



**REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA**

**SURAT PENCATATAN CIPTAAN**

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta yaitu Undang-Undang tentang perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra (tidak melindungi kekayaan intelektual lainnya), dengan ini menerangkan bahwa hal-hal tersebut di bawah ini telah tercatat dalam Daftar Umum Ciptaan:

- I. Nomor dan tanggal permohonan : C00201604537, 07 November 2016
- II. Pencipta  
Nama : **1. JASLIN IKHSAN, M.App.SC., Ph.D.;**  
**2. DIAN ERNAWATI, S.Pd.**  
Alamat : Dusun Jobohan Rt.002 Rw.002, Kel. Bokoharjo  
Kec. Prambanan, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta.  
Kewarganegaraan : Indonesia
- III. Pemegang Hak Cipta  
Nama : **Dr. SUYANTA, M.Si.**  
Alamat : LPPM UNY, Jalan Colombo No.1  
Karangmalang, D.I. Yogyakarta 55281.  
Kewarganegaraan : Indonesia
- IV. Jenis Ciptaan : Buku
- V. Judul Ciptaan : **AUGMENTED CHEMISTRY HIDROKARBON**
- VI. Tanggal dan tempat diumumkan  
untuk pertama kali di wilayah  
Indonesia atau di luar wilayah  
Indonesia : 15 Oktober 2016, di Bandung
- VII. Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung  
hingga 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta  
meninggal dunia.
- VIII. Nomor pencatatan : 085470

Pencatatan Ciptaan atau produk Hak Terkait dalam Daftar Umum Ciptaan bukan merupakan pengesahan atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang dicatat. Menteri tidak bertanggung jawab atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang terdaftar. (Pasal 72 dan Penjelasan Pasal 72 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta)

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
REPUBLIK INDONESIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b.  
DIREKTUR HAK CIPTA DAN DESAIN INDUSTRI



*Erni Widhyastari*  
Dr. Dra. Erni Widhyastari, Apt., M.Si.  
NIP. 196003181991032001

Augmented Chemistry

# HIDROKARBON

- Visualisasi 3 Dimensi
- Pendalaman Materi
- Contoh Soal & Pembahasan
- Uji Kompetensi



Dian Ernawati, S.Pd  
Jaslin Ikhsan, Ph.D





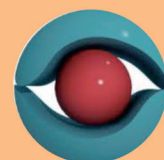
Augmented Chemistry

# HIDROKARBON

Disusun oleh:

**Dian Ernawati, S.Pd**

**Jaslin Ikhsan, Ph.D**



Support  
ARmedia\_Player



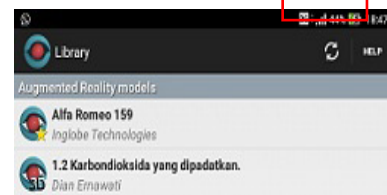
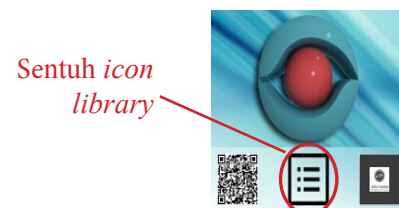
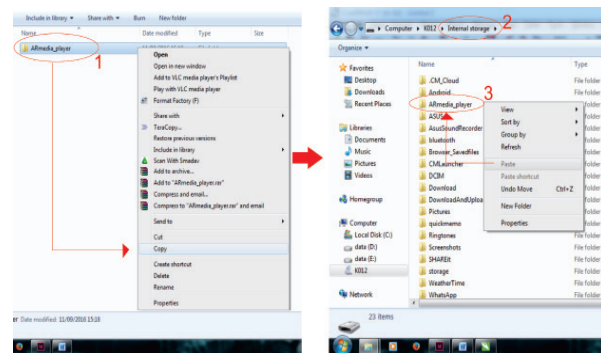
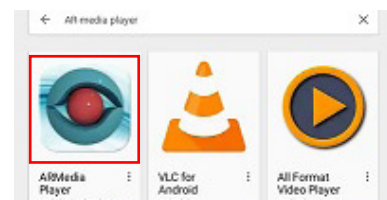
## Cara Cerdas Membaca Buku Ini

Materi yang disajikan dalam buku pengayaan ini sistematis, komunikatif dan interaktif. Berikut ini cara cerdas yang kami tawarkan kepada Anda untuk membaca dan memahami isi buku ini.

1. **Tujuan Pembelajaran** ditampilkan secara jelas pada setiap bab agar pembelajaran lebih terarah.
2. **Peta Konsep** disajikan di bagian awal bab yang berguna sebagai acuan untuk Anda dalam mempermudah mempelajari materi.
3. **Apersepsi** akan menjadi jembatan yang menyenangkan untuk mempelajari konsep baru.
4. **Telurium** “Telusur ilmu kimia” merupakan fitur tambahan pengetahuan yang sengaja ditampilkan untuk memperlihatkan kepada Anda bagaimana kimia berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.
5. **Uji Kompetensi** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu bab.
6. **Glosarium** merupakan pengertian dari istilah-istilah kimia untuk memudahkan Anda dalam memahami istilah dan konsep kimia yang terdapat dalam teks materi pembelajaran.
7. **Indeks** berisi rujukan kata-kata dalam bab yang memudahkan Anda dalam pemcarian kata-kata penting.
8. **Marker** merupakan informasi visual yang disajikan dalam bentuk gambar dengan bingkai hitam ditepin. Marker terdiri dari model animasi tiga dimensi struktur molekul dan video pembelajaran yang mendukung pemahaman Anda.

