



SENYAWA ORGANIK

PENGANTAR

Materi termasuk zat yang telah dibahas pada BBM terdahulu, kebanyakan berkaitan dengan unsur dan senyawa anorganik. Golongan senyawa lainnya adalah senyawa organik. Dalam kehidupan, justru golongan ini berlipat-lipat jumlahnya dibanding senyawa anorganik.

Manusia sangat bergantung pada senyawa organik (senyawa karbon) baik alami maupun buatan. Mulai dari pangan (karbohidrat, protein, lemak, vitamin), sandang (serat alami, serat buatan, pewarna), papan (kayu, plastik), kesehatan dan kecantikan (obat-obatan, kosmetik, pengawet), pertanian (pupuk, pembasmi hama), kertas, barang rumah tangga sampai pada transportasi (bahan bakar, pelumas) dan industri (bahan bakar, bahan mentah, bahan baku, bahan aditif).

Tujuan-tujuan khusus yang hendak dicapai setelah mempelajari BBM-9 ini adalah agar mahasiswa dapat:

- 1) menyebutkan perbedaan senyawa organik terhadap senyawa anorganik.
- 2) menjelaskan golongan senyawa hidrokarbon.
- 3) menjelaskan struktur senyawa alkana.
- 4) menuliskan nama senyawa alkana.
- 5) menjelaskan perbedaan alkena dengan alkana.
- 6) menjelaskan perbedaan alkuna dengan alkana
- 7) menjelaskan hubungan hidrokarbon dan sumber energi.
- 8) menjelaskan gugus fungsi.
- 9) menjelaskan perbedaan golongan alkohol dan golongan eter.
- 10) menjelaskan perbedaan golongan aldehid dan golongan keton.
- 11) menjelaskan perbedaan golongan asam karboksilat dan golongan ester.

BBM-9 akan disajikan ke dalam 3 (tiga) Kegiatan Belajar seperti berikut.

- (1) Kegiatan Belajar 9.1: Hidrokarbon.
- (2) Kegiatan Belajar 9.2: Senyawa Turunan Alkana 1.
- (3) Kegiatan Belajar 9.3: Senyawa Turunan Alkana 2.

A. PENGANTAR SENYAWA ORGANIK

1. Pengertian Senyawa Organik

Pada awalnya, senyawa-senyawa yang hanya dihasilkan oleh makhluk hidup disebut senyawa organik. Sebaliknya, senyawa-senyawa yang bukan berasal dari makhluk hidup disebut senyawa anorganik. Pada perkembangannya, kemudian manusia mampu membuat (mensintesis) beberapa senyawa yang sifatnya persis sama dengan senyawa organik aslinya, seperti asam oksalat (Wohler, 1824), urea (Wohler, 1828), dan lain-lain. Makhluk hidup tidak lagi merupakan sumber utama dari senyawa organik.

Salah satu sifat utama senyawa organik alami maupun senyawa organik buatan adalah senyawa organik selalu mengandung unsur karbon. Oleh karena itulah, istilah “senyawa organik” disempurnakan menjadi senyawa karbon; dan Ilmu Kimia yang mempelajarinya disebut sebagai Kimia Karbon. Namun demikian, istilah senyawa organik sampai kini masih digunakan terutama untuk membedakannya dari senyawa anorganik.

Senyawa organik dapat didefinisikan sebagai senyawa yang terdiri dari unsur C dan unsur H sebagai unsur utama, dan beberapa unsur lain seperti O, N, P atau S.

2. Karakteristik Senyawa Organik

Senyawa organik (senyawa karbon) dapat dibedakan dari senyawa anorganik dalam banyak hal. Dapat diamati misalnya antara 2 kelompok berikut.

Kelompok-1: kayu—gula —alkohol—minyak—lilin, dan

Kelompok-2: logam-logam—oksida-logam—garam-garam.

Tabel 9.1 memperlihatkan beberapa perbedaan penting dari keduanya.

Tabel 9.1 Perbedaan Umum Antara Senyawa Organik Dan Senyawa Anorganik.

No	Senyawa Organik	Senyawa Anorganik
1.	Dapat terbakar	Tidak dapat terbakar
2.	Reaksi bersifat lambat	Reaksinya lebih cepat
3.	Bertitik leleh rendah	Bertitik leleh tinggi
4.	Tidak larut dalam air	Dapat larut
5.	Sebagai senyawa kovalen	Sebagai senyawa ion
6.	Struktur ikatan rumit	Lebih sederhana

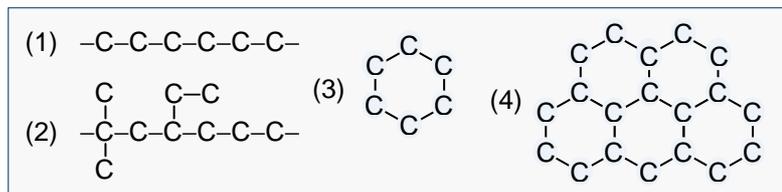
Karakteristik lain dari senyawa organik adalah terjadinya rantai ikatan antar atom C sebagai akibat dari kekhasan atom C itu sendiri.

a) Atom C berelektron valensi 4, dan cenderung membentuk berbagai tipe ikatan kovalen.



Gbr 9.1 Beberapa tipe ikatan kovalen pada atom C

- b) Atom C dapat berikatan dengan atom C lain, bahkan dapat membentuk rantai atom C baik *alifatik* (terbuka: lurus dan cabang) maupun *siklik* (lingkar).



Gbr 9.2. Rantai Karbon: (1) Lurus; (2) Cabang; (3) Lingkar; (4) Jaring.

Sifat khas atom C menyebabkan senyawa organik jauh lebih banyak jumlahnya dari pada senyawa anorganik. (Pada abad 19, senyawa anorganik ada 30 ribu, sementara senyawa karbon ada 1 juta.) Kini berjuta-juta senyawa karbon alami maupun buatan dijumpai jauh melampaui jumlah senyawa anorganik yang ada.

3. Klasifikasi Senyawa Organik

Banyak cara menggolong-golongkan senyawa organik. Klasifikasi berikut hanya untuk memberikan gambaran jenis senyawa organik berdasarkan unsur pembentuknya.

