas fraksi-fraksi hasil penyulingan minyak bumi dan kegunaannya!

B. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Komponen utama minyak bumi adalah
 - A. alkana dan sikloalkana
 - B. benzena dan turunannya
 - C. hidrokarbon aromatik

- D. sikloalkana
E. alkana rantai terbuka
2. Alkana rantai lurus yang terkandung dalam bensin adalah
A. n-butana
B. n-pentana
C. n-heksana
D. n-heptana
E. n-oktana
3. Data hasil penyulingan bertingkat minyak bumi, diperoleh data sebagai berikut.

No.	Banyak atom C	Titik didih (°C)
1.	C ₁ – C ₄	< 40
2.	C ₅ – C ₁₀	40 – 180
3.	C ₁₁ – C ₁₂	160 – 250
4.	C ₁₃ – C ₂₅	220 – 350
5.	C ₂₆ – C ₂₈	> 350

Fraksi nomor 3 digunakan untuk....

- A. bahan bakar diesel
B. bahan bakar kendaraan bermotor
C. bahan bakar kompor minyak tanah
D. bahan bakar pembuatan plastik
E. bahan bakar pembuatan lilin
4. Bensin premium mempunyai bilangan oktan 80, berarti bensin tersebut mengandung:
A. 80% heptana dan 20% butana
B. 80% isooktana dan 20% butana
C. 80% butana dan 20% isooktana
D. 80% normal heptana dan 20% isooktana
E. 80% isooktana dan 20% normal heptana
5. Dari distilasi bertingkat minyak bumi diperoleh data sebagai berikut.
i. Pemanasan pada suhu 85° - 200° menghasilkan bensin
ii. Pemanasan pada suhu 200° - 300° menghasilkan minyak tanah (kerosin)
iii. Pemanasan pada suhu 300° - 400° menghasilkan solar
- Urutan fraksi minyak bumi yang memiliki jumlah atom karbon (C) dari terkecil ke terbesar adalah
A. bensin – minyak tanah – solar
B. bensin – solar – minyak tanah
C. minyak tanah – bensin – solar
D. solar – bensin – minyak tanah
E. solar – minyak tanah – bensin

Unit 6.3

Dampak Pembakaran Bahan Bakar Terhadap Lingkungan

Saat berada di jalan raya yang ramai dengan kendaraan, sering kita merasa kurang nyaman serasa sulit bernafas, mual, sedikit pusing karena asap yang keluar dari kendaraan bermotor, seperti terlihat pada Gambar....Asap buang kendaraan bermotor. Tahukah Anda, gas apa yang terkandung dalam asap yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor?



Sumber: www.liputan6.com

Kandungan utama bahan bakar minyak adalah hidrokarbon, serta sedikit senyawa belerang, nitrogen dan oksigen. Pembakaran sempurna hidrokarbon dalam minyak bumi menghasilkan karbon dioksida dan uap air. Sedangkan pembakaran tidak sempurna menghasilkan partikel padat yang dikenal dengan asap dan berisi butiran-butiran halus dari karbon (jelaga), karbon monoksida, karbon dioksida, dan uap air.



Sumber: planospace.blogspot.com

Gambar 6.18. Gas buang kendaraan bermotor

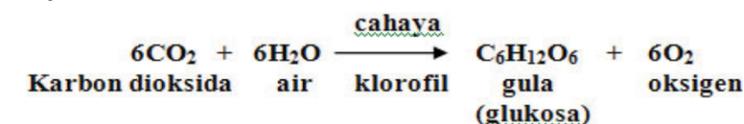
Bensin termasuk senyawa hidrokarbon (bahan bakar fosil), merupakan salah satu fraksi minyak bumi yang kandungan utamanya adalah isooktana (C₈H₁₈). Pembakaran bensin dalam mesin kendaraan bermotor menghasilkan energi untuk bergerak dan gas-gas, antara lain karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen oksida (NO_x). Zat-zat tersebut dapat menimbulkan pencemaran udara. Berikut ini dibahas zat-zat pencemar udara.

a. Karbon Dioksida (CO₂)

Pada pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon terbentuk karbon dioksida dan uap air serta energi. Pembakaran sempurna pada bensin dalam mesin kendaraan bermotor menghasilkan CO₂ (gas) dan uap air serta sejumlah energi. Reaksi:

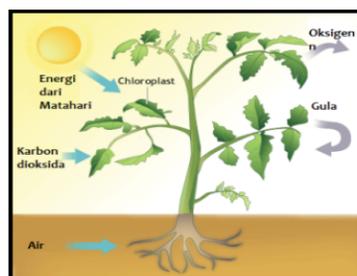
$$2 \text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l}) + 25 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 16 \text{CO}_2 (\text{g}) + 18 \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \quad \Delta H = - 5.460 \text{ kJ}$$

Karbon dioksida berasal dari pembakaran sempurna hidrokarbon yang merupakan fraksi minyak bumi dan gas alam. Karbon dioksida dan gas-gas lain secara alami menghangatkan permukaan bumi dengan memerangkap panas matahari di atmosfer. Ini membuat bumi layak dihuni. Dalam batas tertentu, gas karbon dioksida hasil pembakaran bahan bakar fosil tidak berbahaya bagi manusia karena CO₂ dapat diserap oleh laut dan tumbuh-tumbuhan dan pohon. Pada fotosintesis, karbon dioksida dan air diambil dari udara diubah menjadi karbohidrat (gula) dan oksigen dengan bantuan foton dari cahaya matahari yang diserap oleh klorofil. Pada fotosintesis dihasilkan oksigen yang diperlukan manusia untuk bernafas. Jadi fotosintesis merupakan suatu proses pembentukan atau penyusunan senyawa kompleks dari senyawa sederhana. Perhatikan reaksi fotosintesis berikut ini.



Dari reaksi di atas, dapat diketahui syarat-syarat terjadinya fotosintesis, yaitu:

1. Air (H_2O), diambil dari dalam tanah oleh akar dan diangkut ke daun melalui pembuluh kayu (xilem)
2. Energy foton dari cahaya matahari
3. Karbon dioksida (CO_2), diambil oleh tumbuhan dari udara bebas melalui stomata (mulut daun).
4. Klorofil (zat hijau daun), sebagai penerima energi dari cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis.



Sumber: dosenbiologi.com

Gambar 6.19. Fotosintesis

Karbon dioksida adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau serta larut dalam air. Ketika CO_2 dihirup pada konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi CO_2 di atmosfer, akan terasa asam di mulut, mengengat di hidung dan tenggorokan. Gas CO_2 merupakan salah satu komponen gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global.

Peningkatan kadar CO_2 di udara seiring dengan bertambahnya kendaraan bermotor dan industri yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak bumi dan gas alam serta batubara) dan perilaku manusia yang menebang pohon-pohon di hutan. Emisi CO_2 adalah pemancaran atau pelepasan gas karbon dioksida (CO_2) ke udara atau atmosfer. Keberadaan gas CO_2 yang berlebihan di udara tidak berakibat langsung terhadap manusia. Akan tetapi emisi CO_2 menyebabkan kadar gas rumah kaca di atmosfer meningkat, sehingga terjadi peningkatan efek rumah kaca dan pemanasan global.

Efek rumah kaca adalah suatu peristiwa di alam dimana sinar matahari dapat menembus atap kaca, tetapi sinar infra merah yang dipantulkan tidak bisa menembusnya. Sinar matahari yang tidak bisa keluar itu tetap terperangkap di dalam rumah kaca dan mengakibatkan suhu di dalam rumah kaca meningkat. Seperti itu pula karbon dioksida di udara, CO_2 dapat dilewati sinar ultraungu dan sinar tampak, tetapi menahan sinar inframerah yang dipantulkan dari bumi. Akibatnya suhu dipermukaan bumi naik jika kadar CO_2 di udara naik. Kenaikan suhu global dapat mencairkan sungkup es di kutub. Akibat selanjutnya adalah terjadi perubahan iklim dan kenaikan permukaan laut sehingga dapat membanjiri kota-kota pantai di seluruh dunia. Berikut ini diberikan ilustrasi efek rumah kaca, perhatikan Gambar 6.20.



Sumber: galangadityaa.blogspot.com

Gambar 6.20. Efek Rumah Kaca

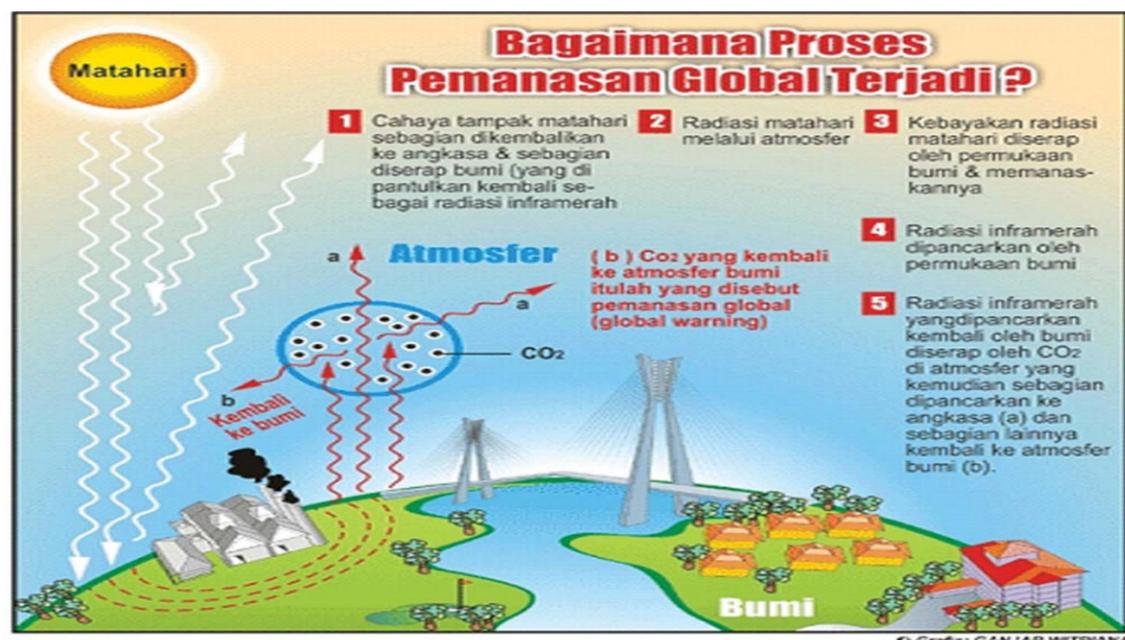
Efek rumah kaca, pertama kali ditemukan oleh Joseph Fourier pada tahun 1824, merupakan sebuah proses di mana atmosfer memanaskan sebuah planet. Segala sumber energi yang terdapat di bumi berasal dari matahari, sebagian besar energi tersebut berbentuk radiasi gelombang pendek, termasuk cahaya tampak. Ketika energi ini tiba di permukaan bumi, akan berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan bumi. Permukaan bumi, akan menyerap sebagian panas dan memantulkan kembali sisanya. Sebagian dari panas ini berwujud radiasi infra merah gelombang panjang ke angkasa luar. Namun sebagian panas tetap terperangkap di atmosfer bumi akibat menumpuknya gas rumah kaca, antara lain: uap air, karbon dioksida (CO_2), sulfur dioksida (SO_2) dan metana (CH_4) yang menjadi perangkap gelombang radiasi ini. Gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan bumi dan akibatnya panas tersebut akan tersimpan di permukaan bumi. Keadaan ini terjadi terus menerus sehingga mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat. Gas-gas tersebut berfungsi sebagaimana gas dalam rumah kaca. Dengan semakin meningkatnya konsentrasi gas-gas ini di atmosfer, semakin banyak panas yang terperangkap di bawahnya. Energi yang masuk ke bumi akan mengalami 25% dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer 25% diserap awan 45% diadsorpsi permukaan bumi 5% dipantulkan kembali oleh permukaan bumi. Proses efek rumah kaca berawal dari sinar matahari yang menembus lapisan udara (atmosfer) dan memanasi permukaan bumi. Permukaan bumi yang menjadi panas menghangatkan udara yang tepat di atasnya. Karena menjadi ringan, udara panas tersebut naik dan posisinya digantikan oleh udara sejuk. Tanpa efek rumah kaca maka bagian bumi yang tidak terkena sinar matahari akan menjadi sangat dingin seperti di dalam freezer lemari es ($-18^\circ C$). Mekanisme yang sebenarnya menguntungkan kehidupan di bumi. Namun hal ini berbalik menjadi ancaman tatkala manusia memasuki era industrialisasi (abad ke-18). Untuk menunjang proses industri, manusia mulai melakukan pembakaran batu bara, minyak dan gas bumi untuk menghasilkan bahan bakar dan listrik. Efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpa efek rumah kaca, planet ini akan menjadi sangat dingin. Dengan suhu rata-rata sebesar $15^\circ C$ ($59^\circ F$), bumi sebenarnya telah lebih panas $33^\circ C$ ($59^\circ F$) dari suhunya semula, jika tidak ada efek rumah kaca suhu bumi hanya $-18^\circ C$ sehingga es akan menutupi seluruh permukaan bumi. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer, akan mengakibatkan pemanasan global.

Pemanasan global adalah kejadian meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi. Pada saat ini, bumi menghadapi pemanasan yang cepat, yang oleh para ilmuwan dianggap disebabkan aktifitas manusia. Penyebab utama pemanasan ini adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, gas alam dan batubara yang melepas karbon dioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer. Diperkirakan, setiap tahun dilepaskan 18,35 miliar ton karbon dioksida atau 18.350.000.000.000 kg karbon dioksida (CO_2).

Emisi kendaraan bermotor menyebabkan konsentrasi CO_2 di atmosfer meningkat drastis hingga malampai kemampuan tumbuhan dan laut untuk mengabsorbsinya. Dalam keadaan normal, energi sinar matahari yang masuk ke bumi dipantulkan kembali ke angkasa dalam bentuk radiasi inframerah. Karena konsentrasi CO_2 saat ini begitu besar di atmosfer sehingga pantulan inframerah tersebut di radiasikan kembali ke bumi. Efeknya, terjadi peningkatan suhu

bumi secara global yang memicu terjadinya efek rumah kaca yang kini menjadi isu utama di dunia yaitu *Global Warming*.