# Cara Menggunakan Augmented Reality

1. Unduh dan instal *software* AR-media player untuk android terlebih dahulu dari Google Play.
2. Cek penyimpanan *internal*, hapus jika terdapat folder ARmedia\_player.
3. *Copy folder* ARmedia\_player dari CD ke penyimpanan internal *smartphone*.
4. Jalankan aplikasi ARPlayer.
5. Pilih menu *library* (kotak berisi titik dan garis) di bawah logo simbol mata ARPlayer.
6. Pilih salah satu *Augmented Reality* model. Contoh model 1,2 Karbon dioksida yang dipadatkan.

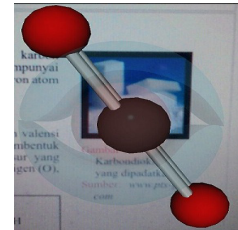


7. Pilih tanda simbol ARPlayer dibawah judul model.



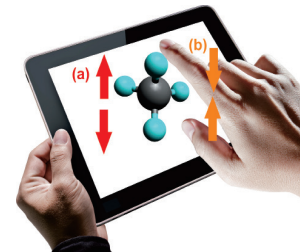
8. Arahkan kamera *smartphone* ke *marker*:

*Marker* adalah penanda untuk menampilkan 3 dimensi ketika disorot. *Marker* di dalam buku ini adalah semua gambar yang memiliki bingkai hitam ditepinya

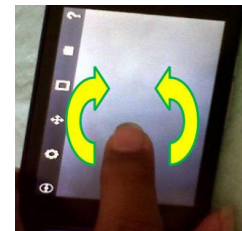


Ilustrasi 3D muncul

10. Gerakkan dua jari **(a)** saling menjauh untuk memperbesar dan **(b)** mendekat untuk memperkecil ilustrasi 3D.



11. Usapkan jari tangan memutar kekiri atau kekanan dilayar *smartphone* untuk memutar ilustrasi 3 dimensi kekiri ataupun ke kanan



12. Untuk file video, *double click* berfungsi sebagai *pause*, dan menjalankan video.



## Kata Pengantar

Beberapa materi kimia masih bersifat abstrak dan di luar jangkauan pemikiran peserta didik, sehingga diperlukan media yang tepat dalam penyampaiannya. Untuk meningkatkan pemahaman peserta didik, maka penulis mengembangkan buku pendamping yang dapat menjadi suplemen atau pengayaan terhadap materi ajar yang sifatnya masih terbatas pada buku teks pelajaran. Buku pengayaan ini memiliki tampilan yang lebih kreatif dan inovatif dengan ilustrasi tiga dimensi (3D), sehingga mampu merangsang minat belajar peserta didik. Objek 3D menjadi salah satu alternatif media untuk menyampaikan materi abstrak menjadi lebih konkret karena interaksi yang diberikan tampak begitu nyata.

Buku pengayaan yang dikembangkan berupa monograf “*Augmented Chemistry Hidrokarbon*” disertai pemodelan 3D, audio, dan video. Objek 3D dapat ditampilkan melalui laptop dan *smartphone* dengan bantuan *marker*. *Marker* ditandai dengan garis tebal berwarna hitam dan telah tercantum di dalam buku. Buku ini juga dilengkapi dengan CD berisi file 3D dan ACC “*Augmented Chemistry Card*” dalam bentuk kartu yang terlampir pada halaman terakhir. Di dalam ACC terdapat petunjuk instalasi software penampil objek 3D pada Windows dan “*QR code*” yang berfungsi mengunduh file 3D tanpa harus memindahkan file 3D dari CD.

Buku ini belum sempurna, saran dan kritik yang membangun dinantikan oleh penulis agar buku ini terus terbangun menjadi yang lebih baik. Penulis menyadari bahwa pada penulisan buku ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih penulis kepada semua pihak yang selalu mendukung dan memberikan semangat.

Terimakasih

Yogyakarta, Mei 2016

Penulis

# Daftar Isi

Cara Cerdas Membaca Buku ini.....	ii
Cara Menggunakan Augmented Reality.....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vi

## BAB 1 Alkana

A. Senyawa Karbon.....	2
B. Identifikasi Karbon.....	3
C. Struktur Alkana.....	11
D. Tata Nama Senyawa.....	13
E. Isomer.....	19
F. Sifat Fisik.....	22
G. Reaksi Pada Alkana.....	25
H. Pembuatan Alkana.....	30
I. Sumber dan Kegunaan Alkana.....	33
J. Uji Kompetensi I.....	42
K. Uji Kompetensi II.....	50

## BAB 2 Alkena

A. Pengertian.....	60
B. Struktur Alkena.....	60
C. Tata Nama Senyawa.....	62
D. Isomer.....	68
E. Sifat Fisik.....	75
F. Reaksi Pada Alkena.....	76

G. Pembuatan Alkena.....	83
H. Sumber dan Kegunaan Alkena.....	89
I. Uji Kompetensi 3.....	94
<b>BAB 3 Alkuna</b>	
A. Pengertian.....	106
B. Struktur Alkuna.....	106
C. Tata Nama Senyawa.....	107
D. Isomer.....	111
E. Sifat Fisik.....	113
F. Reaksi Pada Alkuna.....	115
G. Pembuatan Alkuna.....	125
H. Sumber dan Kegunaan Alkuna.....	128
I. Uji Kompetensi 4.....	130
<b>Glosarium.....</b>	<b>140</b>
<b>Indeks.....</b>	<b>143</b>
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>145</b>
<b>Kunci Jawaban.....</b>	<b>146</b>





# 1

# ALKANA

**A**nda tentu sudah tidak asing lagi dengan gasoline atau yang biasa disebut sebagai bensin. Kendaraan bermotor seperti motor, mobil, dan bus tidak dapat melaju tanpa bensin. Bensin merupakan senyawa organik yang mengandung komponen hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi. Apakah itu senyawa organik? Apakah senyawa organik selalu berasal dari makhluk hidup atau dapat dibuat dari bahan anorganik?