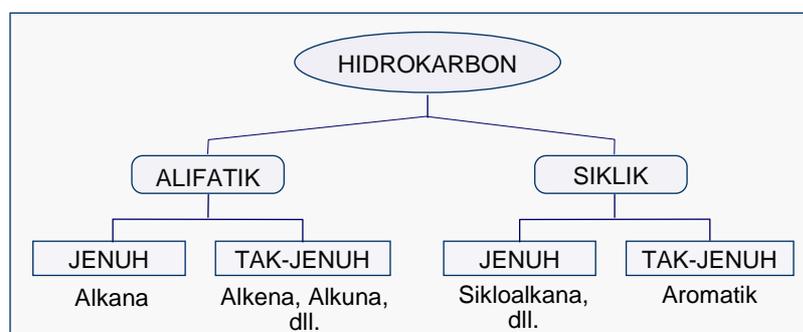
Tabel 9.2 Jenis Senyawa Organik Berdasar Jenis Unsur Penyusunnya

Jenis Unsur	Jenis Senyawa
C; H	Hidrokarbon (Alkana, Alkena, Alkuna, Sikloalkana, Sikloalkena, Benzena)
C; H; O	Alkanol (Alkohol), Alkanal (Aldehid), Alkanon (Keton), Asam Alkanoat (Asam Karboksilat), Eter, Ester, Karbohidrat, Fenol, Ester Aromatik
C; H; halogen	Alkil-halida
C; H; N	Amina, dll.
C; H; O; N	Amida, Asam Amino, Protein
C; H; O; P	Lipida
C; H; O; N; P	Asam Nukleat
C; H; O; N; P; S	Protein

B. SENYAWA HIDROKARBON

1. Hidrokarbon Dan Penggolongannya

Sesuai dengan namanya, hidrokarbon merupakan golongan senyawa karbon yang mengandung hanya unsur C dan unsur H.



Gbr 9.3 Bagan Skematik Klasifikasi Hidrokarbon

Berdasar struktur rantai atom C, hidrokarbon dapat dibedakan atas hidrokarbon alifatik (terbuka) dan hidrokarbon siklik (lingkar). Sedangkan berdasar pada jenis ikatan kovalen antar atom C, hidrokarbon dapat dibedakan atas hidrokarbon jenuh (hanya memiliki ikatan tunggal C–C), dan hidrokarbon tak-jenuh (memiliki ikatan rangkap-2: C=C, atau ikatan rangkap-3: C≡C). Berarti juga dikenal hidrokarbon alifatik jenuh dan hidrokarbon alifatik tak-jenuh; begitu juga hidrokarbon siklik. (Lihat Gbr 9.3.)

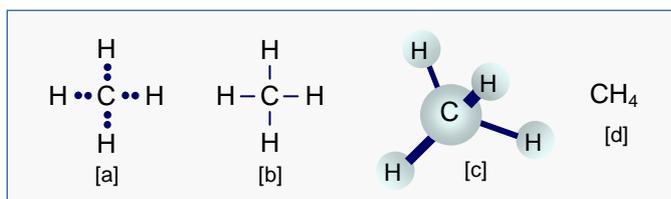
Hidrokarbon merupakan senyawa organik yang tak larut dalam air; mudah terbakar dengan membebaskan kalor yang tinggi. Pada pembakaran sempurna menghasilkan air, H₂O dan gas karbon dioksida, CO₂; dan bila tak-sempurna, selain H₂O dan CO₂ juga dihasilkan gas karbon monoksida, CO dan kadang-kadang jelaga, C.

Kelompok hidrokarbon yang akan dibahas pada bab ini hanya meliputi **alkana** (berikatan tunggal: C-C); **alkena** (hanya memiliki 1 ikatan rangkap-2: C=C), dan **alkuna** (hanya memiliki 1 ikatan rangkap-3: C≡C).

2. Alkana

Alkana merupakan hidrokarbon alifatik jenuh (yakni hidrokarbon berkerangka ikatan C tunggal terbuka). Kelompok senyawa ini sering disebut *parafin* karena sifatnya yang kurang reaktif. (*Parafin* berasal dari kata “*parum*” berarti sedikit, dan “*affinis*” berarti *gabung*; atau “*parum affinis*” yang berarti “berdaya gabung kecil”.)

Molekul alkana yang paling sederhana adalah metana, CH₄.



Gbr 9.4 **Molekul Metana**: [a] Struktur Lewis; [b] Struktur Ikatan; [c] Bentuk Ruang Molekul; dan [d] Rumus Molekul.

Struktur ikatan yang ditunjukkan pada Gbr 9.4c di atas akan selalu diterapkan untuk membahas molekul senyawa alkana lainnya. Struktur ikatan sepuluh senyawa alkana pertama yang mulai melibatkan ikatan antar 2 atom C, antar 3 atom C, dan seterusnya terusun seperti diperlihatkan pada Tabel 9.3.

Rumus umum alkana adalah **C_nH_{2n+2}** (n = 1,2,3,...).

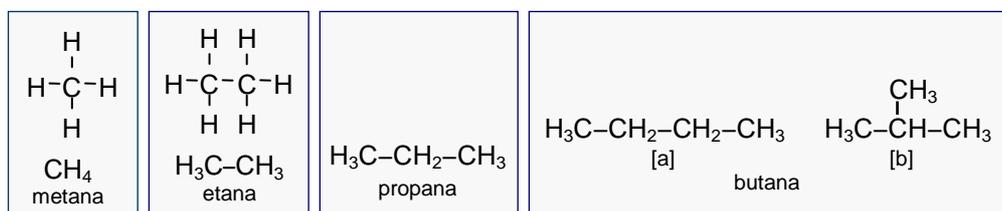
Ikatan antar atom C merupakan ikatan kovalen tunggal.

Tabel 9.3 Keempat-pelasan senyawa alkana pertama

n	Rumus	Nama	n	Rumus	Nama
1	CH ₄	metana	8	C ₈ H ₁₈	Oktana
2	C ₂ H ₆	etana	9	C ₉ H ₂₀	Nonana
3	C ₃ H ₈	propana	10	C ₁₀ H ₂₂	Dekana
4	C ₄ H ₁₀	butana	11	C ₁₁ H ₂₄	Undekana
5	C ₅ H ₁₂	pentana	12	C ₁₂ H ₂₆	Dodekana
6	C ₆ H ₁₄	heksana	13	C ₁₃ H ₂₈	Tridekana
7	C ₇ H ₁₆	Heptana	14	C ₁₄ H ₃₀	Tetradekana

Dari tabel 9.3 tampak bahwa antar senyawa alkana membentuk deret homolog dengan pembeda sebesar sebuah gugus berupa gugus CH₂ (gugus metilen).