Karbon dioksida yang ada di udara dapat dilewati oleh sinar ultraviolet dan sinar tampak, tetapi menahan sinar inframerah. Akibatnya, temperatur di permukaan bumi makin panas jika kadar karbon dioksida makin tinggi. Akibat kenaikan itu juga dapat menyebabkan permukaan air laut naik sehingga pantai dapat terendam air laut.



Sumber: hikmatunnafisah.wordpress.com

Gambar 6.21. Proses terjadinya pemanasan global

Faktor-faktor yang menyebabkan gas karbon dioksida meningkat yaitu asap kendaraan bermotor, asap pabrik, kebakaran hutan, dan lain sebagainya. Karbon dioksida dapat meningkat karena banyaknya orang yang menebang pohon secara liar demi untuk membangun bangunan dan secara tidak sadar tumbuhan hijau di sekitar kita kini semakin berkurang. Padahal pohon sangatlah berperan dalam global warming, karena pohon akan menyerap karbon dioksida dan menghasilkan banyak oksigen. Untuk bukti cobalah pada siang hari anda berteduh di bawah pohon dan di bawah tenda atau di warung yang tidak ada tumbuhan hijau. Pasti anda akan terasa lebih sejuk dan adem ketika anda berada di tenda atau warung yang tidak ada pohon di sekitarnya. Itu semua terjadi karena pohon memproduksi oksigen dan menyerap karbon dioksida.

Hasil pembakaran bahan bakar tersebut menghasilkan unsur CO dan CO₂ yang menumpuk di udara dan akan menghasilkan efek seperti rumah kaca terhadap cahaya matahari yang akan masuk ke bumi. Bumi seolah-olah dilapisi oleh kedua gas tadi yang mengakibatkan bumi terasa lebih panas dari biasanya.

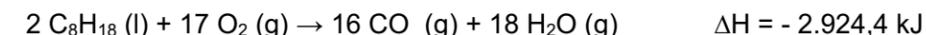
Global warming adalah masalah yang timbul terutama akibat terlalu banyak gas rumah kaca di atmosfer, sehingga gas ini menyelimuti bumi dan memantulkan radiasi panas kembali

ke permukaan bumi. Kehadiran gas rumah kaca di atmosfer menjadi terlalu berlebih karena adanya pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, gas dan minyak bumi atau pembukaan lahan dan pembakaran hutan.

Oleh karena itu marilah kita selamatkan bumi kita dari global warming dengan cara tanamlah pohon-pohon di sekitar lingkungan anda, dan saran saya untuk warga yang berada di tepi jalan untuk menanam pohon agar karbon dioksida yang di hasilkan kendaraan bermotor dapat berkurang. Karena pohon itu pabrik penghasil oksigen.

b. Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak mengiritasi. Namun, karbon monoksida mudah terbakar dan sangat beracun serta dapat menimbulkan rasa sakit pada mata, saluran pernafasan dan paru-paru. Karbon monoksida berasal dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar berupa senyawa hidrokarbon dalam mesin kendaraan bermotor akibat kurang oksigen. Pembakaran bahan bakar dalam mesin kendaraan bermotor tidak ada yang 100% sempurna. Pada pembakaran tidak sempurna senyawa hidrokarbon terbentuk karbon monoksida dan uap air. Sebagai contoh pembakaran bensin (C₈H₁₈) dalam mesin kendaraan mengikuti reaksi berikut.



Pembakaran bensin tidak sempurna menghasilkan CO dan uap air. Gas buang hasil pembakaran bensin dari kendaraan bermotor mengandung 10.000 sampai 40.000 ppm CO. Gas buang yang keluar dari knalpot kendaraan mengandung gas CO yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan mencemari udara. Pembakaran tidak sempurna juga menghasilkan kalor lebih sedikit dari pada pembakaran yang berlangsung secara sempurna. Jadi, pembakaran yang tidak sempurna mengurangi efisiensi bahan bakar.

Berikut ini dibahas bahaya gas CO bagi kesehatan, gejala keracunan gas CO, pertolongan pertama pada korban keracunan gas CO, tips untuk mencegah keracunan gas CO, dan sekilas tentang kematian akibat keracunan karbon monoksida.

1. Bahaya gas CO bagi kesehatan

Ketika seseorang menghirup gas CO, maka gas tersebut akan masuk ke sistem peredaran darah dan mengikat hemoglobin dalam darah menggantikan posisi oksigen. Hemoglobin lebih mudah berikatan dengan gas CO dibandingkan dengan oksigen. Gas CO akhirnya mudah masuk ke dalam jantung, otak dan organ vital penunjang kehidupan manusia lainnya. Gas ini sifatnya sangat beracun bagi tubuh manusia, sehingga akibatnya bisa fatal. Ikatan CO dan Hb dalam darah akan membentuk karboksi hemoglobin. Hal ini dapat menyebabkan dua hal:

- Oksigen akan kalah bersaing dengan karbon monoksida sehingga kadar oksigen dalam darah akan menurun drastis. Seperti kita ketahui bahwa oksigen diperlukan dalam proses metabolisme tubuh sel, jaringan dan organ dalam tubuh manusia. Dengan keberadaan CO di dalam darah, maka akan menghambat metabolisme dalam tubuh manusia.
- Gas CO akan menghambat terjadinya proses respirasi atau oksidasi sitokrom. Hal ini akan mengakibatkan pembentukan energi tidak maksimal. Karbon monoksida akan berikatan langsung dengan sel otot jantung dan sel tulang. Akibatnya terjadi keracunan CO pada sel tersebut dan merembet pada sistem saraf manusia.

Jika seseorang mengalami paparan gas CO 1.000 ppm selama beberapa menit akan menimbulkan kejenuhan karboksi haemoglobin. Akibatnya orang tersebut akan merasa sesak dan pingsan. Jika ditambah beberapa menit lagi dapat mengakibatkan kematian.

2. Gejala keracunan gas CO

Paparan gas CO dalam jumlah besar akan menimbulkan gejala keracunan, seperti sakit kepala, rasa mual dan muntah. Gejala ini akan bertambah dengan rasa lelah, mengeluarkan keringat cukup banyak, pola pernafasan menjadi cepat dan pendek, adanya rasa gugup dan berkurangnya fungsi penglihatan. Puncak dari gejala ini adalah berkurangnya kesadaran hingga pingsan yang sebelumnya ditandai dengan sakit dada yang sangat mendadak. Jika terjadi nyeri dada, maka CO sudah berada di jantung. Banyak kasus kematian akibat keracunan gas CO ini terjadi karena kesulitan bernafas dan edema paru yang disebabkan adanya kekurangan oksigen pada level sel, dimana sel tidak mendapatkan cukup oksigen dari darah karena hemoglobin mengikat gas CO.

3. Pertolongan pertama pada korban keracunan gas CO

Jika seseorang mengalami keracunan gas CO, maka pertolongan pertama yang dapat dilakukan adalah membawa korban ke tempat terbuka dan banyak tumbuhan hijau serta jauhkan dari korban sumber gas CO. Longgarkan pakaian korban supaya lebih mudah bernafas. Jika memiliki oksigen murni, bisa diberikan kepada korban. Pastikan korban keracunan masih bernafas dengan menyentuh hidung, denyut jantung dan nadi. Setelah korban siuman, pastikan dalam keadaan tenang karena jika korban terlalu banyak bergerak maka kebutuhan oksigen akan meningkat dan ia akan pingsan kembali. Setelah itu segera bawa korban ke rumah sakit untuk mendapatkan perawatan lebih lanjut.

4. Tips mencegah keracunan gas CO

Sangat sulit untuk mencegah masuknya karbon monoksida dalam tubuh karena sifat gas CO yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak menyebabkan gejala apa-apa pada paru-paru pada awalnya. Namun sebenarnya gas CO bisa diminimalisir, supaya tidak terjadi keracunan dengan cara memeriksa secara berkala semua saluran yang berhubungan dengan pembakaran dimana ventilasi harus menghadap keluar rumah dan tidak tersumbat. Saluran yang dimaksud seperti mesin pemanas air, genset dan lain-lain. Selain itu, untuk anda yang memiliki mobil, harus memeriksa sistem AC mobil dan mewaspadai kemungkinan kebocoran. Hindari juga menyalakan mobil di dalam garasi yang tertutup rapat.

5. Sekilas tentang kematian akibat keracunan karbon monoksida

Kematian yang terjadi akibat keracunan gas CO adalah semacam kematian yang tidak disadari. Gejala keracunan gas CO juga dianggap "menyenangkan" karena korban merasa rileks dan berhalusinasi, mirip seperti penggunaan narkoba. Korban keracunan sangat jarang bisa menyelamatkan diri dari kondisi yang penuh dengan gas CO. Bahkan kematian yang diakibatkan oleh keracunan gas CO dianggap sebagai "mati indah". Gas CO adalah kompetitor dari Hemoglobin Oksida (HbO) yang mengikat oksigen. Saat gas CO dihirup berlebihan, maka gas tersebut akan terikat kuat dengan hemoglobin dan menghalangi ikatan hemoglobin dengan oksigen. Inilah awal dari keracunan karbon monoksida.

Jika gas CO terhirup masuk ke dalam paru-paru maka gas CO akan beredar dalam tubuh bersamaan dengan darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan tubuh. Gas CO bereaksi dengan hemoglobin dalam darah membentuk karboksihemoglobin (COHb) lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah sehingga menghalangi darah membawa oksigen ke seluruh tubuh, maka tubuh kekurangan oksigen yang dapat menimbulkan kematian yang diawali rasa lemas. Ambang batas karbon monoksida di udara

adalah 20 ppm. Jika lebih dari 100 ppm, dapat menimbulkan sakit kepala dan gangguan pernapasan. Lebih besar dari 100 ppm dapat menyebabkan kematian.

c. Oksida belerang

Dampak pembakaran bahan bakar dalam mesin kendaraan bermotor, selain menghasilkan gas CO dan CO₂, juga dapat menghasilkan gas belerang dioksida (SO₂) karena di dalam minyak bumi terdapat senyawa belerang. Disamping itu, pembakaran bahan bakar juga menghasilkan gas oksida nitrogen (NO_x) karena udara sebagai sumber oksigen yang digunakan untuk membakar bahan bakar (bensin) dalam mesin mengandung gas nitrogen.

Gas belerang dioksida (SO₂) mempunyai sifat tidak berwarna, tetapi berbau sangat menyengat dan dapat menyesak napas meskipun dalam kadar rendah. Gas SO₂ di atmosfer berasal dari hasil pembakaran belerang yang terlarut dalam bahan bakar minyak bumi dan batubara serta dari pembakaran belerang yang terkandung dalam bijih logam yang diproses pada industri pertambangan. Penyebab terbesar berlebihnya kadar oksida belerang di udara adalah pada pembakaran batu bara. Akibat yang ditimbulkan oleh berlebihnya oksida belerang memang tidak secara langsung dirasakan oleh manusia, akan tetapi menyebabkan terjadinya hujan asam. Proses terjadinya hujan asam dapat dijelaskan dengan reaksi berikut.

- Pembentukan asam sulfat di udara lembab
$$\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$$
- Gas SO₂ dapat bereaksi dengan oksigen diudara
$$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$$
- Gas SO₃ mudah larut dalam air, di udara lembab membentuk asam sulfat yang lebih berbahaya dari pada SO₂ dan H₂SO₃
$$\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$$

Oksidasi SO₂ menyebabkan terbentuknya SO₃ dan bila bereaksi dengan uap air akan terbentuk asam sulfat (H₂SO₄) yang menyebabkan hujan asam yang memiliki pH<5, sehingga menyebabkan sangat korosif terhadap logam, kerusakan bangunan yang terbuat dari batu pualam dan mudarnya cat-cat pada lukisan serta berbahaya bagi kesehatan. Jika gas tersebut terserap ke dalam alat pernapasan masuk ke paru-paru akan bereaksi dengan air membentuk asam sulfat dan asam sulfat yang sangat berbahaya bagi kesehatan pernapasan, khususnya paru-paru. Udara yang mengandung SO₂ dalam kadar cukup tinggi dapat menyebabkan radang paru-paru dan tenggorokan pada manusia serta klorosis (kepuatan) pada daun-daun.

d. Nitrogen oksida (NO_x)

Emisi NO_x (Nitrogen oksida) adalah pelepasan gas NO_x (campuran gas NO dan NO₂) ke udara. Keberadaan gas NO_x di udara berasal dari kegiatan manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil dan kegiatan mikroorganisme yang mengurai zat organik. Di udara, sebagian gas NO_x berubah menjadi asam nitrat (HNO₃) yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam sehingga tanah dan perairan (danau dan sungai) menjadi asam. Gambar.... Untuk pertanian dan hutan, dengan asamnya tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman produksi. Untuk perairan, hujan asam menyebabkan terganggunya makhluk hidup di dalamnya. Selain itu hujan asam secara langsung menyebabkan rusaknya bangunan (karat, lapuk).

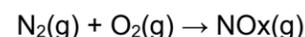


Sumber: serbapaham.blogspot.com

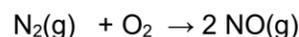
Gambar 6.22. Proses terjadinya hujan asam

Jadi, hujan asam disebabkan oleh reaksi kimia antara NO dan SO₂ yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Gas SO₂ yang terdapat pada emisi gas buang kendaraan bermotor biasanya disebabkan karena adanya belerang (sulfur) yang terkandung dalam bahan bakar fosil walaupun kadarnya rendah. Konsentrasi asam di atmosfer yang terlalu tinggi akan mengubah keseimbangan pH air hujan sehingga menyebabkan kerusakan pada kehidupan tumbuhan, kerusakan struktur bangunan, kerusakan tanah, korosi, dan lain-lain.