## Tujuan :

Setelah mempelajari materi dalam bab ini, Anda diharapkan dapat:

- mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan.
- menentukan atom C-primer, sekunder, tersier, dan kuartener dalam suatu senyawa.
- menentukan atom H primer, sekunder, dan tersier dalam suatu senyawa.
- memberi nama senyawa alkana berdasarkan sistem IUPAC.
- menggambarkan suatu struktur alkana yang diketahui nama senyawanya.
- menyimpulkan hubungan titik didih senyawa hidrokarbon dengan massa molekul relatif dan strukturnya.
- menentukan isomer struktur pada senyawa alkana.
- menuliskan reaksi-reaksi pada senyawa alkana dengan benar.
- menentukan hasil (produk) dari suatu reaksi.

## A. Senyawa Karbon

Secara garis besar, ahli kimia mengelompokkan senyawa-senyawa yang ada di alam semesta menjadi dua golongan besar, yaitu senyawa organik dan senyawa anorganik. Penggolongan tersebut didasarkan pada perbedaan sifat yang dimiliki masing-masing senyawa. Perhatikan tabel 1.1 mengenai sifat umum senyawa organik dan anorganik.

Tabel 1.1 Sifat Umum Senyawa Organik dan Anorganik

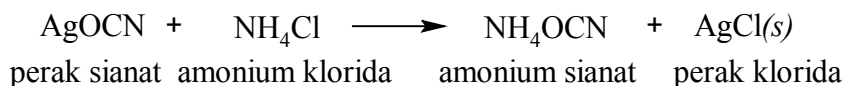
No	Sifat	Organik	Anorganik
1	Titik lebur dan titik didih	Rendah	Tinggi
2	Kelarutan	Sukar larut dalam air atau pelarut polar lainnya tetapi mudah larut dalam pelarut nonpolar seperti kloroform.	Mudah larut dalam air atau pelarut polar lainnya dan kurang larut dalam pelarut nonpolar.
3	Reaktivitas	Mudah terbakar	Sukar terbakar
4	Struktur senyawa	Lebih rumit	Lebih sederhana
5	Iktan kimia	Ikatan kovalen	Ikatan ion dan beberapa ikatan kovalen
6	Kecepatan reaksi	Bersifat lambat	Lebih cepat

*Vis vitalis*, senyawa organik hanya dapat dibuat jika ada pengaruh dari makhluk hidup.

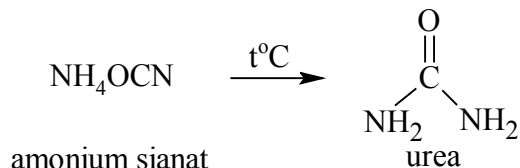
Pada tahun 1815, seorang ilmuwan Swedia bernama **Jons Jacob Berzelius (1779-1848)** menyatakan teori "*vis vitalis*". Teori "*vis vitalis*" berbunyi, senyawa organik hanya dapat dibuat apabila ada pengaruh dari **daya hidup** yang dimiliki makhluk hidup, sehingga terdapat anggapan bahwa senyawa organik tidak dapat dibuat melalui eksperimen di laboratorium.

Pada tahun 1828 "**daya hidup**" dapat dipatahkan oleh **Friedrich Wohler (1800-1882)**, seorang ahli kimia berkebangsaan Jerman. F. Wohler berhasil mensintesis senyawa organik urea (suatu komponen urin) dengan cara mereaksikan perak sianat dengan amonium klorida. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:





Ketika amonium sianat (senyawa anorganik) diuapkan untuk mendapatkan kristal, ternyata pada pemanasan yang terlalu lama menyebabkan amonium sianat berubah menjadi urea.



Beberapa tahun setelah penemuan Wohler, banyak ahli kimia lainnya yang mensintesis senyawa organik dari bahan anorganik seperti sintesis asam asetat oleh Kolbe (1845) dan sintesis metana oleh Berthelot (1846). Banyaknya bukti-bukti keberhasilan ini mengakibatkan istilah senyawa organik dan anorganik mengalami pergeseran. Sampai saat ini kedua istilah tersebut masih tetap dipertahankan karena jumlah senyawa organik lebih besar dibanding senyawa anorganik dan semua senyawa organik mengandung atom karbon.

Dengan berpijak pada kenyataan bahwa semua senyawa organik mengandung atom karbon, istilah senyawa karbon lebih rasional digunakan daripada senyawa organik. Salah satu senyawa karbon yang paling sederhana adalah hidrokarbon.

“Harus ku ceritakan kepada anda bahwa saya berhasil membuat urea tanpa bantuan ginjal manusia atau hewan. Amonium sianat adalah urea.”

F.Wohler kepada  
J.J.Berzelius  
22 Februari 1828  
*Sumber: webspaces.  
yale.edu*

## B. Identifikasi Karbon

**Hidrokarbon** merupakan senyawa karbon yang hanya berisi atom karbon dan atom hidrogen dengan perbandingan tertentu. Adanya unsur karbon dan hidrogen dalam hidrokarbon dapat dibuktikan dengan cara membakar sampel hidrokarbon, kemudian mengalirkan gas yang dihasilkan ke dalam air kapur. Hal ini akan menyebabkan air kapur menjadi keruh.