Struktur senyawa alkana dari n=1 s.d n=4 adalah sebagai berikut.



Menyimak struktur di atas, tampak bahwa butana (rumus molekul C₄H₁₀) memiliki 2 rumus struktur ikatan, yakni struktur [a] dan struktur [b]. Dikatakan, butana memiliki 2 isomer.

Isomer adalah senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi rumus struktur ikatannya berbeda. Peristiwa yang melibatkan terjadinya isomer disebut **isomeri**.

(Semakin panjang rantai C suatu senyawa karbon semakin banyak isomernya.)

Dua isomer dari butana adalah 2 senyawa yang berbeda baik sifat fisis maupun sifat kimianya. Dengan demikian, kedua isomer itu pun harus diberi nama kimia berbeda sesuai dengan struktur ikatan kimianya. Struktur [b] dari butana mengikat 2 buah gugus metil. (Lihat: Tabel 9.4.).

Nama struktur [a] adalah *n*-butana (baca: normal butana).

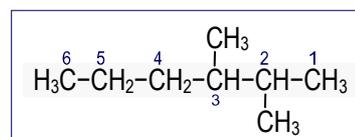
Nama struktur [b] adalah 2-metil-propana.

Tabel 9.4 Rumus dan Nama Gugus Alkil

Rumus gugus:	C _n H _{2n+1} —	CH ₃ —	C ₂ H ₅ —	C ₃ H ₇ —	C ₄ H ₉ —	C ₅ H ₁₁ —
Nama gugus:	alkil	metil	etil	propil	butil	amil

Aturan tatanama senyawa organik mengacu pada Aturan IUPAC seperti berikut.

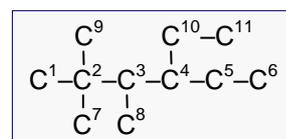
- (1) Perhatikan rumus struktur di sebelah ini.
- (2) Tetapkan rantai atom C terpanjang sebagai rantai utama, dan tetapkanlah jumlahnya. [Diperoleh: 6 atom C, dinamai **heksana**.]
- (3) Berilah nomor urut dari salah satu ujung rantai utama. Pilih ujung yang terdekat dengan cabang (gugus terikat). [Diperoleh: penomoran seperti tergambar.]
- (4) Tetapkan nomor atom C yang mengikat gugus. [Diperoleh: no. 2 dan no. 3]
- (5) Namai gugus-gugus terikat sesuai nomor. [Diperoleh: **2-metil-3-metil-**]
- (6) Gabungkan nama gugus bernomor dengan nama rantai utamanya. Diperoleh: 2-metil-3-metil-heksana, disingkat sebagai **2,3-dimetil-heksana**.



Catatan:

Jenis atom C dalam struktur ikatannya:

- 1) Atom C-primer, yakni atom C yang mengikat langsung hanya 1 atom C. [Contoh: C₁; C₆; C₇; C₈; C₉; C₁₁.]
- 2) Atom C-sekunder, yakni atom C yang mengikat langsung 2 atom C. [Contoh: C₅; dan C₁₀.]
- 3) Atom C-tersier, yakni atom C yang mengikat langsung 3 atom C. [Contoh: C₃; C₄.]
- 4) Atom C-kuarterner, yakni atom C yang mengikat langsung 4 atom C. [Contoh: C₂.]



Sifat Fisis Alkana

Beberapa sifat fisis alkana terutama wujudnya dapat dilihat pada Tabel 9.5. Dari data Tabel 9.5, alkana dengan jumlah atom C: a) C₁–C₄ berwujud gas; b) C₅–C₁₇ berwujud cair; dan c) alkana dengan jumlah atom C > 17 berwujud padat.

Tabel 9.5. Titik Leleh Dan Titik Didih Senyawa Alkana

Jumlah Atom C	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)
C ₁	-183	-162
C ₂	-172	-89
C ₃	-187	-42
C ₄	-135	-0,5
C ₅	-130	36
C ₆	-94	68,7
C ₇ –C ₁₇	-91–22	98–300
C ₁₈	28	310
C ₁₉	32	330
≥ C ₂₀	≥ 36	> 330

Sifat Kimia

Nama parafin yang diberikan kepada senyawa alkana seperti yang telah disebutkan di atas menunjukkan bahwa sifat kimia senyawa alkana pada umumnya kurang reaktif (sukar bereaksi) dengan zat lain.

Alkana dapat terbakar (bereaksi dengan oksigen) setelah mencapai titik bakarnya disertai dengan pelepasan kalor tinggi.

Keberadaan

Senyawa-senyawa alkana merupakan komponen terbesar penyusun minyak bumi. Sedangkan senyawa alkana rendah (berwujud gas) banyak ditemukan sebagai gas alam (gas bumi). Alkana diperoleh dari proses penyulingan minyak bumi dan pengolahan gas alam.

Kegunaan Alkana

Alkana memiliki kegunaan yang luas. Alkana rendah (berwujud gas) sebagai bahan bakar gas, dan diperdagangkan dalam kemasan berwujud cair. Gas alam cair (**LNG**; *liquefied natural gas*) berasal dari gas alam (gas bumi) dengan kandungan utama alkana C₁ 50-99%. Sedangkan **Elpiji** (**LPG**, *liquefied petroleum gas*) merupakan campuran propana dan butana; sebagai hasil pemrosesan gas alam atau minyak bumi. Alkana cair seperti avtur, bensin, solar, minyak tanah, dan lain-lain digunakan sebagai bahan bakar dan pelarut.

Sementara alkana tinggi seperti minyak pelumas, vaselin dan parafin digunakan untuk pelumas, kosmetik, lilin, dll.

3. Alkena, dan Alkuna

Perhatikanlah rumus umum dan struktur ikatan dari alkana, alkena, dan alkuna yang ditunjukkan pada Tabel 9.6.