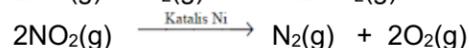
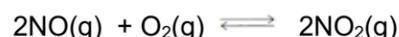
Gas NO memiliki sifat tidak berwarna, pada konsentrasi tinggi dapat menimbulkan keracunan. Gas NO₂ merupakan gas beracun, berwarna merah coklat, dan berbau seperti asam nitrat yang sangat menyengat dan merangsang. Gas oksida nitrogen dalam kadar tinggi dapat menyebabkan iritasi pada mata sehingga menyebabkan mata perih dan merah. Sumber utama oksida nitrogen adalah pembakaran bahan bakar dalam industri dan kendaraan bermotor. Pada suhu tinggi, di dalam mesin kendaraan bermotor dapat terjadi reaksi antara nitrogen dan oksigen.



Sekitar 10% dari gas NO yang dihasilkan, teroksidasi lebih lanjut membentuk NO₂. Campuran NO dan NO₂ sebagai pencemar udara biasa ditandai dengan lambang NO_x. NO_x di udara tidak beracun secara langsung pada manusia, tetapi NO_x ini bereaksi dengan bahan-bahan pencemar lain dan menimbulkan fenomena kabut asap atau smog. Kabut asap ini mengakibatkan mata perih, nafas sesak dan tanaman layu. Kabut asap adalah campuran rumit yang terdiri dari berbagai gas dan partikel-partikel zat cair dan zat padat. Keberadaan gas nitrogen monoksida di udara disebabkan karena gas nitrogen ikut terbakar bersama dengan oksigen, yang terjadi pada suhu tinggi. Reaksinya adalah:



Pada saat kontak dengan udara, gas NO akan membentuk gas NO₂ dengan reaksi



Keberadaan gas NO₂ di udara lebih dari 1 ppm dapat menyebabkan terbentuknya zat yang bersifat karsinogen atau penyebab terjadinya kanker. Jika menghirup gas NO₂ dalam kadar 20 ppm dapat menyebabkan kematian. Sebagai pencegahan maka di pabrik atau motor,

bagian pembuangan asap ditambahkan katalis logam nikel yang berfungsi sebagai konverter. Prinsip kerjanya adalah mengubah gas buang yang mencemari menjadi gas yang tidak berbahaya bagi lingkungan maupun kesehatan manusia.

Penugasan 1

Menelusuri data dan informasi tentang tingkat pencemaran udara di kawasan industri, terminal atau tempat lainnya.

Tujuan

Setelah mengerjakan tugas ini, Anda diharapkan mampu:

1. Menjelaskan gas-gas yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan bermotor menyebabkan polusi udara,
2. Menjelaskan dampak polusi udara terhadap kesehatan manusia, penyakit yang dapat ditimbulkan,
3. Mengemukakan pendapat bagaimana mengurangi polusi udara, dan
4. Membiasakan diri menggunakan masker untuk mengurangi terpaparnya polusi udara.

Media

<https://news.okezone.com/read/2017/08/26/338/1763545/duh-polusi-udara-di-jakarta-sudah-kian-memprihatinkan>

Duh! Polusi Udara di Jakarta Sudah Kian Memprihatinkan

JAKARTA - Kaum urban yang tinggal di kota-kota besar seperti Jakarta berpotensi terpapar polusi. Buruknya kualitas udara harus diwaspadai karena dapat berdampak pada kesehatan tubuh yang berisiko pada kematian.

Tak dimungkiri, udara perkotaan jauh dari kata bersih. Emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai salah satu sumber polusi udara terbesar sangat berpotensi membahayakan kesehatan karena memicu munculnya berbagai penyakit kronis. Data WHO 2016 menempatkan Jakarta dan Bandung dalam sepuluh kota dengan pencemaran udara terburuk di Asia Tenggara.

“Polusi udara bersumber dari komponen gas dan partikel. Gas bersifat afiksia seperti CO₂, misalnya, begitu terhirup akan berikatan dengan darah sehingga kadar oksigen berkurang,” kata Agus Dwi Susanto, ahli paru dari Divisi Paru Kerja dan Lingkungan Departemen Pulmonologi FKUI-RS Persahabatan.

Alhasil, banyak dari kaum urban, terutama mereka yang memiliki mobilitas tinggi, sangat mudah terkena sakit kepala dan iritasi pada saluran pernapasan. Yang lebih mencemaskan adalah dampak jangka panjang yang ditimbulkan.

Terpapar polusi udara secara terus-menerus akan menyebabkan penyakit kronis mulai dari kanker paru, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), jantung, stroke, hingga kematian dini. Berdasarkan data 2013, tercatat 5,5 juta kematian di dunia berhubungan dengan polusi udara.

Sementara, data Greenpeace Indonesia menyebutkan, pada semester pertama 2016, tingkat polusi udara Jakarta sangat mengkhawatirkan yaitu berada pada level 4,5 kali dari ambang batas yang ditetapkan World Health Organization (WHO), dan tiga kali lebih besar dari standar yang ditetapkan Pemerintah Indonesia.

Buruknya kualitas udara di Jakarta dapat terlihat dari Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yang angkanya lebih dari 100. Seperti diketahui, ISPU adalah laporan kualitas udara kepada masyarakat yang menerangkan seberapa bersih atau tercemarnya kualitas udara dan bagaimana dampaknya terhadap kesehatan setelah menghirup udara tersebut selama beberapa jam/hari/bulan.

Udara perkotaan tergolong baik bila memiliki angka ISPU 0- 50 (hijau), sedangkan pada angka 51-100 (biru), tidak sehat pada angka 101-199 (kuning), sangat tidak sehat pada 200-299 (merah), dan berbahaya pada angka di atas 300 (hitam).

Kualitas udara Jakarta masuk dalam kondisi ISPU sehat hanya 70-80 hari saja dalam setahun. Sementara pada hari kerja mulai Senin hingga Jumat, ISPU Jakarta tergolong tak sehat. "ISPU di Jakarta mengkhawatirkan. Bahkan, di Asia Tenggara, Jakarta menempati posisi keempat sebagai kota paling berpolusi. Disusul dengan Bandung di nomor lima," katanya.

Dokter Umum RS Persada Medika Irwan Heriyanto menjelaskan, penyakit yang paling sering terjadi karena paparan polusi adalah masalah infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan gangguan kesehatan mata. Sedangkan bagi ibu hamil, bisa berdampak buruk pada janin. "Semakin banyak polusi yang diterpa tubuh, maka risiko perusakan kesehatan tubuh pun semakin tinggi," katanya. Lebih jauh, partikel berbahaya yang terhirup tubuh dapat menimbulkan radang pada pembuluh darah. Jika dibiarkan menumpuk, bisa terjadi penyempitan pembuluh darah. Hal ini berdampak pada kurangnya oksigen yang mengalir ke tubuh. Akibatnya, jantung dan otak yang seharusnya mendapatkan oksigen sebagai makanannya harus kekurangan pasokan.

Kondisi ini bisa berisiko penyakit jantung koroner dan stroke karena oksigen tidak lagi menyuplai ke beberapa organ yang membutuhkan. Salah satu upaya untuk meminimalisasi polusi udara adalah penggunaan alat pelindung diri seperti masker. Sebab masker memiliki kelebihan filtrasi sehingga mampu melindungi diri paparan polusi udara dalam dosis besar.

"Penggunaan masker dipercaya dapat menekan angka terpaparnya polusi udara sebanyak 20 persen," kata Irwan. Penggunaan masker merupakan upaya pencegahan primer untuk melindungi diri dari polutan yang dapat menurunkan kondisi kesehatan tubuh seseorang. Namun, penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan.

Berangkat kerja lebih pagi, tidak berolah raga pada siang hari karena paparan polusi sedang tinggi, dan seminggu sekali menghirup udara sehat dengan pergi keluar kota. Selain upaya pencegahan primer di atas, pencegahan sekundernya adalah dengan deteksi dini lewat general check up saat timbul gejala gangguan agar dapat ditangani lebih dini.

Sedangkan upaya lainnya yang dapat dilakukan adalah memilih tempat tinggal yang asri dan sejuk serta jauh dari polusi udara. (put)



Langkah-Langkah

1. Menelusuri data dan informasi tentang tingkat pencemaran udara di kawasan industri, terminal atau tempat lainnya, misalnya situs berikut ini.
<https://news.okezone.com/read/2017/08/26/338/1763545/duh-polusi-udara-di-jakarta-sudah-kian-memprihatinkan>
2. Baca artikel pada situs tersebut secara cermat dan catat informasi terkait dengan emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara, dampak polusi udara terhadap kesehatan, penyakit yang ditimbulkan, cara mengurangi terpaparnya polusi udara, misalnya membiasakan diri menggunakan masker.

Lembar Kerja: Menelusuri data dan informasi tentang tingkat pencemaran udara di kawasan industri, terminal atau tempat lainnya.

No.	Aspek yang didata	Informasi yang diperoleh
1.	Emisi gas buang kendaraan bermotor	
2.	Dampak polusi udara terhadap kesehatan dan penyakit yang ditimbulkan	
3.	cara mengurangi terpaparnya polusi udara	

Soal Latihan

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

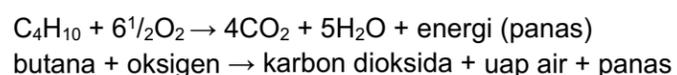
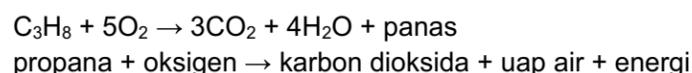
1. Jelaskan hasil pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna bahan bakar serta dampaknya terhadap energi yang dihasilkan!
2. Jelaskan tanda-tanda terjadinya pembakaran **tidak** sempurna pada kompor!
3. Mengapa gas karbon monoksida (gas CO) yang terhirup oleh manusia dapat menyebabkan kematian?
4. Jelaskan sifat-sifat gas CO dan sumbernya!
5. Jelaskan proses terjadinya efek rumah kaca (*green house effect*) dan dampaknya terhadap bumi!

Unit 6.4

Energi pada Reaksi Kimia

Kita selalu membutuhkan energi untuk berbagai aktivitas, seperti energi untuk bekerja, berolahraga, memasak, dan aktifitas lainnya. Energi juga digunakan untuk penerangan, menggerakkan mesin-mesin di pabrik dan industri serta kendaraan bermotor.

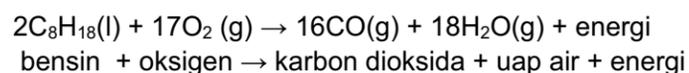
Saat ini minyak bumi dan gas alam merupakan sumber energi utama yang banyak digunakan, seperti: minyak tanah dan elpiji/LPG (*Liquid Petroleum Gas*) digunakan untuk memasak di dapur serta bensin dan solar digunakan untuk menggerakkan kendaraan bermotor. Komponen utama elpiji adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) lebih kurang 99% dan selebihnya adalah gas pentana (C_5H_{12}) yang dicairkan. Jika terbakar sempurna, reaksi pembakaran propana dan butana adalah sebagai berikut.



Mercaptan adalah zat yang ditambahkan ke dalam elpiji untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas dapat dideteksi dengan cepat. Elpiji lebih berat dari udara dan tekanan uap elpiji cair dalam tabung gas sekitar 5.0 – 6.2 Kg/cm². Gas elpiji yang ada di dalam tabung, wujudnya cair dan sebagian berwujud gas. Namun apabila elpiji dikeluarkan dari tabung, wujudnya berubah menjadi gas. Di pasaran elpiji dijual dalam bentuk cair agar distribusi dan transportasi menjadi mudah.

Reaksi pembakaran bensin dalam mesin kendaraan bermotor dapat menghasilkan kalor sebanyak $\Delta H = - 2.924,4$ kJ

Reaksi:



Termokimia merupakan ilmu yang mempelajari perubahan kalor/energi yang menyertai reaksi kimia. Pada unit 4 ini dibahas entalpi dan perubahannya, reaksi eksoterm dan endoterm, penentuan Kalor Reaksi secara kalorimeter, hukum Hess, dan energi ikatan.

A. Entalpi (H) dan Perubahan Entalpi (ΔH)

Setiap reaksi kimia selalu disertai dengan perubahan energi. Hal ini sesuai dengan asas kekekalan energi, yaitu energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi energi dapat diubah dari suatu bentuk energi menjadi bentuk energi lain. Asas kekekalan energi dirumuskan



Sumber: bacaterus.com

Gambar 6.23. Kompor gas sedang menyala (Pembakaran Elpiji pada kompor gas menghasilkan energi/ panas untuk memasak)



Sumber: ridertua.wordpress.com

Gambar 6.24. Mobil melaju di jalan raya (Pembakaran bensin pada kendaraan bermotor menghasilkan energi untuk bergerak)

oleh *James Prescott Joule*. Oleh sebab itu, nama Joule diabadikan sebagai satuan energi menurut Sistem Internasional (SI).

Zat-zat kimia mengandung sejumlah energi, yang disebut **energi dalam**. Energi yang dibebaskan pada reaksi kimia bersumber dari energi yang terkandung dalam zat-zat yang bereaksi (reaktan). Energi yang diserap dan disimpan di dalam zat-zat hasil reaksi (produk). Jumlah energi yang terkandung dalam suatu zat pada suhu 25°C (298K) dan tekanan 1 atm disebut **entalpi**, yang diberi lambang **H**. Entalpi absolut suatu sistem tidak dapat diketahui, tetapi **perubahan entalpi (ΔH)** yang menyertai reaksi kimia dapat ditentukan, yaitu:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{entalpi zat hasil reaksi} - \text{entalpi zat pereaksi} \\ &= H_{\text{zat hasil reaksi}} - H_{\text{zat pereaksi}} \end{aligned}$$

ΔH merupakan sifat ekstensif, yaitu sifat yang bergantung pada jumlah zat. Oleh sebab itu, dibuat perjanjian bahwa **koefisien dalam persamaan termokimia sekali gus menyatakan jumlah mol zat-zat** dalam reaksi itu. Berdasarkan IUPAC, satuan ΔH adalah **kilo Joule (kJ)** dan satuan ΔH molar adalah **kJ/mol**. Contoh persamaan reaksi :



Reaksi ini menyatakan bahwa 2 mol H_2 (g) bereaksi dengan 1 mol O_2 (g) membentuk 2 mol H_2O (l) disertai pelepasan kalor sebesar 570 kJ. Perubahan energi yang menyertai reaksi kimia dapat digambarkan dengan diagram tingkat energi.