Sebagai contoh, pada pembakaran lilin ( $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ ) dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang ada di udara, kemudian hasil pembakarannya dialirkan ke dalam larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  1%, seperti ditunjukkan pada gambar 1.1.

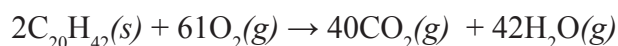
**Hidrokarbon,**  
senyawa karbon yang  
mengandung atom  
karbon dan hidrogen.



**Gambar 1.1** Identifikasi karbon menggunakan metode lilin.

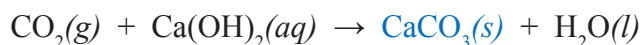
Sumber: <http://materi-kimia-sma.blogspot.co.id>

Ketika lilin terbakar, terjadi reaksi antara lilin dan gas oksigen yang ada di udara. Reaksi yang berlangsung adalah:

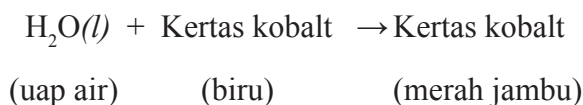


**Titik embun,** (*dew point*) adalah suhu dimana air mengembun dalam bentuk cair.

Gas  $CO_2$  dan  $H_2O$  hasil pembakaran akan mengalir melalui pipa menuju larutan  $Ca(OH)_2$  1%. Pada saat menuju larutan  $Ca(OH)_2$ , terjadi pendinginan oleh udara sehingga uap air hasil reaksi akan mencair. Hal ini dibuktikan dengan adanya tetesan air yang menempel pada saluran. Lain halnya dengan gas  $CO_2$ , gas  $CO_2$  mempunyai titik embun yang sangat rendah maka gas ini akan tetap menjadi gas dan akan bereaksi dengan  $Ca(OH)_2$ . Bukti adanya  $CO_2$  ditunjukkan oleh larutan menjadi keruh atau terbentuk endapan putih dari  $CaCO_3$ . Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Sedangkan, untuk menguji adanya  $H_2O$  hasil pembakaran, dilakukan dengan cara menyentuh kertas kobalt ke uap air hasil pembakaran senyawa karbon. Ketika uap air menyentuh kertas kobalt yang berwarna biru, maka kertas kobalt akan berubah warna menjadi merah jambu.



Kobalt termasuk dalam unsur transisi sehingga mudah untuk membentuk senyawa kompleks. ketika kobalt bereaksi dengan air, maka air tersebut akan berikatan koordinasi membentuk ion kobalt hidrat yang berwarna merah jambu  $[Co(H_2O)_6]^{+2}$ .

### Apersepsi

Ada banyak sekali bahan masakan yang dapat kita temukan di dapur. Contohnya adalah minyak goreng, margarin, susu, dan sebagainya. Beberapa diantaranya ternyata mengandung ikatan rangkap. Lalu, bahan makanan apa saja yang terdapat ikatan rangkap di dalamnya dan bagaimana cara mendeteksinya? Mari kita lakukan percobaan berikut.

### Menyelidiki Unsur Karbon, Hidrogen, dan Oksigen

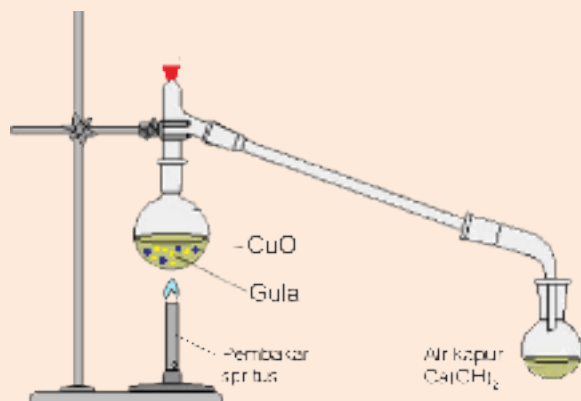
**Tujuan** : Membuktikan adanya unsur karbon, hidrogen, dan oksigen dalam makanan.

**Alat dan bahan:**

Alat	Bahan
Tabung reaksi	Serbuk CaO
Pipa kaca bengkok	Gula pasir
Sumbat gabus	Nasi
Sendok	Roti
Penjepit tabung reaksi	Larutan Ca(OH) <sub>2</sub> 0,1M
Lempu spiritus	
Gelas ukur	

**Langkah kerja :**

1. Masukkan sedikit serbuk CuO dan sesendok teh gula pasir ke dalam tabung reaksi.
2. Tutup tabung reaksi dengan sumbat gabus yang diberi pipa kaca.
3. Masukkan 10 mL larutan Ca(OH)<sub>2</sub> 0,1M.
4. Panaskan tabung reaksi yang berisi campuran gula pasir dan serbuk CaO selama beberapa menit.



5. Amati apa yang terjadi pada larutan Ca(OH)<sub>2</sub> dan di dalam pipa.
6. Ulangi langkah kerja 1-5 untuk sampel yang lain.

### Data pengamatan:

Senyawa	Larutan Ca(OH) <sub>2</sub>		Dalam pipa kaca
	Sebelum pemanasan	Setelah pemanasan	
Gula Pasir	....	....	....
Nasi	....	....	....
....	....	....	....

### Pertanyaan :

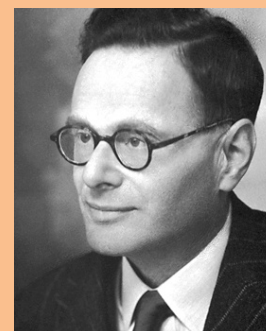
1. Mengapa perlu dilakukan pembakaran gula pasir?
2. Gas-gas apa saja yang terjadi pada pemanasan senyawa organik pada percobaan tersebut?
3. Apa fungsi penambahan CuO dalam percobaan ini? Jelaskan!
4. Mengapa air kapur menjadi keruh? Tuliskan reaksinya!
5. Unsur-unsur apa sajakah yang terdapat pada senyawa organik pada percobaan tersebut?
6. Apa yang dapat disimpulkan dari hasil pengamatan tersebut?