Tabel 9.6 Rumus umum, nama, dan struktur ikatan dari alkana, alkena, dan alkuna

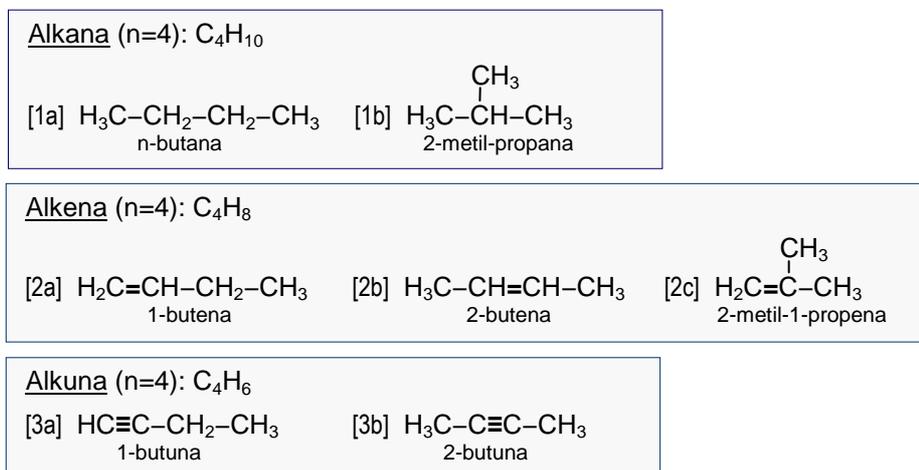
	ALKANA, C_nH_{2n+2}	ALKENA, C_nH_{2n}	ALKUNA, C_nH_{2n-2}
n = 1	CH ₄ (metana)	-	-
n = 2	C ₂ H ₆ (etana) H ₃ C-CH ₃	C ₂ H ₄ (etena) H ₂ C=CH ₂	C ₂ H ₂ (etuna) HC≡CH
n = 3	C ₃ H ₈ (propana) H ₃ C-CH ₂ -CH ₃	C ₃ H ₆ (propena) H ₂ C=CH-CH ₃	C ₃ H ₄ (propuna) HC≡C-CH ₃
n = 4	C ₄ H ₁₀ (butana) H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	C ₄ H ₈ (butena) H ₂ C=CH-CH ₂ -CH ₃	C ₄ H ₆ (butuna) HC≡C-CH ₂ -CH ₃

Dari tabel diperoleh bahwa,

- (1) Nama rantai alkena dan alkuna mengacu pada alkana, hanya dengan mengubah akhiran -ana dengan -ena dan -una.
- (2) Senyawa alkena dan alkuna paling sederhana, masing-masing adalah etena dan etuna.
- (3) Struktur ikatan masing-masing senyawa berbeda dalam hal:
 - Alkana berikatan jenuh (seluruhnya berikatan tunggal).
 - Alkena memiliki sebuah ikatan tak-jenuh, yakni ikatan rangkap-2.
 - Alkuna memiliki sebuah ikatan tak-jenuh, yakni ikatan rangkap-3.

Dari Tabel 9.6 juga memperlihatkan bahwa mulai dari n=4 setiap rumus molekul memiliki lebih dari sebuah struktur ikatan (terjadi isomeri). Tata nama dari setiap struktur ikatan alkena dan alkuna pun tetap mengacu pada tata nama alkana.

Perhatikan rumus molekul senyawa (n=4) untuk alkana, alkena, dan alkuna di atas lalu cermatilah struktur ikatan yang mungkin (isomer) serta nama dari setiap struktur berikut.



Tampak bahwa,

- Alkana untuk RM C₄H₁₀ memiliki 2 buah struktur ikatan (ada 2 isomer).
- Alkena untuk RM C₄H₈ memiliki 3 buah struktur ikatan (ada 3 isomer).
- Alkuna untuk RM C₄H₆ memiliki 2 buah struktur ikatan (ada 2 isomer).

Catatan:

Isomer dapat dibedakan atas **isomer struktur** dan **isomer posisi**. Isomer struktur diperoleh dari perbedaan kedudukan gugus atom (contoh: [1a] dan [1b]); sementara isomer posisi diperoleh dari perbedaan kedudukan gugus fungsi (contoh: [2a] dan [2b]).

Sifat Fisis Alkena dan Alkuna

Beberapa sifat fisis dari senyawa alkena dan senyawa alkuna diikhtisarkan menurut Tabel 9.7.

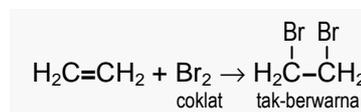
Tabel 9.7 Beberapa Sifat Fisis Senyawa Alkena dan Senyawa Alkuna.

R.M	Nama Seny Alkena	T.l (°C)	T.d (°C)	R.M	Nama Seny Alkuna	T.l (°C)	T.d (°C)
C ₂ H ₄	etena	-169	-104	C ₂ H ₂	etuna (asetilen)	-84,0	-81,5
C ₃ H ₆	propena	-185	-47	C ₃ H ₄	propuna	-23,2	-102,7
C ₄ H ₈	1-butena	-	-6,3	C ₄ H ₆	1-butuna	8,1	-122,5
C ₄ H ₈	2-butena	-127	-1,4	C ₄ H ₆	2-butuna	27	-32,3
C ₄ H ₈	2-metil-1-propena	-141	-7				

Keterangan: R.M = rumus molekul; T.l = titik leleh; T.d = titik didih.

Sifat Kimia Alkena Dan Alkuna

Sifat kimia alkena dan alkuna berbeda dengan alkana dimana keduanya lebih reaktif dari alkana. Adanya ikatan rangkap menyebabkan alkena dan alkuna dapat bereaksi dengan zat lain misalnya dengan air klor atau air brom.



Kegunaan Alkena Dan Alkuna

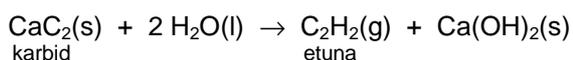
Beberapa senyawa alkena digunakan sebagai bahan mentah untuk pembuatan beberapa polimer (misalnya plastik, paralon, karet, dll.).