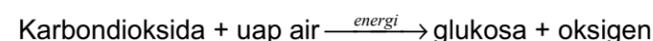
B. Reaksi Eksoterm dan Endoterm

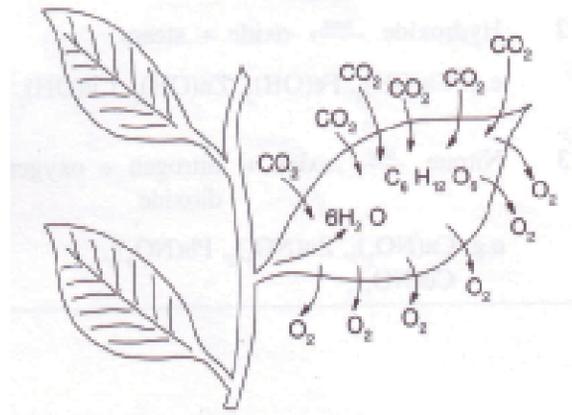
Pernahkan Anda memperhatikan bahwa setiap kali selesai makan, badan kita terasa hangat dan bersemangat atau tidak lemas. Hal ini disebabkan dalam tubuh kita terjadi reaksi pembakaran karbohidrat dengan oksigen menghasilkan sejumlah energi. Reaksi :



Energi yang dihasilkan pada reaksi pembakaran karbohidrat dalam tubuh, digunakan untuk melakukan berbagai aktifitas, misalnya bekerja, berolahraga, belajar, mencuci, dan memasak. Untuk kerja normal manusia membutuhkan energi rata-rata 170 kJ per jam. Energi yang dibebaskan pada reaksi pembakaran makanan di dalam tubuh, berasal dari energi kimia yang terkandung dalam makanan tersebut. Reaksi yang disertai dengan pembebasan energi, disebut **reaksi eksoterm**.

Anda mungkin pernah berteduh di bawah pohon yang rimbun ketika matahari bersinar terik. Tentu Anda merasa lebih nyaman karena udara terasa segar, bukan? Mengapa bisa demikian? Pada siang hari, tumbuhan hijau mengalami *fotosintesis*, yaitu reaksi kimia yang terjadi antara gas karbon dioksida (CO_2) dan uap air dari udara menghasilkan glukosa dan gas oksigen (O_2) disertai dengan penyerapan energi cahaya matahari (Gambar...). Reaksi fotosintesis:

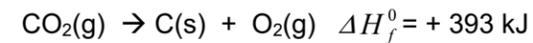




Sumber: Comprehensive Chemistry

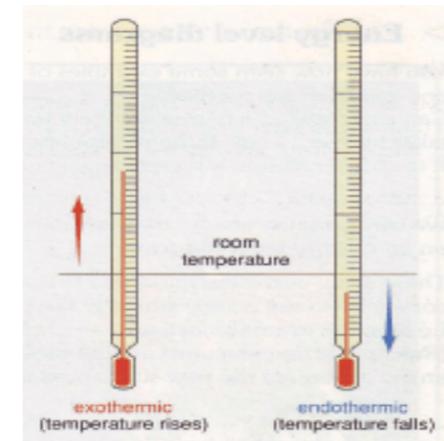
Gambar 6.25. Fotosintesis pada tumbuhan hijau, contoh reaksi endoterm

Reaksi ini sangat penting karena menghasilkan gas oksigen yang sangat dibutuhkan manusia untuk bernafas. Itulah sebabnya Anda merasa segar dan nyaman berteduh di bawah pohon yang rimbun ketika matahari bersinar terik. Reaksi fotosintesis disertai dengan penyerapan energi, disebut **reaksi endoterm**.



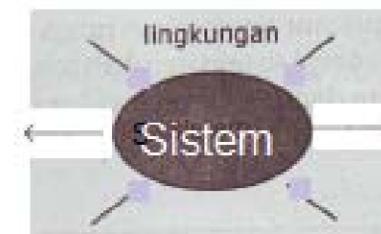
Dalam termokimia dikenal istilah **sistem dan lingkungan**. Sistem adalah sesuatu yang menjadi pusat perhatian kita, dalam hal ini adalah reaksi kimia atau zat-zat yang direaksikan. Lingkungan adalah tempat atau wadah zat-zat yang dicampurkan dan segala sesuatu di sekelilingnya.

Pada reaksi eksoterm, energi atau kalor dibebaskan dari sistem ke lingkungan. Akibatnya temperatur lingkungan naik dan **energi sistem berkurang**. Sedangkan pada reaksi endoterm, energi diserap dari lingkungan masuk ke sistem. Akibatnya temperatur lingkungan turun dan **energi sistem bertambah**, perhatikan Gambar 6.28. Jika energi sistem berubah sebagai hasil perbedaan temperatur antara sistem dan lingkungan, dikatakan bahwa energi dipindahkan sebagai **kalor**.



Gambar 6.28. Perubahan Temperatur

Perbedaan reaksi eksoterm dan reaksi endoterm dapat digambarkan pada diagram berikut.



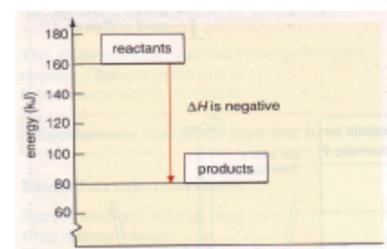
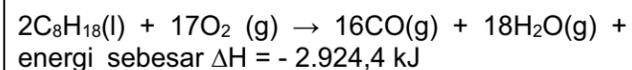
- Reaksi eksoterm
- Energi dibebaskan
- Energi sistem berkurang
- Temperatur lingkungan naik
- ΔH negatif

- Reaksi endoterm
- Energi diserap
- Energi sistem bertambah
- Temperatur lingkungan turun
- ΔH positif

C. Penentuan Kalor Reaksi (ΔH Reaksi)

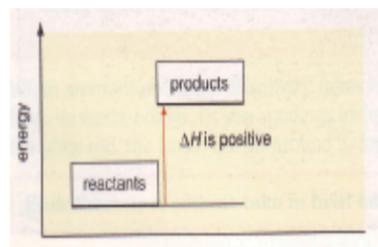
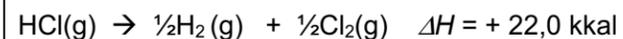
1. Penentuan Kalor Reaksi Secara Kalorimetris

Pada reaksi eksoterm, ΔH bernilai **negatif** karena energi dalam produk (zat hasil reaksi) **lebih kecil** dari pada energi dalam reaktan (zat pereaksi), Gambar... Contoh reaksi eksoterm, pada pembakaran 1 mol bensin di bebaskan energi sebesar 2.924,4 kJ. Persamaan reaksi :



Gambar 6.26. Diagram tingkat energi reaksi eksoterm

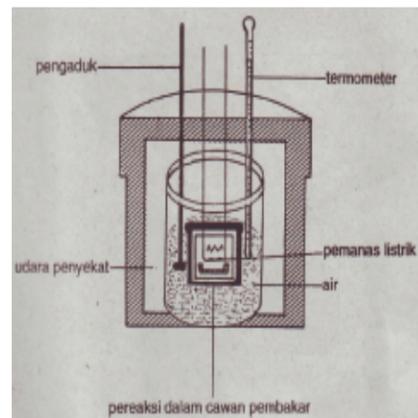
Sedangkan pada reaksi endoterm, ΔH bernilai **positif** karena energi dalam produk (zat hasil reaksi) **lebih besar** dari pada energi dalam reaktan (zat pereaksi), Gambar... Contoh reaksi endoterm, pada penguraian 1 mol gas HCl diserap energi sebesar 22,0 kkal. Persamaan reaksi :



Gambar 6.27. Diagram tingkat energi reaksi endoterm

Reaksi eksoterm merupakan kebalikan dari reaksi endoterm. Contoh, reaksi pembentukan gas CO_2 dari unsur-unsurnya merupakan reaksi eksoterm (melepaskan kalor) maka reaksi penguraian gas CO_2 menjadi unsur-unsurnya merupakan reaksi endoterm (menyerap kalor).

Pada umumnya harga kalor reaksi tertera dalam tabel yang diperoleh dari eksperimen dengan menggunakan kalorimeter, Gambar 6.29. Zat yang akan direaksikan dimasukkan ke dalam kamar reaksi yang dikelilingi air yang telah diketahui massanya. Kalor yang dilepaskan selama reaksi berlangsung akan pindah ke dalam air dan suhu air naik. Kenaikan suhu air diukur dengan termometer. Untuk menghindari ada kalor yang hilang, kalorimeter diisolasi dengan udara penyekat. Kalor reaksi sama dengan jumlah kalor yang masuk ke dalam air selama reaksi yang dapat dihitung dengan rumus: $q = m \cdot c \cdot \Delta t$



Gambar 6.29. Kalorimeter

Keterangan:

m = massa air (gram) dalam kalorimeter

c = kapasitas panas/kalor jenis air, yaitu kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C (kalori/gram $^\circ\text{C}$)

Δt = perubahan suhu ($^\circ\text{C}$)

Menurut azas Black jumlah kalor yang dibebaskan sama dengan kalor yang diserap,

$$q_{\text{reaksi}} + q_{\text{air}} + q_{\text{kalorimeter}} = 0$$

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

Karena campuran reaksi diusahakan pada keadaan tekanan atmosfer, banyaknya energi kalor yang diukur pada tekanan konstan $q_p = \Delta H$

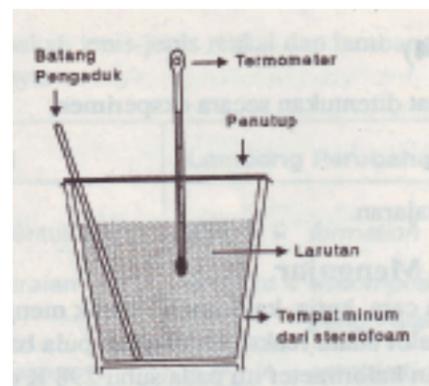
$$\Delta H_{\text{reaksi}} = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Dalam kalorimeter, terdapat zat yang bereaksi secara eksoterm dengan kenaikan suhu 1 kg air yang mengelilinginya adalah 3°C . Tentukan kalor reaksi zat tersebut.

Jawaban:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ &= 1000 \text{ gram} \times 1,0 \text{ kal/gram}^\circ\text{C} \times 3^\circ\text{C} \\ &= 3000 \text{ kal} \\ &= 3000 \times 4,18 \text{ joule} = 12540 \text{ joule} \end{aligned}$$

Jadi kalor reaksi = 12,54 KJ



Gambar 6.30. Kalorimeter Sederhana

2. Penentuan Kalor Reaksi dengan Hukum Hess

Kalor reaksi (ΔH) dari banyak reaksi sulit diukur dengan kalorimeter, misalnya reaksi pembentukan CO dari unsur-unsurnya. Untuk mengatasi kesulitan ini, Germain Hess melakukan percobaan tentang kalor reaksi. Berdasarkan hasil percobaannya, Hess menyatakan kesimpulannya yang dikenal sebagai hukum Hess, yaitu :

- ΔH reaksi dari beberapa reaksi dapat dijumlahkan sesuai dengan penjumlahan reaksi-reaksinya.
- Kalor reaksi yang menyertai reaksi hanya ditentukan oleh keadaan awal dan keadaan akhir sistem serta tidak ditentukan oleh jalannya reaksi.

Dengan menggunakan hukum Hess, kita dapat menghitung kalor reaksi yang tidak dapat diukur dengan kalorimeter. Perhatikan contoh berikut.

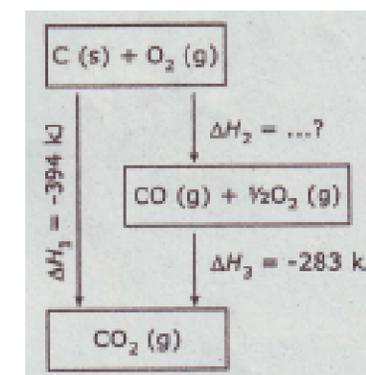


Bila dikaji lebih lanjut, ternyata pembentukan CO (g) merupakan tahapan reaksi pembentukan CO₂ (g) dari unsurnya C (s) dan O₂ (g). Tahapan reaksi dapat digambarkan seperti di samping.

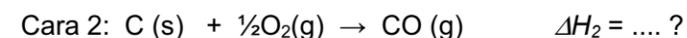
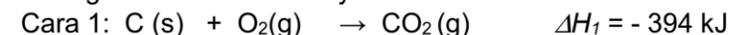
Dengan menggunakan hukum Hess, kita dapat menghitung kalor reaksi yang tidak dapat diukur secara kalorimeter. Perhatikan contoh berikut.



Bila dikaji lebih lanjut, ternyata pembentukan CO (g) merupakan tahapan reaksi pembentukan CO₂(g) dari unsur C(s) dan O₂(g). Tahapan reaksi dapat digambarkan seperti di samping.



Dari gambar tersebut ternyata ada dua cara untuk membentuk gas CO₂, yaitu:



Dengan menggunakan hukum Hess, ΔH_2 dapat ditentukan.

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= \Delta H_2 + \Delta H_3 \\ \Delta H_2 &= \Delta H_1 - \Delta H_3 \\ &= - 394 \text{ kJ} - (- 283 \text{ kJ}) \\ &= - 111 \text{ kJ} \end{aligned}$$

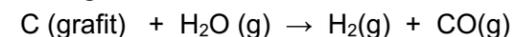
Jadi kalor pembentukan CO adalah, $\Delta H_f = - 111 \text{ kJ}$

Contoh :

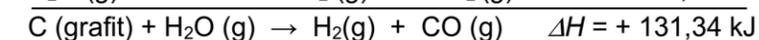
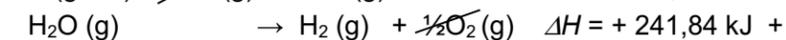
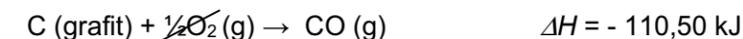
1. Diketahui reaksi berikut.