## Telurium

## Telusur Ilmu Kimia

### Hans Adolf Krebs (1900-1981)

Hans Krebs merupakan ahli biokimia Jerman yang pertama kali mengusulkan serangkaian reaksi kimia kompleks yang menerangkan bagaimana glukosa (gula) diuraikan untuk menghasilkan karbondioksida, air, dan energi. Publikasi akan penelitiannya yang saat ini dikenal sebagai **siklus Krebs** atau **siklus asam sitrat** memberikan sumbangannya dibidang ilmu pengetahuan. Hal tersebut membuat dirinya meraih hadiah Nobel di bidang psikologi dan obat-obatan pada tahun 1953.

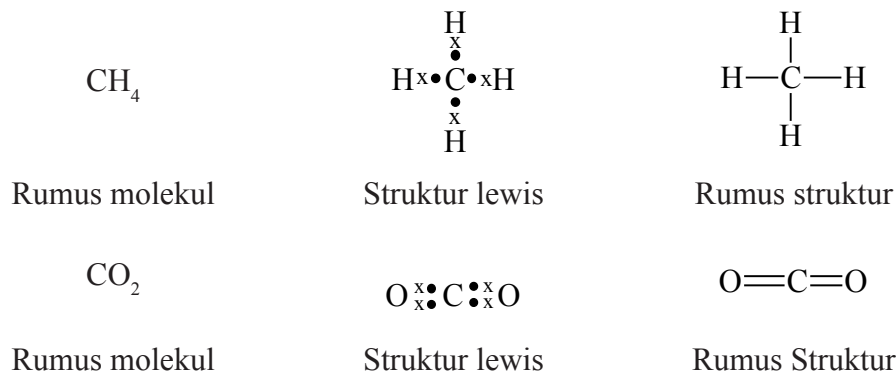


*Sumber: Ensiklopedia Britannica*

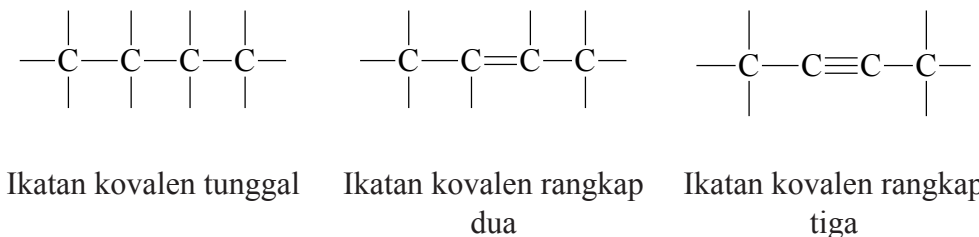
Karbon merupakan salah satu unsur kimia nonlogam. Kata karbon diambil dari kata latin *carbo*, yang berarti arang. Atom karbon mempunyai nomor atom  $Z=6$  sehingga jumlah elektronnya juga 6. Konfigurasi elektron atom karbon adalah sebagai berikut:

Konfigurasi elektron  ${}_6\text{C} = 1s^2 2s^2 2p^2$

Dari konfigurasi di atas, terlihat bahwa atom C mempunyai 4 elektron valensi (elektron pada kulit terluar). Keempat elektron valensi tersebut dapat membentuk ikatan kovalen dengan unsur logam maupun nonlogam. Unsur-unsur yang sering berikatan kovalen dengan atom karbon adalah hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan unsur halogen (F, Cl, Br, dan I).



Selain itu, atom karbon juga dapat membentuk ikatan kovalen antar atom karbon lainnya, baik ikatan tunggal, ganda, maupun rangkap tiga.



Berdasarkan kemampuan atom C yang dapat berikatan kovalen dengan atom C lain, atom karbon dibedakan menjadi empat jenis.

1. Atom C primer ( $1^\circ$ ) : adalah atom C yang hanya mengikat langsung 1 atom C lainnya.
2. Atom C sekunder ( $2^\circ$ ) : adalah atom C yang hanya mengikat langsung 2 atom C lainnya.
3. Atom C tersier ( $3^\circ$ ) : adalah atom C yang mengikat langsung 3 atom

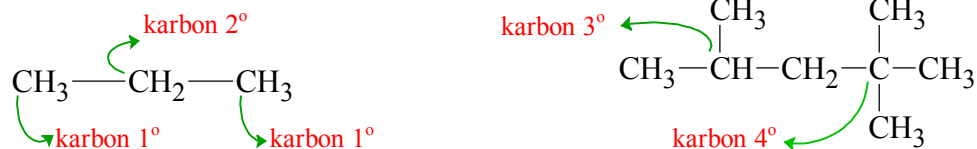


Gambar 1.2  
Karbondioksida yang dipadatkan.  
Sumber: [www.pts-ga.com](http://www.pts-ga.com)

C lainnya.

4. Atom C kuartener ( $4^\circ$ ) : adalah atom C yang mengikat langsung ke-4 atom C lainnya.

Perhatikan contoh berikut:



Selain atom karbon, ada juga pembagian jenis atom H dalam struktur ikatannya.