Etuna (dan juga beberapa alkuna lainnya) memiliki kegunaan luas sebagai bahan penting untuk industri kimia (pembuatan berbagai senyawa organik) seperti asam asetat (cuka), aseton, dan pembuatan beberapa polimer (seperti plastik, paralon, dsb.). Etuna adalah gas yang bila dibakar akan memberikan nyala api amat terang (untuk penerang); dan bila dibakar sempurna bersama oksigen (berlebih) dapat memberikan kalor yang amat tinggi (mencapai 2500°C). Karena itu etuna dipergunakan sebagai gas penerang dan untuk mengelas (menyambung/ memotong) berbagai logam dan baja.

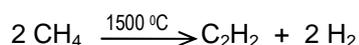
Pembuatan Alkena Dan Alkuna

Etuna (atau etilena, C₂H₂) adalah gas yang tidak berwarna yang terjadi pada penyulingan kering batubara. Dapat diperoleh secara besar-besaran dari pengolahan terhadap hasil suling minyak bumi atau pengolahan gas alam.

Etuna (atau, asetilena; C₂H₂) dapat dibuat dengan mereaksikan karbid (CaC₂) dengan air. Gas etuna yang keluar sebenarnya tidak berbau dan tidak berwarna. Bau yang keluar dari karbit disebabkan oleh bercampurnya gas etuna dengan gas H₂S dan fosfin (PH₃) dari karbit karena karbit mengandung C₃P₂ dan CaS.

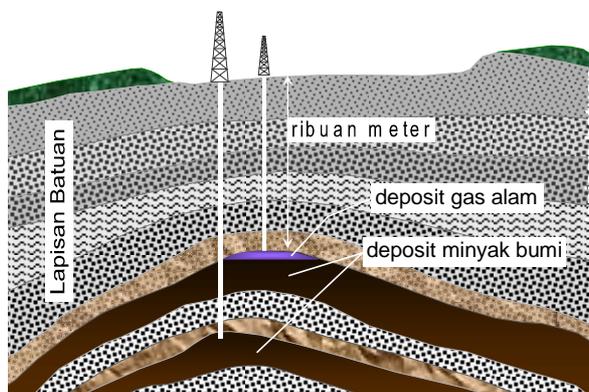


Secara industrial, etuna dibuat berdasarkan pada reaksi:



C. MINYAK BUMI DAN GAS ALAM

Minyak bumi (atau *petroleum*; *petra* = batu, *oleum* = minyak) merupakan bahan tambang berupa cairan kental berwarna hitam sampai coklat-kehi-jauan yang terdiri atas campuran kompleks dari senyawa hidrokarbon, senyawa organik lain, dan sejumlah kecil senyawa belerang dan senyawa nitrogen. Sedangkan, gas alam (natural gas) merupakan campuran gas dari metana, propana, dan butana.

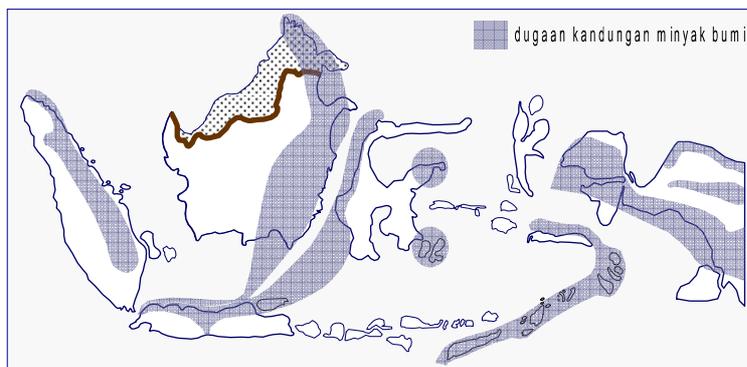


Gbr 9.5 Tambang Minyak Bumi

Cadangan gas alam dan minyak bumi biasanya berada bersama dan ditemukan pada lapisan batuan-pori, beberapa ribu meter di bawah permukaan bumi.

Indonesia semula termasuk negara produsen minyak. Namun sejak 1995, meningkatnya kebutuhan dalam negeri, Indonesia mulai mengimpor minyak bakar.

Minyak bumi dan terutama gas alam merupakan sumber devisa bagi negara kita di samping menjadi sumber energi dan sumber bahan baku industri petrokimia di dalam negeri. Diduga daerah-daerah di Nusantara yang banyak mengandung cadangan minyak dan gas antara lain di sepanjang P. Sumatera membujur dari Utara ke Selatan melalui dataran rendah bagian Timur; bagian Utara P. Jawa dan P. Madura; di bagian Tenggara dan Timur dari P. Kalimantan, dan di kepala burung P. Irian.



Gbr 9.6 Perkiraan kandungan minyak bumi di Wilayah Indonesia.

Catatan:

Menurut OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries), suatu negara tergolong produsen minyak bumi jika memenuhi 1/3 dari kuota OPEC. Kini kuota ini tidak dipenuhi oleh Indonesia, karena menyusutnya produk minyak nasional.

Pembentukan Minyak Bumi Dan Gas Alam

Minyak bumi (dan juga gas alam) terbentuk dari penguraian tumbuhan dan hewan laut melalui proses fisis dan proses kimia selama jutaan tahun.

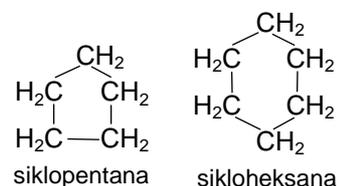
Lapisan dan permukaan bumi mengalami perubahan besar sebagai peristiwa alam. Pergeseran lapisan bumi mengubah letak tumbuhan/hewan menuju celah atau pori-pori

lapisan batu di perut bumi bersuhu dan bertekanan tinggi. Proses kimia yang lama (jutaan tahun) menyebabkan tumbuhan/hewan itu terurai dengan membentuk gas (sebagai gas alam) dan cairan kental (sebagai minyak bumi).

Komponen Minyak Bumi Dan Gas Alam

Komposisi minyak bumi (atau minyak mentah) di berbagai cadangan yang ditemukan agak berbeda bergantung pada daerah darimana minyak itu berada.

Misalnya, minyak mentah dari Amerika terutama terdiri dari alkana. Sementara minyak mentah dari Indonesia selain alkana juga mengandung hidrokarbon siklik (berupa siklopentana dan sikloheksana).