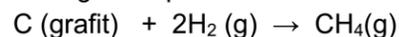
Hitung ΔH reaksi :



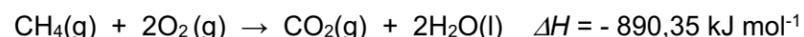
Jawab:



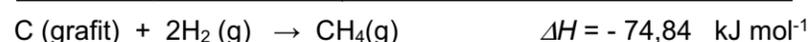
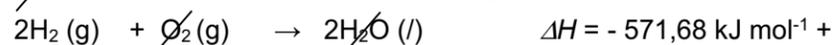
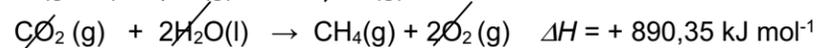
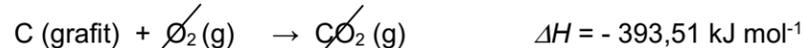
2. Hitung kalor pembentukan metana pada reaksi:



Diketahui reaksi-reaksi berikut.



Jawaban:

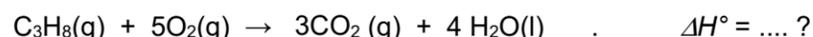


3. Tentukan jumlah kalor yang dibebaskan bila 4,4 gram $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ dibakar sempurna membentuk gas $\text{CO}_2(\text{g})$ dan uap air! (Ar H = 1 dan Ar C = 12)

Diketahui entalpi pembentukan $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -242 \text{ kJ/mol}$, dan $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -104 \text{ kJ/mol}$.

Jawaban:

Reaksi pembakaran $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$



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

$$= \{3 \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l})\} - \{ \Delta H_f^\circ \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \Delta H_f^\circ \text{O}_2(\text{g}) \}$$

$$= \{3(-393,5 \text{ kJ/mol}) + 4(-242 \text{ kJ/mol})\} - \{(-104 \text{ kJ/mol}) + 0\}$$

$$= -2044,5 \text{ kJ/mol}$$

Jadi, pembakaran 1 mol $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ memiliki $\Delta H^\circ = -2044,5 \text{ kJ/mol}$

Berapa ΔH° pembakaran 4,4 gram $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$?

$$4,4 \text{ gram } \text{C}_3\text{H}_8 = \frac{4,4}{44} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$$

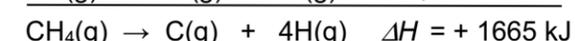
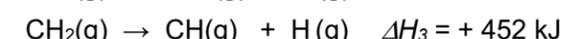
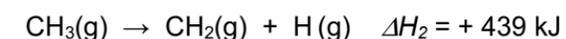
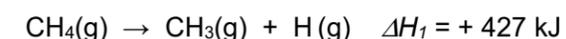
$$\text{Pembakaran } 0,1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \text{ memiliki } \Delta H^\circ = 0,1 \text{ mol } (-2044,5 \text{ kJ/mol}) \\ = 204,45 \text{ kJ}$$

3. Penentuan Kalor Reaksi dengan Energi Ikatan

Untuk memutuskan ikatan kimia selalu dibutuhkan energi atau terjadi reaksi endoterm. Oleh karena itu, harga energi ikatan selalu positif, dengan satuan kJ/mol atau kkal/mol. Kekuatan ikatan kimia ditentukan oleh besarnya energi ikatan. Makin kuat ikatan makin besar energi yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan tersebut. *Energi ikatan* adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan kimia dalam 1 mol senyawa berwujud gas

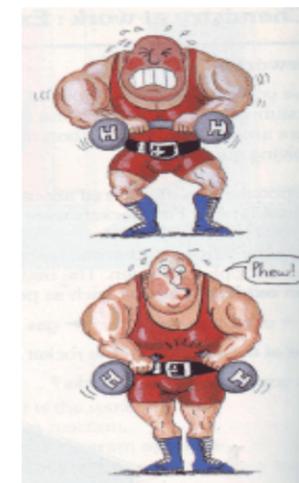
menjadi atom-atomnya pada keadaan standar. Contoh, energi ikatan HCl sebesar 431 kJ mol^{-1} , artinya untuk memutuskan ikatan 1 mol HCl diperlukan energi sebesar 431 kJ mol^{-1} , atau untuk membentuk ikatan 1 mol HCl dibebaskan energi sebesar 431 kJ mol^{-1} atau $\Delta H = -431 \text{ kJ mol}^{-1}$

Pada CH_4 molekul terdapat 4 ikatan C–H. Pemutusan ikatan C–H berlangsung melalui empat tahap reaksi berikut.



Dari data di atas, ternyata keempat tahap reaksi mempunyai nilai ΔH yang berbeda. Total energi yang dibutuhkan untuk memutuskan keempat ikatan C–H adalah 1665 kJ maka energi ikatan rata-rata C–H adalah

$$E_{\text{C-H}} = \frac{1.665 \text{ kJ}}{4} = 416,25 \text{ kJ}$$



Gambar 6.31 Energi diperlukan untuk memutuskan ikatan

Dengan menggunakan data energi ikatan rata-rata C–H dan C–C pada Tabel... maka entalpi pembentukan berbagai hidrokarbon dapat dihitung. Harga energi ikatan rata-rata dapat digunakan untuk menghitung ΔH suatu reaksi.

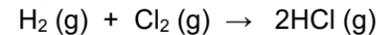
$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \text{energi ikatan yang diputuskan} - \sum \text{energi ikatan yang terbentuk} \\ = \sum \text{energi ikatan ruas kiri} - \sum \text{energi ikatan ruas kanan}$$

Tabel 6.7. Energi Ikatan (E_{x-y}) Beberapa Senyawa dalam kJ mol^{-1}

Ikatan	Energi Ikatan (E_{x-y})	Ikatan	Energi Ikatan (E_{x-y})
C – C	337	O – O	142
C = C	607	O – H	458
C ≡ C	828	H – H	436
C – H	416	N – N	155
C – Cl	326	N – H	386
C – O	331	H – Cl	431
C = O	724	Cl – Cl	242
C – Br	226	Br – Br	192

Contoh

1. Hitunglah kalor reaksi dan tentukan jenis reaksi berikut.



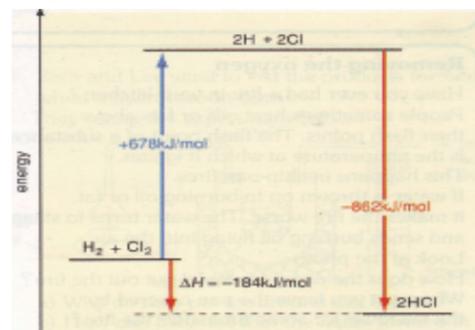
Jawab

Perhatikan Tabel

Pemutusan ikatan H – H	$E_{\text{H-H}} = + 436 \text{ kJ mol}^{-1}$
Pemutusan ikatan Cl – Cl	$E_{\text{Cl-Cl}} = + 242 \text{ kJ mol}^{-1}$
Pembentukan 2 ikatan H – Cl	$E_{\text{H-Cl}} = 2 \times (431 \text{ kJ mol}^{-1})$ $= 862 \text{ kJ mol}^{-1}$

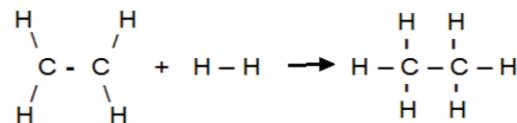
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= \sum \text{energi ikatan yang diputuskan} - \sum \text{energi ikatan yang terbentuk} \\ &= (436 \text{ kJ mol}^{-1} + 242 \text{ kJ mol}^{-1}) - (862 \text{ kJ mol}^{-1}) \\ &= - 184 \text{ kJ mol}^{-1}, \text{ jadi reaksi eksoterm.} \end{aligned}$$

Perhitungan ΔH dapat ditunjukkan dengan diagram tingkat energi, seperti berikut.



Gambar 6.32. Diagram Tingkat Energi Pembentukan HCl

2. Hitunglah kalor reaksi dan tentukan jenis reaksi berikut.



Jawab

Pemutusan ikatan H – H	$E_{\text{H-H}} = + 436 \text{ kJ mol}^{-1}$
Pemutusan ikatan C = C	$E_{\text{C=C}} = + 607 \text{ kJ mol}^{-1}$
Pemutusan 4 ikatan C – H	$E_{\text{C-H}} = 4 \times (+416 \text{ kJ mol}^{-1}) = + 1664 \text{ kJ mol}^{-1}$
Pembentukan ikatan C-C	$E_{\text{C-C}} = - 337 \text{ kJ mol}^{-1}$
Pembentukan 6 ikatan C – H	$E_{\text{C-H}} = 6 \times (- 416 \text{ kJ mol}^{-1}) = - 2496 \text{ kJ mol}^{-1}$

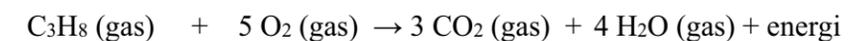
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= \sum \text{energi ikatan yang diputuskan} - \sum \text{energi ikatan yang terbentuk} \\ &= \{(436) + (607) + (+1664)\} \text{ kJ mol}^{-1} - \{(- 337) + (- 2496)\} \text{ kJ mol}^{-1} \\ &= - 126 \text{ kJ mol}^{-1}, \end{aligned}$$

Jadi reaksi eksoterm karena ΔH_{reaksi} negatif

Penugasan 1

Mendata pemakaian LPG di rumah tangga dan gas CO₂ yang dihasilkan

Dalam kehidupan sehari-hari gas CO₂ dapat dihasilkan dari pembakaran LPG (elpiji) di rumah tangga, pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor dan industri. Gas LPG merupakan senyawa hidrokarbon jenis alkana yang banyak digunakan untuk bahan bakar di rumah tangga untuk memasak. Pada reaksi pembakaran sempurna LPG menghasilkan gas CO₂ dan uap air serta energi/panas untuk memasak. Persamaan reaksi setara sebagai berikut.



Tujuan

Penugasan ini bertujuan untuk mengetahui jumlah LPG yang digunakan di rumah tangga dalam satu bulan (30 hari) dan gas CO₂ yang dihasilkan.

Media

- Tabung gas elpiji
- Modul Kimia Paket C
- Buku kimia yang relevan

Langkah-Langkah

1. Mencari informasi tentang pemakaian elpiji di rumah tangga
2. Menghitung gas CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran gas elpiji saat memasak
3. Menentukan jumlah pohon yang diperlukan untuk menyerap gas CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran LPG di rumah tangga

Soal Latihan

A. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

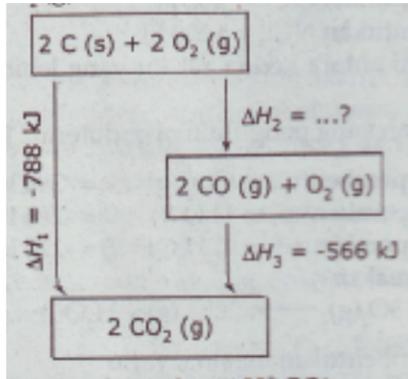
1. Dewi mereaksikan asam klorida (HCl) dengan basa NaOH di dalam gelas kimia. Setelah reaksi berlangsung ternyata temperatur naik. Persamaan reaksi:



Apakan reaksi ini eksoterm dan endoterm? Berikan 2 alasan dalam jawabanmu!

2. Diketahui entalpi pembentukan diagram tingkat $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -242 \text{ kJ/mol}$, dan $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -104 \text{ kJ/mol}$. Tentukan jumlah kalor yang dibebaskan jika 1 gram $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ dibakar sempurna membentuk gas CO_2 dan air! ($A_r \text{H} = 1$ dan $\text{C} = 12$)

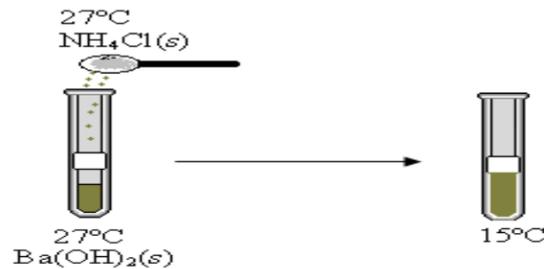
3. Diketahui diagram tingkat energi reaksi karbon dengan gas oksigen membentuk gas karbon dioksida (CO_2).



Tentukan kalor pembentukan standar (ΔH_f°) CO!

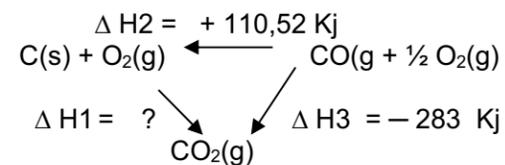
B. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Perhatikan bagan percobaan berikut:



- Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan
- A. terjadi reaksi endoterm, entalpi sistem bertambah
 - B. terjadi reaksi endoterm, entalpi sistem berkurang
 - C. terjadi reaksi endoterm, entalpi sistem tetap
 - D. terjadi reaksi eksoterm, entalpi sistem berkurang
 - E. terjadi reaksi eksoterm, entalpi sistem bertambah

2. Perhatikan diagram berikut



Harga ΔH_1 adalah...

- A. $-172,48 \text{ kJ}$

- B. $+172,48 \text{ kJ}$
- C. $-393,52 \text{ kJ}$
- D. $+393,52 \text{ kJ}$
- E. $-504,04 \text{ kJ}$

3. Dilarutkan 2 gram NaOH dalam 100 mL air dan diukur suhunya 27°C , larutan 100 mL HCl 0,5 M diukur suhunya 26°C . Larutan NaOH dan larutan HCl direaksikan dalam kalorimeter, suhu hasil reaksi 30°C . Bila kalor jenis air $4,2 \text{ joule gram}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}$. $A_r \text{Na} = 23$, $\text{O} = 16$ dan $\text{H} = 1$

- Perubahan entalpi reaksi larutan tersebut adalah...
- A. $-2,94 \text{ kJ/mol}$
 - B. $-5,88 \text{ kJ/mol}$
 - C. $-29,4 \text{ kJ/mol}$
 - D. $-58,8 \text{ kJ/mol}$
 - E. $-88,2 \text{ kJ/mol}$

4. Di suatu daerah terdapat semburan gas alam (gas metana), dialirkan kedalam tabung 80 gram.

- Bila diketahui $\Delta H_f^\circ \text{CH}_4 = -75 \text{ kJ}$
 $\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 = -393 \text{ kJ}$
 $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} = -285 \text{ kJ}$

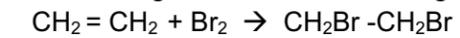
ΔH reaksi pembakaran sempurna 80 gram gas metana tersebut bila $A_r \text{C} = 12$, $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$. adalah...