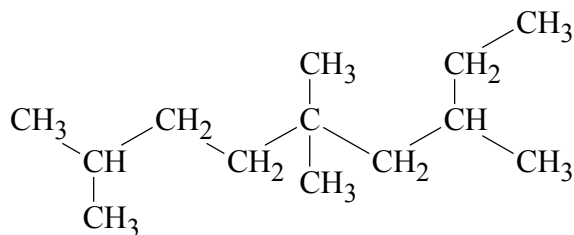
1. Atom H primer : adalah atom H yang terikat pada atom C-primer.
2. Atom H sekunder : adalah atom H yang terikat pada atom C-sekunder.
3. Atom H tersier : adalah atom H yang terikat pada atom C-tersier.

Apakah dalam suatu ikatan terdapat atom H kuartener? Jelaskan dengan bahasa anda sendiri!

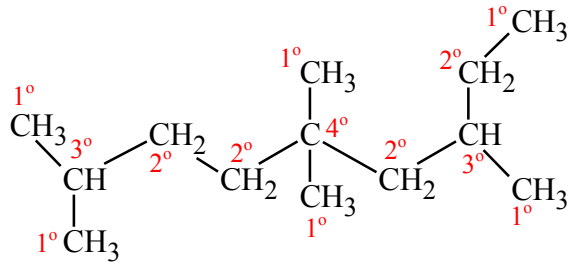
Berdasarkan konfigurasi elektronnya dapat diketahui bahwa atom karbon terletak pada periode 2. Hal ini berarti atom karbon hanya mempunyai 2 kulit, yaitu kulit K dan L, sehingga ukuran atau jari-jari atomnya relatif kecil. Ukuran atom yang relatif kecil mengakibatkan ikatan kovalen yang dibentuk karbon cukup kuat ketika berikatan dengan unsur lain atau dengan sesama atom karbon.

### Contoh Soal

Berapa jumlah atom C primer, sekunder, tersier, dan kuartener yang terdapat dalam hidrokarbon dibawah ini?

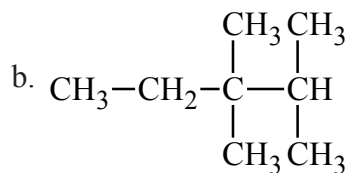
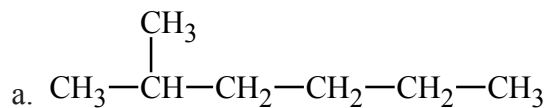


Penyelesaian: Semua gugus  $\text{CH}_3$  tergolong atom primer, gugus  $\text{CH}_2$  tergolong atom C sekunder, gugus  $\text{CH}$  tergolong atom C tersier, dan gugus C adalah kuartener. Jadi jumlah atom C primer ada 6 buah, atom C sekunder ada 4 buah, 2 buah atom C tersier, dan 1 buah atom C kuartener.



### Latihan Soal 1.1

1. Jelaskan apakah yang menjadi ciri khas atom karbon?
2. Berapa jumlah atom C primer, sekunder, tersier, dan kuartener yang terdapat dalam hidrokarbon di bawah ini?

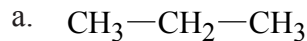


3. Berapakah jumlah atom hidrogen primer, sekunder, dan tersier yang terdapat pada struktur senyawa nomor 2.a dan 2.b?
4. Gambarkan struktur hidrokarbon yang memiliki jumlah 7 atom C primer, 2 atom C sekunder, 1 atom C tersier, dan 2 atom C kuartener.

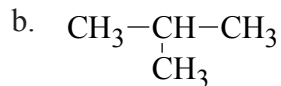


Senyawa hidrokarbon dibedakan menjadi hidrokarbon jenuh dan hidrokarbon tak jenuh berdasarkan ikatan antar atom karbon. Senyawa **hidrokarbon jenuh** adalah senyawa hidrokarbon yang semua atom C berikatan tunggal, seperti senyawa alkana dan sikloalkana.

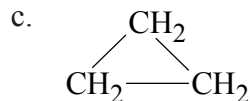
Contoh:



propana



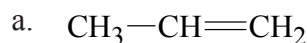
2-metilpropana



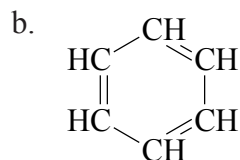
siklopropana

Senyawa **hidrokarbon tak jenuh** adalah senyawa hidrokarbon yang salah satu atau lebih atom C pada senyawa tersebut berikatan rangkap 2 atau rangkap 3, seperti pada senyawa alkena dan alkuna.

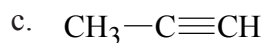
Contoh:



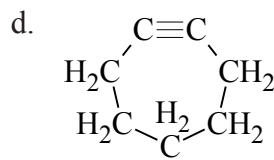
propena



benzena



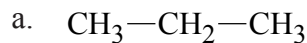
propuna



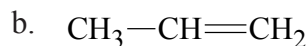
sikloheptuna

Berdasarkan bentuk rantai karbonnya, senyawa hidrokarbon dibedakan menjadi senyawa hidrokarbon alifatik, siklik, dan aromatik. Senyawa hidrokarbon **alifatik** adalah senyawa hidrokarbon yang membentuk rantai karbon terbuka (lurus maupun bercabang), seperti pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna.

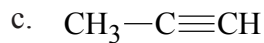
Contoh:



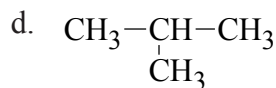
propana



propena



propuna



2-metilpropana

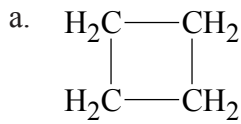


Gambar 1.3 Senyawa benzena dalam *soft drinks*.