Selain itu, kadang minyak bumi mengandung sedikit senyawa belerang ($\pm 1,0\%$) dan senyawa nitrogen (kurang dari $0,1\%$) bergantung pada asalnya. Kedua senyawa ini tidak dikehendaki dan harus disingkirkan karena akan menurunkan kualitas hasil (menyebabkan polusi). Minyak mentah Indonesia tergolong berkualitas tinggi karena sangat kecil kandungan belerangnya.

Gas alam berupa campuran gas hidrokarbon-jenuh yang terdiri dari gas metana (CH_4 ; 50-90%), bersama sejumlah kecil gas-gas etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), dan butana (C_4H_{10}).

Pengolahan Minyak Bumi Dan Gas Alam

Komponen penyusun minyak bumi dipisahkan melalui teknik penyulingan yang disebut distilasi bertingkat (distilasi fraksional). Teknik penyulingan berdasar perbedaan titik didih ini, memisahkan komponen minyak bumi menjadi beberapa campuran yang lebih sederhana. Campuran inilah yang dinamakan fraksi minyak bumi. Komponen dari masing-masing fraksi minyak bumi dapat dirinci seperti ditunjukkan pada Tabel 9.8.

Tabel 9.8 Fraksi-fraksi Minyak Bumi

FRAKSI	Jumlah Atom C	Rentang t.d ($^{\circ}\text{C}$)	Kegunaan
1. Gas Ringan	$\text{C}_1 - \text{C}_4$	< 20	bahan bakar (LNG) alkohol; karet; plastik bahan bakar (ELPIJI)
a. Metana dan Etana	$\text{C}_1 - \text{C}_2$	(gas)	
b. Olefin (alkena)	$\text{C}_2 - \text{C}_4$	< 20	
c. Propana dan Butana	$\text{C}_3 - \text{C}_4$	< 20	
2. Gasolin	$\text{C}_5 - \text{C}_{11}$	20–200	bahan bakar ; pelarut bahan bakar motor; pelarut pelarut
a. Petroleum eter	$\text{C}_5 - \text{C}_6$	30–60	
b. Bensin	$\text{C}_6 - \text{C}_8$	60–100	
c. Nafta	$\text{C}_8 - \text{C}_{11}$	100–200	
3. Kerosin (minyak tanah)	$\text{C}_{12} - \text{C}_{16}$	200–300	bahan bakar; pelarut
4. Minyak diesel (solar)	$\text{C}_{15} - \text{C}_{18}$	280–380	bahan bakar mesin berat
5. Minyak pelumas	$\text{C}_{16} - \text{C}_{20}$	300–400	pelumas mesin
6. Vaseline	$\text{C}_{18} - \text{C}_{22}$	380	pelumas; farmasi; kedokteran
7. Lilin parafin	$\text{C}_{20} - \text{C}_{30}$	t.l. 50–60	lilin penerang; pelapis kedap air
8. Kristal lilin	$\text{C}_{30} - \text{C}_{50}$	t.l. 80–90	plastik; dll.
9. Aspal	$> \text{C}_{50}$	–	cat; aspal jalan; dll.
10. Kokas	$> \text{C}_{50}$	–	metalurgi; elektroda; dll

Tabel 9.8 memperlihatkan, mengapa *minyak bumi* merupakan bahan alam amat penting. Hasil pengolahannya memberikan berbagai produk yang memiliki kegunaan amat luas mulai dari berupa bahan bakar, pelarut, pelumas, vaselin, lilin, aspal jalan, sampai pada berupa bahan baku bagi berbagai industri petrokimia (pembuatan zat kimia, detergen, pupuk, plastik, karet, kosmetik, dll.).

Dalam hal lain, *gas alam* pada saat dialirkan keluar biasanya mengandung sedikit air, belerang, dan pengotor lain. Untuk membebaskan pengotor ini, gas dilewatkan melalui apa yang disebut “menara pembersih”, dan barulah gas dialirkan melalui pipa-pengalir ke konsumen. Gas alam umumnya diperdagangkan di pasar bebas dalam keadaan cair (disebut gas alam cair; *liquefied natural gas*; **LNG**) yang dikemas dalam tabung baja tahan-karat.

Gas alam yang kandungan gas metananya rendah biasanya dilakukan suatu proses yang disebut *pencairan*. Pada proses ini, propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) yang mencair lebih dulu langsung dikemas dalam tabung baja tahan-karat sebagai elpiji (**LPG**; *liquefied petroleum gas*; gas petroleum cair). Sementara campuran yang masih berupa gas (sebagian besar metana, CH_4) dialirkan keluar untuk dicairkan dan dikemas sebagai LNG.

Catatan:

Gas alam dan juga LPG **tidak berbau**; bau LNG dan LPG yang diperdagangkan berasal dari “pembau kimia” yang sengaja ditambahkan agar kebocoran gas dapat diketahui dengan segera.

D. BENSIN

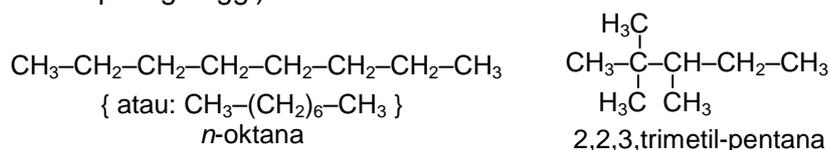
Komponen Bensin

Bensin adalah campuran alkana yang mengandung C_6-C_8 . Bensin dari hasil penyulingan minyak bumi tidak begitu banyak jumlahnya (25-45%). Untuk memenuhi kebutuhan akan bensin, salah satu cara yang dilakukan adalah memproduksinya melalui proses pemecahan yang disebut “cracking” yaitu proses pemecahan hidrokarbon tinggi pada suhu dan tekanan tinggi dengan bantuan katalis (pemercepat reaksi) menjadi hidrokarbon rendah (sebagai alkana dan alkena rendah). Bensin yang diperoleh dengan cara ini mutunya lebih baik dari bensin hasil penyulingan minyak bumi. Biasanya fraksi-minyak bumi yang diolah lebih lanjut dengan cara tersebut adalah fraksi $C_{15}-C_{18}$.