- A. 753 kJ
- B. 888 kJ
- C. 3765 kJ
- D. 4440 kJ
- E. 3015 kJ

5. Energi ikatan rata-rata dari:

- C=C 614 kJ
- C-C 348 kJ
- C-Br 276 kJ
- Br-Br 193 kJ
- C-H 413 kJ

Bila 112 liter gas etena bereaksi dengan gas brom pada STP



Perubahan entalpi reaksinya adalah....

- A. -93 kJ
- B. $+93 \text{ kJ}$
- C. -465 kJ
- D. $+465 \text{ kJ}$
- E. -915 kJ

Rangkuman

- Senyawa hidrokarbon hanya terdiri atas atom karbon (C) dan hidrogen (H). Atom karbon bersifat khas, yaitu mempunyai kemampuan membentuk empat ikatan kovalen tunggal dan kemampuan membentuk rantai karbon sehingga senyawa karbon sangat banyak jumlahnya.
- Berdasarkan jumlah atom C yang diikat, maka atom C ada yang disebut atom C primer, atom C sekunder, atom C tertier, dan atom C kuarterner.
- Alkana merupakan hidrokarbon jenuh dengan rumus umum C_nH_{2n+2} . Alkena merupakan hidrokarbon tak jenuh mengandung satu ikatan rangkap dua dengan rumus umum C_nH_{2n} . Alkuna merupakan hidrokarbon tak jenuh mengandung satu ikatan rangkap tiga dengan rumus umum C_nH_{2n-2} .
- Isomer adalah senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus struktur berbeda.
- Minyak bumi mengandung berbagai senyawa hidrokarbon, yaitu alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik serta sedikit unsur lain, seperti oksigen, nitrogen, dan belerang. Minyak bumi Indonesia mengandung kadar belerang yang sangat rendah. Minyak bumi terbentuk dari proses pelapukan jasad renik (hewan dan tumbuhan) yang terkubur di bawah tanah sejak jutaan tahun yang lalu. Oleh sebab itu, minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.
- Fraksi-fraksi minyak bumi diperoleh dari penyulingan bertingkat minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih. Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang paling banyak pemakaiannya, terutama untuk transportasi. Mutu bensin dinyatakan dengan bilangan oktan bensin tersebut. Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang paling banyak pemakaiannya, terutama untuk transportasi.
- Pada pembakaran sempurna hidrokarbon terbentuk gas karbon dioksida (CO_2) dan uap air ($H_2O(l)$). Pada pembakaran tidak sempurna bahan bakar minyak (BBM) terbentuk gas karbon monoksida (CO) yang bersifat racun. Gas CO juga dihasilkan dari asap rokok. Energi (kcal) yang dihasilkan pada pembakaran tidak sempurna lebih sedikit dibandingkan dengan Energi (kcal) yang dihasilkan pada pembakaran sempurna. Pemanasan global dan efek rumah kaca disebabkan oleh tingginya konsentrasi CO_2 di udara.
- Reaksi eksoterm disertai dengan pembebasan energi sebagai kalor sehingga temperatur lingkungan naik, dan energi sistem berkurang serta ΔH bernilai negatif. Reaksi endoterm disertai dengan penyerapan energi sebagai kalor sehingga temperatur lingkungan turun, dan energi sistem bertambah serta ΔH bernilai positif. Banyak kalor yang menyertai reaksi kimia = perubahan entalpi (ΔH) dan dinyatakan dengan rumus:

$$\Delta H_{reaksi} = \sum \Delta H^{\circ}_{produk} - \sum \Delta H^{\circ}_{reaktan}$$

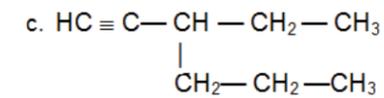
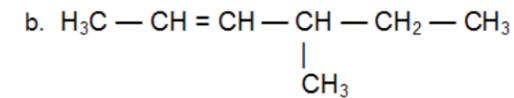
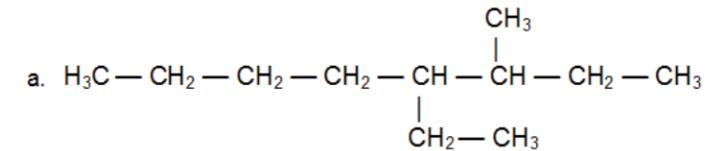
$$= \sum \Delta H^{\circ}_{ruas\ kanan} - \sum \Delta H^{\circ}_{ruas\ kiri}$$

Kondisi standar untuk berbagai macam ΔH_{reaksi} adalah $25^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm, serta satuan ΔH adalah kJ dan satuan ΔH molar adalah $kJ\ mol^{-1}$. Kalor reaksi (ΔH_{reaksi}) dapat ditentukan secara eksperimen, dihitung dengan menggunakan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°), dan menggunakan data energi ikatan.

Penilaian

A. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Berikan nama senyawa berikut menurut tatanama IUPAC!



- Tuliskan rumus struktur senyawa berikut!

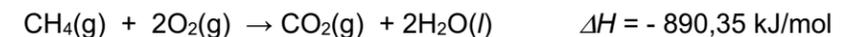
- 2,4,5-trimetil heptana
- 3-metil-3-heptena

- Diketahui ΔH pembakaran dari :

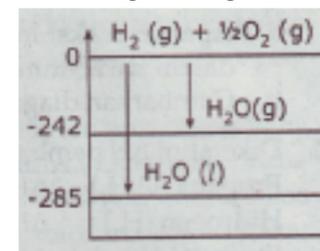
Propana (C_3H_8)	$\Delta H = - 2217\ kJ/mol$
Hidrogen (H_2)	$\Delta H = - 242\ kJ/mol$
Etana (C_2H_2)	$\Delta H = - 1299\ kJ/mol$
Etanol (C_2H_5OH)	$\Delta H = - 1364\ kJ/mol$

- Tentukan banyak kalor yang dihasilkan pada pembakaran 1 gram masing-masing bahan bakar tersebut!
- Berdasarkan jawaban a, urutkan bahan bakar yang menghasilkan kalor terbesar hingga terkecil!

- Jika metana terbentuk dari reaksi : $C(\text{grafit}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$, tentukan kalor pembentukan metana dari data berikut!



- Perhatikan diagram tingkat energi berikut.



Tentukan energi yang diperlukan untuk penguapan 2 mol air dari tubuh kita!

B. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Perhatikan struktur berikut:

1. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCCH}_3$
3. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCHCH}_3$
4. $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
5. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CHCHCH}_3$

Secara berurutan alkana, alkena dan alkuna adalah...

- A. 1,2,3
- B. 2,3,4
- C. 3,4,5
- D. 4,3,2
- E. 5,4,3

2. Nama yang benar dari senyawa berikut

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ adalah...

- A. 3 etil 4 metil heptana
- B. 4 etil 2.3 dimetil heksana
- C. 4.5 dimetil 3 etil heksana
- D. 2.3 dimetil 4 etil heksana
- E. 3 etil 4.5 dimetil heksana

3. Perhatikan rumus berikut ini!

$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ mempunyai nama ...

- A. 2,4, 5 – trimetil 3 etil 2–heptena
- B. 3 etil 2,4, 5 – trimetil 2–heptena
- C. 3,4 dietil 2,5 dimetil 2- heksena
- D. 2,4 dimetil 3,5 dietil 2- heksena
- E. 2,4, 5 – trimetil 3 etil 2–heptena

4. Nama yang benar untuk senyawa $(\text{CH}_3)_2\text{CC}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_3$ adalah

- A. 2,4 – dimetil – pentana
- B. 2 - etil 3 - metil 2 - butena
- C. 2,3 – dimetil – 1 – pentena
- D. 2,3 – dimetil – 2 – pentena
- E. 1,1 – dimetil – 2 etil – propana

5. Senyawa 3 – etil – 2,4 – dimetil heksana mempunyai rumus

- A. $(\text{CH}_3)_2\text{CC}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$
- B. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CCH}_3\text{C}_2\text{H}_5$
- C. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$
- D. $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$
- E. $(\text{CH}_3)_2\text{CCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$

6. Diantara senyawa berikut yang memiliki titik didih yang paling tinggi adalah...

- A. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

- B. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_3$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$

7. Senyawa yang mempunyai nama 3 etil 2,4 dimetil 1.3 pentadiena adalah...

- A. $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CH}_3)_2$
- B. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CH}_3)_2$
- C. $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CH}_3)_2$
- D. $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

8. Senyawa yang mempunyai nama 4 etil 5 metil 2 heksana adalah...

- A. $\text{CH}_3\text{CCCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CH}_3)_3$
- B. $\text{CH}_3\text{CHC}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- C. $\text{CH}_3\text{CCCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- D. $\text{CH}_2\text{CHCCCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- E. $\text{CH}_3\text{CHCHCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

9. Isomer dari 3 etil 2.4 dimetil pentana adalah...

- A. 2 etil heksana
- B. 3.3 dimetil pentan
- C. 2.3 dimetil oktana
- D. 2.3.4 trimetil pentana
- E. 3 etil 4 metil heksana

10. Isomer fungsi dari 1-pentena adalah...

- A. siklopentana
- B. pentena
- C. cis 2 pentena
- D. 2 metil 2 pentena
- E. 2 metil butana

11. Perhatikan rumus berikut:

- i. $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CHCH}_2$
- ii. $\text{CHC}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$
- iii. $\text{CHCCH}(\text{CH}_3)_2$
- iv. $\text{CH}_2\text{CHCHCHCH}_3$

Senyawa yang merupakan isomer fungsi dan isomer kerangka secara berurutan dengan $\text{CH}_3\text{CCCH}_2\text{CH}_3$ adalah...

- A. i dan ii
- B. i dan iii
- C. i dan iv
- D. ii dan iii
- E. ii dan iv

12. Senyawa yang dapat membentuk isomer geometri adalah....

- A. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$

- B. $\text{CH}_3\text{CCCH}_2\text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{CHCCHCH}_3$
- D. $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{CH}_3$

13. Beberapa senyawa berikut:

- i. 2, 4 heksadiena
- ii. 3 heksuna
- iii. Sikloheksena
- iv. Metil siklopentena
- v. 3,4 dimetil siklobutena

Senyawa yang merupakan isomer fungsi adalah...

- A. i, ii dan iii
- B. ii, iii dan iv
- C. ii, iii dan v
- D. ii, iv dan v
- E. iii, iv dan v

14. Senyawa yang dapat mengalami reaksi adisi adalah...

- A. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$
- B. $(\text{CH}_3)_3\text{CCHCHCH}_3$
- C. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$
- D. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHC}_2\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$

15. Produk utama dari reaksi 2-metil-1-butena dengan asam klorida adalah...

- A. $\text{CH}_3\text{CHCClCH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{CHCCH}_2\text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{ClCH}_2\text{CH}_3$
- D. $\text{CH}_2\text{ClCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{CHCClCHCH}_3\text{CH}_3$

16. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2 \xrightarrow{\text{KMnO}_4}$

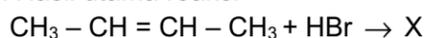
Oksidasi sempurna dapat menghasilkan ...

- A. $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CHOH-CH}_2\text{OH}$
- B. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{HCOOH}$
- C. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$
- D. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COH} + \text{HCOH}$
- E. $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{HCOOH}$

17. Eliminasi gas butane dengan menggunakan katalis Ni atau Pt dapat menghasilkan

- A. Butena
- B. Etena
- C. Propana
- D. Etana dan metana
- E. Metana dan propana

18. Hasil utama reaksi



Molekul X adalah

- A. $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CHBr} - \text{CH}_3$
- B. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHBr} - \text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Br}$
- D. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3 - \text{COH} + \text{CH}_3 - \text{COH}$

19. Perhatikan persamaan reaksi berikut



Jenis dan nama reaksi tersebut adalah....

- A. Adisi dan dehidrasi
- B. Eliminasi dan hidrasi
- C. Eliminasi dan dehidrasi
- D. Substitusi dan dehidrasi
- E. Substitusi dan hidrasi

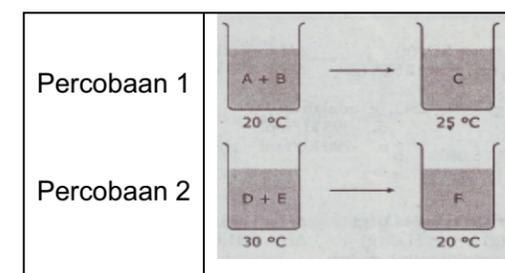
20. Tabel berikut merupakan hasil pengamatan dari percobaan pembakaran beberapa jenis bahan bakar minyak (bensin) dengan suatu mesin motor.

Bahan Bakar	Jumlah Ketukan (Knocking) perdetik	Banyak Jelaga Dihasilkan (gram)
P	0	1 – 2
Q	10 – 15	16 – 20
R	4 – 6	7 – 10
S	8 – 11	12 – 14
T	2 – 3	3 – 6

Bahan bakar yang nilai oktannya paling rendah adalah....