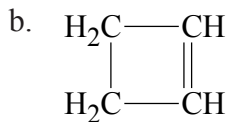
Sumber: [www.illustrationsource.com](http://www.illustrationsource.com)

Senyawa hidrokarbon **siklik** adalah senyawa hidrokarbon yang membentuk rantai karbon melingkar (tertutup).

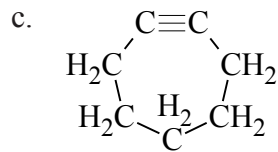
Contoh:



siklobutana



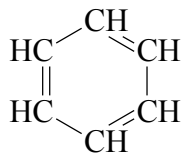
siklobutena



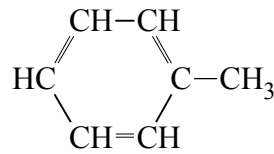
sikloheptuna

Senyawa hidrokarbon **aromatik** adalah senyawa hidrokarbon yang membentuk rantai karbon melingkar (tertutup) dan juga memiliki ikatan konjugasi (selang-seling antara ikatan tunggal dan ikatan rangkap).

Contoh:



benzena



toluena



Gambar 1.4 Pemanfaatan toluena sebagai pelarut.  
Sumber: [www.recochem.com](http://www.recochem.com)

## C. Struktur Alkana

**Alkana** merupakan **hidrokarbon jenuh**. Alkana dinyatakan sebagai senyawa jenuh karena hanya memiliki ikatan tunggal yaitu C-C dan C-H saja. Berdasarkan bentuk rantai karbon, alkana digolongkan sebagai hidrokarbon alifatik, yaitu tersusun dalam satu rantai terbuka (ujung rantainya tidak saling bertemu). Alifatik berasal dari Yunani (Greek: *aleiphar*: lemak atau minyak).

Senyawa alkana sering disebut sebagai parafin karena sifatnya yang kurang reaktif. Parafin berasal dari kata "*parrum*" yang berarti "sedikit" dan "*affinis*"

**Alkana**, merupakan hidrokarbon alifatik jenuh.

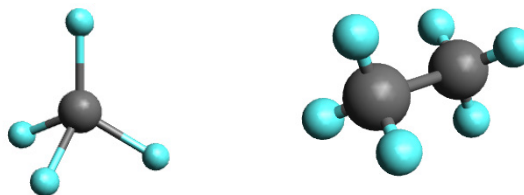


**Gambar 1.6** Rayap dapat menghasilkan metana ( $\text{CH}_4$ ).

**Sumber:** www.trulynolen.com

yang berarti “gabung”, dengan demikian “*parrum affinis*” yaitu “berdaya gabung kecil”

Metana ( $\text{CH}_4$ ) dan etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) merupakan dua suku pertama golongan alkana. Kedua molekul tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.7. Bentuk molekul metana adalah tetrahedral dan semua sudut ikatan antara atom  $\text{H}-\text{C}-\text{H}$  adalah  $109,5^\circ$ . Begitu juga dengan semua atom karbon dalam senyawa etana berbentuk tetrahedral dan sudut ikatannya mendekati  $109,5^\circ$ . Bentuk tiga dimensi dari alkana yang lebih kompleks dari pada metana dan etana, keempat ikatan atom karbonnya masih tersusun secara tetrahedral dan sudut ikatannya mendekati  $109,5^\circ$ .



**Gambar 1.5** Bentuk model molekul metana dan etana



**Gambar 1.7** R-170 merupakan gas etana yang berfungsi sebagai pendingin.

**Sumber:** www.indiamart.com

Rumus struktur Alkana dapat dituliskan dalam bentuk struktur termampatkan. sebagai contoh, butena mempunyai 2 gugus metilena ( $-\text{CH}_2-$ ) di tengah rantai ditulis  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ . Alkana mempunyai rumus umum  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Jika jumlah atom karbonnya diketahui maka jumlah atom hidrogen yang terikat pada atom C dapat ditentukan. Misal, oktana 8 atom karbon mempunyai  $(2 \times 8) + 2 = 18$  atom hidrogen, dan rumus molekulnya adalah  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ . Nama-nama dari 20 suku pertama alkana disajikan dalam tabel 1.2.

Tabel 1.2 Penamaan Alkana

Nama	Rumus molekul	Rumus Singkat	Nama	Rumus molekul	Rumus singkat
<b>Metana</b>	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$	<b>undekana</b>	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$
<b>Etana</b>	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3\text{CH}_3$	<b>Dodekana</b>	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$
<b>Propana</b>	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	<b>Tridekana</b>	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$
<b>Butana</b>	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	<b>Tetradekana</b>	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$
<b>Pentana</b>	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	<b>Pentadekana</b>	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$
<b>Heksana</b>	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	<b>Heksadekana</b>	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$
<b>Heptana</b>	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	<b>Heptadekana</b>	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3$
<b>Oktana</b>	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	<b>Oktadekana</b>	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3$
<b>Nonana</b>	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	<b>Nonadekana</b>	$\text{C}_{19}\text{H}_{40}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{CH}_3$
<b>Dekana</b>	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	<b>Ekiosana</b>	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CH}_3$

## D. Tata Nama Senyawa

### 1. Sistem IUPAC

*International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) merupakan sistem tata nama yang didasarkan pada gagasan bahwa setiap senyawa organik idealnya harus mempunyai satu nama yang memberikan gambaran secara jelas tentang strukturnya. Berdasarkan sistem IUPAC, penamaan alkana dibagi menjadi dua, antara lain:

**IUPAC**, sistem tata nama internasional senyawa organik.

#### a. Alkana tidak bercabang.

Tata nama IUPAC untuk alkana tidak bercabang terdiri dari dua bagian:

- (1) awalan yang menunjukkan jumlah atom karbon dalam suatu rantai. Tabel 2.1. menyajikan awalan yang digunakan sistem IUPAC untuk menunjukkan jumlah atom C dari 1 sampai 20 (perhatikan suku kata yang bercetak tebal).
- (2) akhiran **-ana**, yang menunjukkan ikatan tunggal atau menandakan senyawa alifatik jenuh.