Mutu Bensin

“Mutu bensin” ditentukan oleh mudah-tidaknya bensin itu mengalami ketukan (knocking). Bensin yang bermutu adalah bensin yang sukar mengalami ‘knocking’, atau dengan kata lain, bensin bermutu adalah bensin beranti-ketuk tinggi. Ketukan akan berkurang oleh bertambahnya cabang dan rantai pada alkana. Mutu bensin terus dikembangkan agar bersifat tidak boros pada saat proses pembakaran dalam mesin kendaraan.

Bensin yang hanya mengandung senyawa n-oktana memberikan jumlah ketukan paling tinggi (anti-ketuk paling rendah), sedangkan senyawa 2,2,4-trimetil-pentana (merupakan turunan oktana) memberikan jumlah ketukan paling rendah (sebagai bensin beranti-ketuk paling tinggi).



Karenanya, mutu bensin mengacu kepada kedua senyawa tersebut dengan menerapkan suatu nilai yang disebut **nilai oktan**. Senyawa *n*-oktana diberi nilai oktan 0, sedangkan senyawa 2,2,4-trimetil-pentana diberi nilai oktan 100.

Suatu bensin yang mengandung campuran 85% 2,2,4-trimetil-pentana dan 15% heptana; dikatakan bensin itu bernilai oktan 85. Makin tinggi nilai oktannya, makin bermutu bensin tersebut; artinya knocking sukar terjadi dan bensinnya bersifat hemat.

Cara untuk meningkatkan nilai oktan (mengurangi ketukan) adalah dengan menambahkan zat anti-ketukan. Zat jenis ini yang ditambahkan untuk tujuan tersebut adalah **TEL** {*tetraethyl-lead*; tetraetil-timbal, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ }. Penambahan 2 sampai 3 ml TEL per galon dapat meningkatkan nilai oktan 10-15. Bensin dengan nilai oktan 80 dan telah diberi TEL dikenal sebagai bensin premium, sedangkan bensin super memiliki nilai oktan 95.

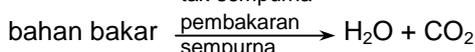
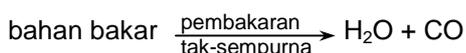
Adanya TEL dalam bensin dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (menimbulkan masalah kesehatan). Debu Pb yang bertebaran di udara dari gas buang kendaraan sangat membahayakan kesehatan karena Pb merupakan racun berbahaya yang dapat menimbulkan anemia. Kini TEL sudah mulai dikurangi penggunaannya dan sebagai penggantinya adalah **MTBE** (metil-tercierbutil-eter).

Dampak Bensin

Penggunaan bensin sebagai bahan bakar kendaraan dapat memberikan dampak pada lingkungan kehidupan.

Bensin yang mengandung senyawa belerang akan menghasilkan gas buang yang mengandung gas oksida belerang. Gas ini mencemari udara; selain bersifat racun juga dapat menyebabkan hujan asam yang merugikan karena gas tersebut melarut dalam air hujan membentuk asam yang bersifat korosif.

Pembakaran bensin tak-sempurna (pada mesin kendaraan tua) akan menghasilkan gas CO (karbon monoksida) di samping gas CO_2 (karbon dioksida) Kedua gas ini akan masuk ke udara dan mengubah komposisi udara; udara sekitar tidak lagi bersih tetapi telah tercemar.

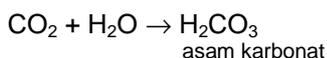


Catatan:

- **Pembakaran tak-sempurna** biasanya menghasilkan campuran CO, CO_2 , serta jelaga (partikel-partikel karbon). Oleh karena itu bensin masih dianggap sebagai sumber utama pencemaran udara (terutama di daerah transportasi padat).
- **Gas CO** bersifat racun berbahaya dan sangat mencemari udara. Menghirup udara ber-CO sangat membahayakan kesehatan. Molekul CO terikat lebih kuat oleh hemoglobin darah daripada O_2 (200 kali lebih kuat dari ikatan O_2 -hemoglobin. Darah yang seharusnya berfungsi untuk mengangkut O_2 ke seluruh tubuh menjadi hilang fungsinya karena teracuni oleh gas CO. Menghirup udara tercemar berat oleh gas CO dapat membuat manusia lesu, lemas, kurang bergairah, dan mudah mengantuk sebagai akibat tidak berfungsinya darah sebagai pengangkut oksigen. Menghirup CO berlebihan dapat menyebabkan kematian.

Kadar gas CO di udara yang diperbolehkan hanya sampai 0,01% (persen-volum) atau 100 ppm. Udara di lokasi padat lalu lintas kendaraan, dan lokasi pemberhentian kendaraan (stasiun dan lampu lalu lintas) diperkirakan mengandung CO lebih dari 40 ppm. Terlalu sering berada di lingkungan udara ber-CO akan meningkatkan racun ini dalam darah.

- **Gas CO_2** pun berdampak negatif terhadap lingkungan kehidupan. Selain mengubah komposisi udara, adanya CO_2 di udara menyebabkan terjadinya hujan asam.



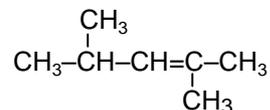
Hujan asam sangat merugikan karena dapat mempercepat kerusakan pada logam dan bangunan/gedung (batu dan kayu).



L

LATIHAN 9.1

01. Cobalah nyatakan struktur ikatan yang mungkin dari senyawa pentana; dan kemudian berilah nama untuk setiap strukturnya.
02. Tuliskan struktur dari 2,2,3-trimetil-pentana.
03. Apa nama senyawa dengan rumus struktur di samping ini.
04. Tuliskan reaksi etuna dengan air brom.
05. Apa yang dimaksud dengan bensin.