- A. P
- B. Q
- C. R
- D. S
- E. T

21. Hasil pengamatan dari suatu percobaan adalah sebagai berikut.

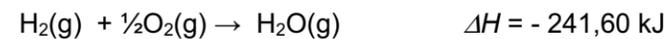
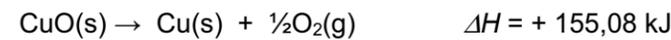


Pernyataan yang benar adalah

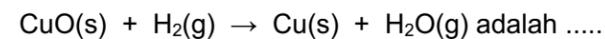
- A. Reaksi 1 eksoterm dengan ΔH negatif
- B. Reaksi 2 endoterm dengan ΔH negatif
- C. Reaksi 2 eksoterm dengan ΔH negatif

- D. Reaksi 1 endoterm dengan ΔH positif
 E. Reaksi 2 eksoterm dengan ΔH positif
22. Sebuah kristal KNO_3 dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditetesi dengan air. Pada dasar tabung reaksi terasa dingin. Reaksi ini digolongkan....
- A. Reaksi eksoterm, energi berpindah dari sistem ke lingkungan
 B. Reaksi eksoterm, energi berpindah dari lingkungan ke sistem
 C. Reaksi endoterm, energi berpindah dari sistem ke lingkungan
 D. Reaksi endoterm, energi berpindah dari lingkungan ke sistem
 E. Reaksi endoterm, energi tidak berpindah

23. Diketahui persamaan reaksi :

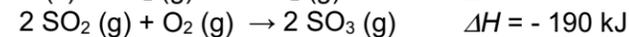
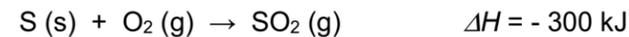


Maka perubahan entalpi untuk reaksi

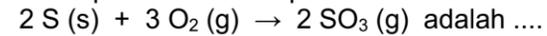


- A. - 43,26 kJ
 B. + 86,52 kJ
 C. - 86,52 kJ
 D. + 396,68 kJ
 E. - 396,68 kJ

24. Diketahui:

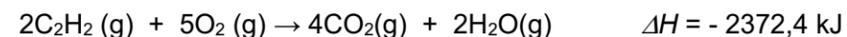


Maka perubahan entalpi untuk reaksi

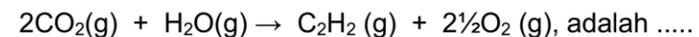


- A. - 110 kJ/mol
 B. + 790 kJ/mol
 C. - 790 kJ/mol
 D. + 395 kJ/mol
 E. - 395 kJ/mol

25. Diketahui persamaan reaksi :



Maka ΔH untuk reaksi



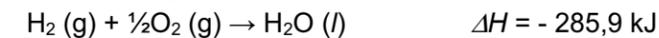
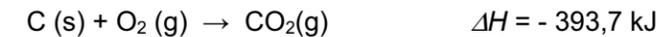
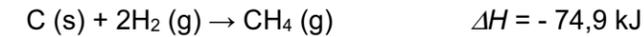
- A. + 2372,4 kJ
 B. - 2372,4 kJ
 C. - 1186,2 kJ
 D. + 1186,2 kJ
 E. + 4744,8 kJ

26. Pada pembakaran sejumlah alkohol menghasilkan 2 mol gas CO_2 dibebaskan kalor sebesar 227 kkal. Maka ΔH reaksi untuk pembakaran 2 mol alkohol menurut persamaan reaksi



- A. - 227 kkal
 B. + 227 kkal
 C. + 454 kkal
 D. - 454 kkal
 E. - 908 kkal

27. Diketahui persamaan reaksi pembentukan metana (CH_4) sebagai berikut.

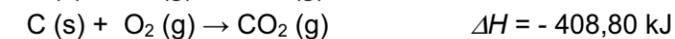
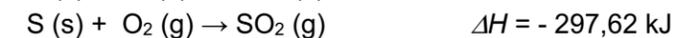
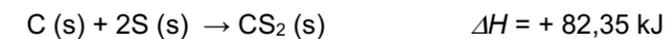


Perubahan entalpi untuk reaksi :

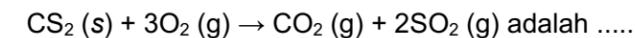


- A. - 604,7 kJ
 B. - 890,6 kJ
 C. - 998,4 kJ
 D. - 1040,3 kJ
 E. - 1284,3 kJ

28. Diketahui reaksi :

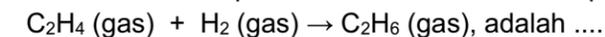


ΔH untuk reaksi :



- A. - 624,07 kJ
 B. - 1086,39 kJ
 C. - 788,77 kJ
 D. - 1004,04 kJ
 E. - 408,80 kJ

29. Perubahan entalpi pembentukan gas etena (C_2H_4) dan gas etana (C_2H_6) adalah 52 kJ mol^{-1} dan $- 85 \text{ kJ mol}^{-1}$ pada 298 K. Perubahan entalpi reaksi :



- A. - 137 kJ mol⁻¹
 B. - 33 kJ mol⁻¹
 C. + 33 kJ mol⁻¹
 D. + 137 kJ mol⁻¹
 E. + 104 kJ mol⁻¹

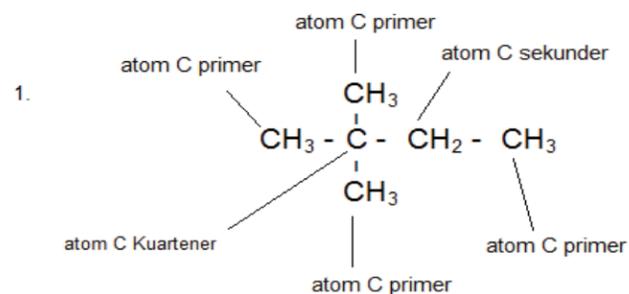
30. Pada pembakaran sempurna etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) dibebaskan kalor sebesar $1234,7 \text{ kJ mol}^{-1}$. Jika $\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 = - 393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ dan $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} = -241,8 \text{ kJ mol}^{-1}$; maka kalor pembentukan etanol adalah

- A. - 277,7 kJ mol⁻¹
 B. - 2747,1 kJ mol⁻¹
 C. + 2747,1 kJ mol⁻¹
 D. + 277,7 kJ mol⁻¹
 E. + 599,4 kJ mol⁻¹

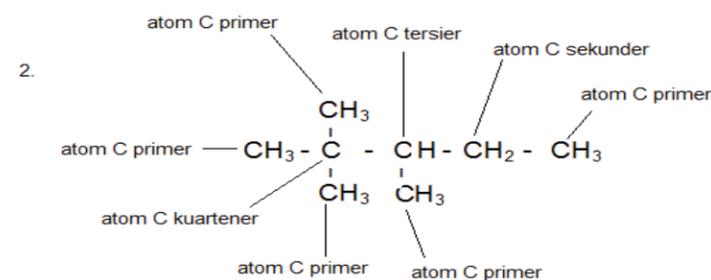
Kunci Jawaban dan Penskoran

Unit 6.1

Penugasan 1: Penamaan Senyawa Hidrokarbon

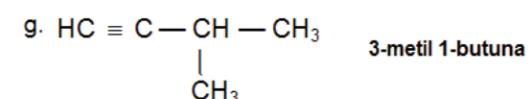
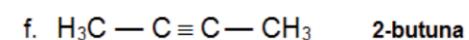
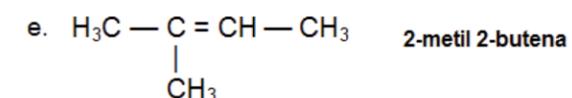
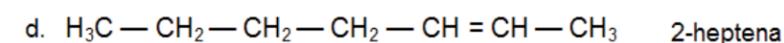
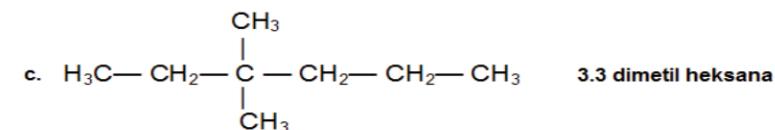
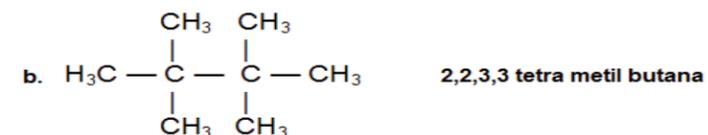
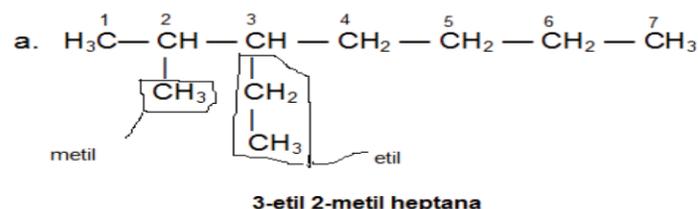


Atom C primer adalah atom C yang hanya mengikat 1 atom C lainnya
 Atom C sekunder adalah atom C yang mengikat 2 atom karbon lainnya
 Atom C tersier adalah atom C yang mengikat 3 atom karbon lainnya
 Atom C kuartener adalah atom C yang mengikat 4 atom karbon lainnya



Jumlah atom C primer ada 5
 Jumlah atom C sekunder ada 1
 Jumlah atom C tersier ada 1
 Jumlah atom C kuartener ada 1

3. Nama Senyawa



4. Tuliskan rumus struktur senyawa berikut!

No.	Nama Senyawa	Rumus struktur
a.	3-etil-3-metil heksana	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
b.	4-metil-2-heksena	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
c.	2-heksuna	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$

Penugasan 2: Identifikasi kode (simbol) daur ulang produk plastik

Rubrik Penilaian

No	Contoh produk plastik, kode daur ulang dan pemakaian serta alasan	Skor
1.	Menjelaskan contoh produk plastik, kode daur ulang 1 dan pemakaian serta alasan	4
2.	Menjelaskan contoh produk plastik, kode daur ulang 2 dan pemakaian serta alasan	4
3.	Menjelaskan contoh produk plastik, kode daur ulang 3 dan pemakaian serta alasan	4
4.	Menjelaskan contoh produk plastik, kode daur ulang 4 dan pemakaian serta alasan	4
5.	Menjelaskan contoh produk plastik, kode daur ulang 5 dan pemakaian	4

Soal Latihan

A. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan tepat!

1. Mengapa bahan bakar bensin harus mengandung lebih banyak alkana rantai bercabang? Hidrokarbon rantai lurus, akan terbakar sangat cepat sambil menimbulkan letupan/ketukan. Hidrokarbon rantai bercabang mempunyai karakteristik anti-ketukan sehingga pembakarannya lebih efisien.
2. Bensin digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Tuliskan reaksi pembakaran sempurna yang terjadi pada kendaraan itu!
 $2C_8H_{18}(l) + 25O_2(g) \rightarrow 16CO_2(g) + 18H_2O(g)$
3. Bagaimana cara Anda mengetahui terjadi pembakaran bahan bakar tidak sempurna?
 $2C_8H_{18}(l) + 17O_2(g) \rightarrow 16CO(g) + 18H_2O(g) + \text{energi}$
bensin + oksigen \rightarrow karbon monoksida + uap air + energi
Pembakaran tidak sempurna terjadi pada rantai karbon lurus, akan menyebabkan terjadinya ketukan pada mesin. Ketukan yang terjadi pada mesin menimbulkan bunyi yang tidak enak dan membuang energi bahan bakar sehingga terjadi pemborosan.
4. Mengapa pembakaran tidak sempurna berbahaya bagi kita?
Karena pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas CO, bila seseorang menghirup gas CO, maka gas tersebut akan masuk ke sistem peredaran darah dan mengikat hemoglobin dalam darah menggantikan posisi oksigen. Hemoglobin lebih mudah berikatan dengan gas CO dibandingkan dengan oksigen. Gas CO akhirnya mudah masuk ke dalam jantung, otak dan organ vital lainnya. Gas ini sifatnya sangat beracun bagi tubuh manusia, sehingga akibatnya bisa fatal.
5. Jelas fraksi-fraksi hasil penyulingan minyak bumi dan kegunaannya!
 - LPG, Petroleum gas C1 – C4 bahan bakar
 - Nafta C5 – C9 bahan kosmetik, detergen
 - Bensin C5 – C10 bahan bakar mobil
 - Minyak tanah C10 - C16 kompor, bahan bakar jet, pemanas
 - Minyak solar C14 – C20 mesin diesel
 - Pelumas C20 – C50 pelumas, lilin pemoles
 - Minyak bakar C20 – C70 bahan bakar kapal
 - Aspal >C70 untuk aspal jalan

B. Pilihan Ganda

1. A
2. D
3. C
4. E
5. A

Unit 6.3

Penugasan: Menelusuri data dan informasi tentang tingkat pencemaran udara di kawasan industri, terminal atau tempat lainnya.

No.	Aspek yang didata	Informasi yang diperoleh	Skor
1.	Emisi gas buang kendaraan bermotor	Menjelaskan emisi gas buang kendaraan bermotor	2
2.	Dampak polusi udara terhadap kesehatan, penyakit yang ditimbulkan	Menjelaskan dampak polusi udara terhadap kesehatan, penyakit yang ditimbulkan	2
3.	Cara mengurangi terpaparnya polusi udara	Menjelaskan cara mengurangi paparan polusi udara	1
Skor maksimum			5

Jika Anda menjelaskan dengan lengkap emisi gas buang kendaraan bermotor, dampak polusi udara terhadap kesehatan dan penyakit yang ditimbulkan serta cara mengurangi terpaparan polusi udara, maka Anda memperoleh skor 5.

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{5}{5} \times 100 = 100$$

Soal Latihan

A. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan hasil pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna bahan bakar serta dampaknya terhadap energi yang dihasilkan!
Pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon menghasilkan gas CO₂ dan pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas CO. Pada pembakaran sempurna energi yang dilepaskan lebih besar.
2. Jelaskan tanda-tanda terjadinya pembakaran **tidak** sempurna dalam kompor!
Tanda-tanda pada pembakaran tidak sempurna nyala kompornya berwarna merah dan timbul asap
3. Mengapa gas karbon monoksida (gas CO) yang terhirup oleh manusia dapat menyebabkan kematian?
Jika gas CO terhirup masuk ke dalam paru-paru maka gas CO akan beredar dalam tubuh bersamaan dengan darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan tubuh. Gas CO bereaksi dengan hemoglobin dalam darah membentuk karbosi-hemoglobin (COHb) lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah sehingga menghalangi darah membawa oksigen ke seluruh tubuh, maka tubuh kekurangan oksigen yang dapat menimbulkan kematian
4. Jelaskan sifat-sifat gas CO dan sumbernya!
Sifat gas CO yang tidak berwarna, tidak berbau
Sumbernya dari hasil pembakaran tidak sempurna senyawa hidrokarbon

5. Jelaskan proses terjadinya efek rumah kaca (*green house effect*) dan dampaknya terhadap bumi!

Efek rumah kaca terjadi karena sinar infra merah yang dipantulkan matahari terperangkap, karena gas CO₂ menahan sinar inframerah yang dipantulkan dari bumi. Akibatnya suhu dipermukaan bumi naik jika kadar CO₂ di udara naik.

Unit 6.4

Penugasan: Menghitung pemakaian LPG di rumah tangga dan gas CO₂ yang dihasilkan

Rubrik Penilaian

No.	Rincian Tugas	Skor
1.	Pemakaian satu tabung LPG	
	<ul style="list-style-type: none"> Satu tabung gas LPG habis dipakai rata-rata selama : hari Berarti rata-rata pemakaian gas LPG : gram /hari 	1 1
2.	Menghitung volume gas CO ₂ yang dihasilkan pada pembakaran LPG	
	• Volume CO ₂ yang berasal dari gas propana	2
	• Volume CO ₂ yang berasal dari gas butana	2
	• Total volume CO ₂ yang dihasilkan	2
	Skor maksimum	8

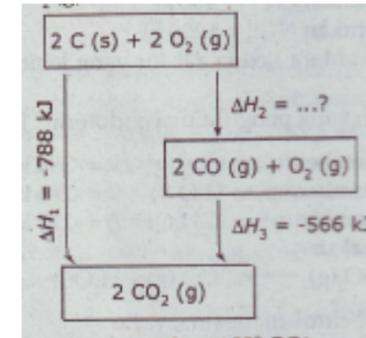
Jika Anda menghitung pemakaian LPG di rumah tangga dan volume gas CO₂ yang dihasilkan dilakukan dengan benar maka Anda memperoleh skor maksimum 8.

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{8}{8} \times 100 = 100$$

Soal Latihan

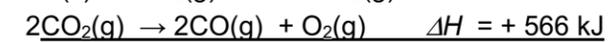
A. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Persamaan reaksi:
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -58 \text{ kJ mol}^{-1}$
 Apakah reaksi ini eksoterm dan endoterm?
 Reaksi bersifat eksoterm karena sistem melepaskan panas dan ΔH negatif
- Reaksi $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H \text{ reaksi} = \Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan}$
 $\Delta H \text{ reaksi} = (3 \times -393,5 + 4 \times -242) - (-104)$
 $\Delta H \text{ reaksi} = -2044,5 \text{ KJ/mol}$
 Untuk 1 gram $\text{C}_3\text{H}_8 = \frac{1}{44} \times (-2044,5) = -46,47 \text{ kJ}$
- Diketahui diagram tingkat energi reaksi karbon dengan gas oksigen membentuk gas karbon dioksida (CO₂).



Tentukan kalor pembentukan standar (ΔH_f°) CO!

Jawab:



Kalor pembentukan standar (ΔH_f°) CO adalah -111 kJ/mol

B. Pilihan Ganda

- A
- C
- D
- D
- C

Penilaian

A. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Memberi nama senyawa menurut tatanama IUPAC

Rumus Struktur	Nama Senyawa
a. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	4-etil-3-metil-oktana
b. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	4-metil-2-heksena
c. $\text{HC}\equiv\text{C}-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	3-etil-1-heksuna

2. Menuliskan rumus struktur berdasarkan rumus molekul

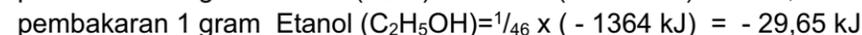
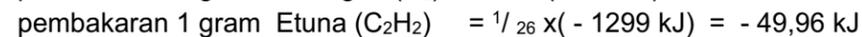
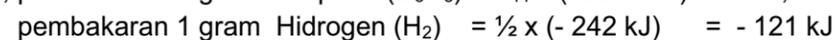
Nama Senyawa	Rumus Struktur
a. 2,4,5-trimetil heptana	$\begin{array}{cccccccc} & & & & & & \text{CH}_3 & \\ & & & & & & & \\ \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$
b. 3-metil-3-heptena	$\begin{array}{cccccccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & = & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & & & \end{array}$

3. Diketahui ΔH pembakaran dari :



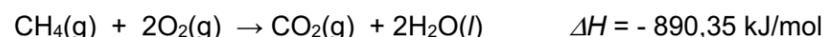
- a. Tentukan banyak kalor yang dihasilkan pada pembakaran 1 gram masing-masing bahan bakar tersebut!
 b. Berdasarkan jawaban a, urutkan bahan bakar yang menghasilkan kalor terbesar hingga terkecil!

Jawab:

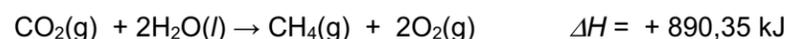


- b, Urutan bahan bakar yang menghasilkan kalor terbesar hingga terkecil adalah gas hidrogen, propana, etuna dan etanol

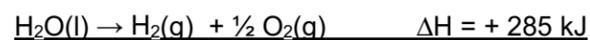
4. Jika metana terbentuk dari reaksi : C(grafit) + 2H₂(g) → CH₄(g), tentukan kalor pembentukan metana dari data berikut!



Jawab:



Kalor pembentukan metana adalah - 75,02 kJ (melepaskan panas)



Energi yang diperlukan untuk penguapan 2 mol air dari tubuh kita adalah + 86 kJ

B. Pilihan Ganda

- | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. B | 11. B | 16. B | 21. A | 26. D |
| 2. B | 7. A | 12. E | 17. A | 22. D | 27. B |
| 3. C | 8. C | 13. A | 18. B | 23. C | 28. B |
| 4. D | 9. D | 14. B | 19. C | 24. C | 29. A |
| 5. C | 10. A | 15. C | 20. B | 25. D | 30. A |

Kriteria pindah/lulus modul (satu modul)

Kerjakan soal-soal penilaian yang disediakan di akhir unit modul. Anda diperkenankan untuk melanjutkan ke modul berikutnya jika hasil penilaian pemahaman memiliki skor minimal 70 atau lebih.

Saran Referensi

<https://www.youtube.com/watch?v=LD9X5wD4IYg> Animasi Pembelajaran Hidrokarbon SMA kelas XI

<https://www.youtube.com/watch?v=EDo2eQLkuHQ> HIDROKARBON - SIMPLE KONSEP - KIMIA 11 (Ayo Download Bimbel SMART Apps di playstore)

<https://www.youtube.com/watch?v=pitSKC5JWBM> HIDROKARBON (ALKANA, ALKENA, ALKUNA) -SOAL(1)- KIMIA 11(Ayo Download Bimbel SMART Apps di playstore)

https://www.youtube.com/watch?v=cAtd_QZu7S0 Tata nama IUPAC Alkana- Kimia SMA

<https://www.youtube.com/watch?v=Ehqv3kZb2U> Quipper Video - Kimia - Hidrokarbon 3

<https://www.youtube.com/watch?v=-v6Q1PAQCtA> Manfaat Minyak Bumi dalam Kehidupan Sehari-hari

<https://damtara.wordpress.com/2011/03/29/mengenal-kode-daur-ulang-pada-produk-plastik/>

<https://bisnis.tempo.co/read/678224/ini-beda-premium-pertalite-pertamax-dan-pertamax-plus>

<http://ridwanaz.com/kesehatan/bahaya-gas-karbon-monoksida-bagi-manusia/>

Daftar Pustaka

Brady James E. (1999). *Kimia Universitas, Asas & Struktur*. Binarupa Aksara. Jakarta.

Chang, Raymond, and Kenneth Goldsb. (2012). *Chemistry*. 11th Ed. McGraw-Hill Education

Housecroft, Catherine E. (1997). *Chemistry An Integrated Approach*. Addison Wesley Longman Limited. Hongkong.

Prescott, Christopher N. (1999). *Comprehensive Chemistry for "O" Level Science. Second Edition*. Federal Publications. Singapura, Kuala Lumpur, Hongkong.

Petrucci, R.H, P. Gillis, and Norman H.N. (2011). *Principles of Modern Chemistry*, 7th Ed. Soundres College Publishing.

Petrucci, R.H, et al. (2011). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* 10th.Ed. Pearson Prentice Hall.

Ryan, Lawrie. (1996). *Chemistry for You*. Stanley Thornes Ltd. England.

<https://ilmupengetahuanumum.com/jenis-jenis-plastik-arti-kode-daur-ulang-plastik/...>
diakses tgl 15 Mei 2018

<http://al-atsariyyah.com/arti-simbol-pada-kemasan-plastik.html...> diakses 26 April 2018

<https://damtara.wordpress.com/2011/03/29/mengenal-kode-daur-ulang-pada-produk-plastik/...> diakses 14 Mei 2018

<http://www.markijar.com/2015/07/5-perbedaan-penting-pertalite-dengan.html.....>
Diakses tgl 18 Mei 2018

<https://bisnis.tempo.co/read/678224/ini-beda-premium-pertalite-pertamax-dan-pertamax-plus....> diakses 18 Mei 2018

<https://aeriine.wordpress.com/gas-buang-kendaraan-bermotor-dan-dampaknya-bagi-kesehatan/> diakses 7 Juni 2013

<https://nayhndy.wordpress.com/2011/01/18/emisi-hasil-pembakaran/> diakses 16 Juni 2018

<http://hmtl.tl.itb.ac.id/2015/05/21/emisi-co2-penyebab-utama-global-warming/> diakses 17 Juni 2018

<http://ridwanaz.com/kesehatan/bahaya-gas-karbon-monoksida-bagi-manusia/>
diakses 20 Juni 2018

<https://prodiipa.wordpress.com/kelas-vii/hujan-asam/c-apakah-itu-hujan-asam/...>
diakses 21 juni 2018



Nama Lengkap : Elly Marwati

Telp Kantor/HP : (021) 3804248/ 085287065212

E-Mail : elly_marwati@yahoo.com

Akun Facebook : -

Alamat Kantor : Jalan Gunung Sahari Raya No.4 Jakpus
Bidang Keahlian: Kimia

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Tim Pengembang Kurikulum Kimia SMA/MA pada Kurikulum 1994
2. Tim Pengembang Kurikulum Kimia SMA/MA pada Kurikulum 2004
3. Tim Pengembang Kurikulum Kimia SMA/MA pada Kurikulum 2013
4. Tim Pengembang Silabus Kimia SMA/MA pada Kurikulum 2004
5. Tim Pengembang Silabus Kimia SMA/MA pada Kurikulum 2013

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Jurusan Kimia, MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (1985)
2. S2 Jurusan Kimia, MIPA Universitas Indonesia Jakarta (2000)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Kimia SMA/MA Kelas X Tahun 2014 Bumi Aksara
2. Kimia SMA/MA Kelas XI Tahun 2014 Bumi Aksara
3. Kimia SMA/MA Kelas XII Tahun 2015 Bumi Aksara

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

-

TABEL PERIODIK UNSUR

		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																															
		IA		IIA		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIIIB		IIB		IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		VIIIA		VIIIA		VIIIA																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Logam alkali tanah		Logam alkali		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi		Logam-logam transisi																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Nomor atom		Lambang unsur		Massa atom relatif		Nomor atom		Lambang unsur		Massa atom relatif		Nomor atom		Lambang unsur		Massa atom relatif		Nomor atom		Lambang unsur		Massa atom relatif		Nomor atom		Lambang unsur		Massa atom relatif		Nomor atom		Lambang unsur		Massa atom relatif																																																																																																																																																																																																																																																																															
		1	H	1,008	2	He	4,003	3	Li	6,941	4	Be	9,012	5	B	10,81	6	C	12,01	7	N	14,01	8	O	16,00	9	F	19,00	10	Ne	20,18	11	Na	22,99	12	Mg	24,31	13	Al	26,98	14	Si	28,09	15	P	30,97	16	S	32,06	17	Cl	35,45	18	Ar	39,95	19	K	39,10	20	Ca	40,08	21	Sc	44,96	22	Ti	47,88	23	V	50,94	24	Cr	52,00	25	Mn	54,94	26	Fe	55,85	27	Co	58,93	28	Ni	58,69	29	Cu	63,55	30	Zn	65,38	31	Ga	69,72	32	Ge	72,59	33	As	74,92	34	Se	78,96	35	Br	79,90	36	Kr	83,80	37	Rb	85,47	38	Sr	87,62	39	Y	88,91	40	Zr	91,22	41	Nb	92,91	42	Mo	95,94	43	Tc	(98)	44	Ru	101,1	45	Rh	102,9	46	Pd	106,4	47	Ag	107,9	48	Cd	112,4	49	In	114,8	50	Sn	118,7	51	Sb	121,8	52	Te	127,6	53	I	126,9	54	Xe	131,3	55	Cs	132,9	56	Ba	137,3	57	La	138,9	58	Ce	140,1	59	Pr	140,9	60	Nd	144,2	61	Pm	(145)	62	Sm	150,4	63	Eu	152,0	64	Gd	157,3	65	Tb	158,9	66	Dy	162,5	67	Ho	164,9	68	Er	167,3	69	Tm	168,9	70	Yb	173,0	71	Lu	175,0	72	Hf	178,5	73	Ta	180,9	74	W	183,9	75	Re	186,2	76	Os	190,2	77	Ir	192,2	78	Pt	195,1	79	Au	197,0	80	Hg	200,6	81	Tl	204,4	82	Pb	207,2	83	Bi	209,0	84	Po	(209)	85	At	(210)	86	Rn	(222)	87	Fr	(223)	88	Ra	(226)	89	Ac	(227)	90	Th	232,0	91	Pa	(231)	92	U	238,0	93	Np	(237)	94	Pu	(244)	95	Am	(243)	96	Cm	(247)	97	Bk	(247)	98	Cf	(251)	99	Es	(252)	100	Fm	(257)	101	Md	(258)	102	No	(259)

Angka dalam tanda kurung merupakan nomor massa isotop paling stabil