R

RANGKUMAN 9.1

- Kekhasan atom karbon adalah dapat membentuk berbagai tipe ikatan kovalen, dan dapat membentuk ikatan antar atom-atomnya baik lurus, bercabang maupun melingkar.
- Hidrokarbon merupakan kelompok senyawa organik yang tersusun hanya dari C dan H. Hidrokarbon dapat dibedakan berdasarkan sifat ikatan dan sifat rantai dari atom-atom C.
- Alkana merupakan hidrokarbon alifatik jenuh dengan rumus umum C_nH_{2n+2} .
- Alkena merupakan hidrokarbon alifatik tak-jenuh yang memiliki sebuah ikatan $C=C$ (ikatan kovalen rangkap-2), dan mempunyai rumus umum, C_nH_{2n} .
- Alkuna merupakan hidrokarbon alifatik tak-jenuh yang memiliki sebuah ikatan $C\equiv C$ (ikatan kovalenrangkap-3), dan mempunyai rumus umum, C_nH_{2n-2} .
- Isomeri adalah peristiwa yang dijumpai dalam senyawa organik yang mempunyai rumus molekul sama tetapi struktur ikatannya berbeda.
- Minyak bumi adalah bahan tambang berupa cairan kental berwarna hitam sampai coklat-kehijauan dimana hidrokarbon sebagai komponen utamanya; digolongkan sebagai sumber daya alam yang tak dapat diperbaharui.
- Bensin (gasolin) adalah campuran isomer alkana dengan C_7-C_8 yang diperoleh dari distilasi minyak bumi dan proses "cracking"; digunakan sebagai bahan bakar penting dan sebagai pelarut. Bahan bakar bensin merupakan sumber utama pencemaran udara.



TES FORMATIF 9.1

01. Berikut ini merupakan sifat khas atom karbon kecuali ...
- dapat membentuk beberapa tipe ikatan kovalen.
 - dapat membentuk ikatan ion antar atom C.
 - dapat membentuk rantai atom C terbuka (alifatik)
 - dapat membentuk rantai atom C melingkar (siklik)
02. Yang tidak tepat mengenai perbedaan antara senyawa organik dan senyawa anorganik ialah
- umumnya senyawa organik lebih reaktif dari senyawa anorganik.
 - umumnya senyawa organik dapat terbakar; senyawa anorganik tidak dapat terbakar.
 - umumnya senyawa organik bertitik leleh rendah; senyawa anorganik bertitik leleh tinggi.
 - senyawa organik hanya dapat dihasilkan oleh makhluk hidup; senyawa anorganik berasal dari makhluk tak-hidup.
03. Kelompok senyawa berikut ini mana yang merupakan kelompok senyawa organik?
- Asam asetat, asam sulfat, natrium klorida.
 - Kalsium hidroksida, karbon dioksida, asam klorida.
 - Asam karbonat, asam formiat, natrium hidroksida.
 - Asam cuka, alkohol, gula.
04. Alkana yang paling sederhana memiliki rumus molekul:
- CH
 - CH₂
 - CH₄
 - CH₆
05. Di bawah ini merupakan sifat-sifat alkana kecuali
- tidak memiliki ikatan rangkap.
 - mempunyai rumus umum C_nH_{2n+1}.
 - alkana dengan rantai C₁-C₄ berwujud gas pada suhu kamar.
 - senyawa alkana umumnya sukar bereaksi.
06. Alkana lurus dengan rantai C₁-C₄ secara berurutan mempunyai nama
- metana, etana, propana, tetra. C. metana, propana, etana, *n*-butana.
 - metana, etana, propana, butana D. metana, etana, propana, pentana.
07. Mana nama yang tepat dari senyawa dengan struktur ikatan di bawah ini?
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$$
- 2-metil-4-etil-pentana
 - 2-etil-4-metil-pentana
 - 2,4-dimetil-heksana
 - 1,1,3-trimetil-pentana
08. Alkana dengan nama *n*-heptana mempunyai rumus molekul
- C₆H₁₄ dengan berantai cabang.
 - C₆H₁₄ dengan berantai lurus.
 - C₇H₁₆ dengan berantai lurus.
 - C₇H₁₆ dengan berantai cabang.

09. Manakah yang merupakan isomer dari 2-metil-butana?
 A. 2-metil-pentana
 B. *n*-pentana
 C. Isopentana.
 D. 2,2-dimetil-propana
10. Alkana memiliki beberapa kegunaan seperti di bawah ini kecuali
 A. untuk pelumas
 B. sebagai pelarut
 C. untuk pengelasan logam/baja
 D. sebagai bahan bakar
11. Alkena dengan rumus molekul C_5H_{10} memiliki struktur ikatan: $H_3C-C=CH-CH_3$
 Nama senyawa ini adalah ...
 $\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}$
 A. 2-pentena
 B. 2-metil-2-butena
 C. 3-metil-2-butena
 D. 1,1-dimetil-1-propuna
12. Kegunaan senyawa alkena adalah untuk ...
 A. pelarut senyawa organik.
 B. bahan bakar pesawat.
 C. bahan baku pembuatan asam asetat.
 D. bahan pembuatan paralon dan plastik.
13. Manakah yang merupakan rumus umum alkuna?
 A. C_nH_{2n}
 B. C_nH_{2n+1}
 C. C_nH_{2n-1}
 D. C_nH_{2n-2}
14. Kualitas bensin terutama ditentukan oleh ...
 A. Nilai oktannya yang rendah.
 B. Nilai oktannya yang tinggi.
 C. Jumlah rantai atom C-nya yang tinggi.
 D. Kualitas minyak bumi yang digunakan.
15. Selain oksida karbon yang beracun, kendaraan yang menggunakan bensin-TEL (atau premium) juga akan mengeluarkan partikel zat berbahaya (merusak syaraf dan anemia) berupa:
 A. Pb
 B. Fe
 C. Zn
 D. Cu



BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Periksalah jawaban Sdr terhadap Tes Formatif 9.1 dengan cara mencocokkannya dengan Kunci Jawaban Tes yang disajikan pada halaman akhir Bahan Belajar Mandiri ini. Sdr dapat mengukur tingkat penguasaan (TP) Materi Kegiatan Belajar Mandiri 9.1 dengan cara menghitung jumlah jawaban yang benar (JJB) kemudian substitusikan ke dalam Rumus Tingkat Penguasaan berikut.

$$\text{Rumus : TP} = \frac{\text{JJB}}{15} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan (TP):

80% - 100%	=	Baik sekali
70% - 79%	=	Baik
60% - 69%	=	Cukup
< 59%	=	Kurang

Bila Sdr mencapai TP minimal sebesar 70%, anda dapat meneruskan untuk melaksanakan Kegiatan Belajar 9.2. Namun bila kurang dari 80%, Sdr harus mempelajari kembali Kegiatan Belajar 9.1 terutama pada materi belum Sdr kuasai.