Contoh:

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  terdapat 4 atom C sehingga mendapatkan **awalan but-**, dan mendapat **akhiran -ana**, maka namanya menjadi **butana**.

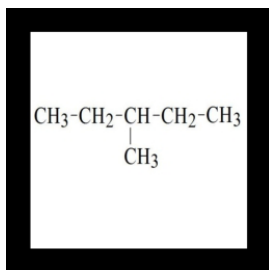
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$  terdapat 8 atom C sehingga mendapatkan **awalan okta-**, dan mendapat **akhiran -ana**, maka namanya menjadi **oktana**.

\*Contoh lain untuk penamaan senyawa alkana tak bercabang bisa dilihat pada tabel 1.2.

#### b. Alkana rantai bercabang.

- (1) Menentukan rantai utama atau induk (rantai karbon terpanjang) dan substituen atau cabang (menunjukkan gugus yang terikat pada rantai utama).



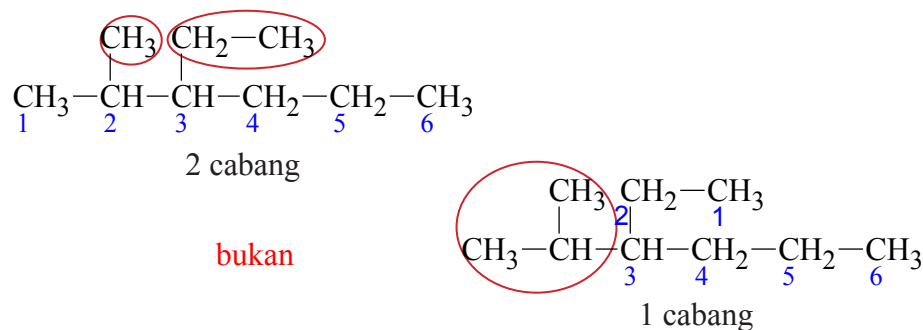


Gambar 1.8 Struktur 3-metilpentana.

(2) Penomoran rantai induk dimulai dari ujung atom yang paling dekat dengan cabang.



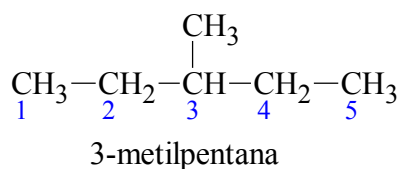
Jika ada dua rantai lurus terpanjang yang sama, pilihlah rantai yang paling banyak cabangnya.



(3) Penulisan nama senyawanya mengikuti aturan:

**Nomor cabang-nama cabang+nama alkana.**

Contoh:



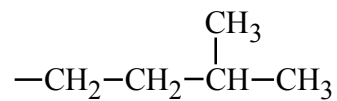
Cabang (substituen) yang berasal dari gugus alkana yang disebut sebagai gugus alkil. **Gugus alkil** merupakan gugus alkana yang kehilangan 1 atom H, sehingga rumus umumnya adalah  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ . Gugus alkil dinamai menurut induk alkananya dengan mengubah akhiran -ana menjadi -il. Nama dan rumus struktur gugus alkil yang sering dijumpai disajikan pada Tabel 1.3.







Nama trivial amil- dan isoamil- sering juga digunakan sebagai pengganti nama IUPAC dari pentil- dan isopentil-.



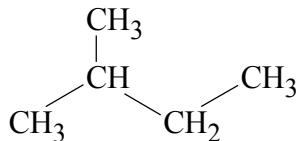
Nama IUPAC :                      pentil                                      isopentil

Nama Umum :                      amil    isoamil

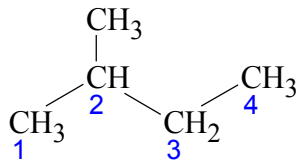
Sistem tata nama trivial tidak dapat diterapkan pada pola percabangan di luar contoh di atas. Senyawa alkana yang lebih kompleks harus digunakan sistem tata nama IUPAC. (*William H. Brown.1982:43-44*)

### Contoh Soal

Berilah nama menurut sistem IUPAC untuk struktur di bawah ini:



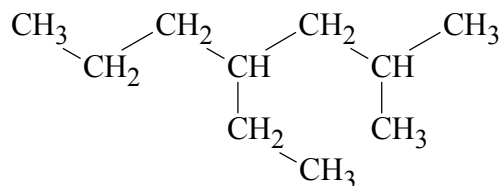
Penyelesaian:



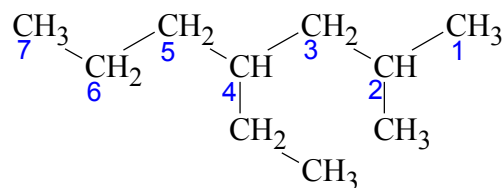
- Jumlah atom C pada rantai induk = 4, sehingga nama rantai induk adalah *-butana*.
- Jumlah atom C pada rantai cabang = 1, sehingga nama rantai cabang adalah metil.
- Rantai cabang terikat pada atom C nomor 2.
- Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **2-metilbutana**.

### Contoh Soal

Berilah nama menurut sistem IUPAC untuk struktur di bawah ini:



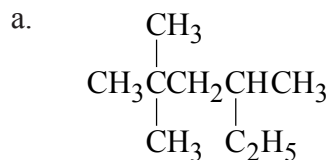
Penyelesaian:

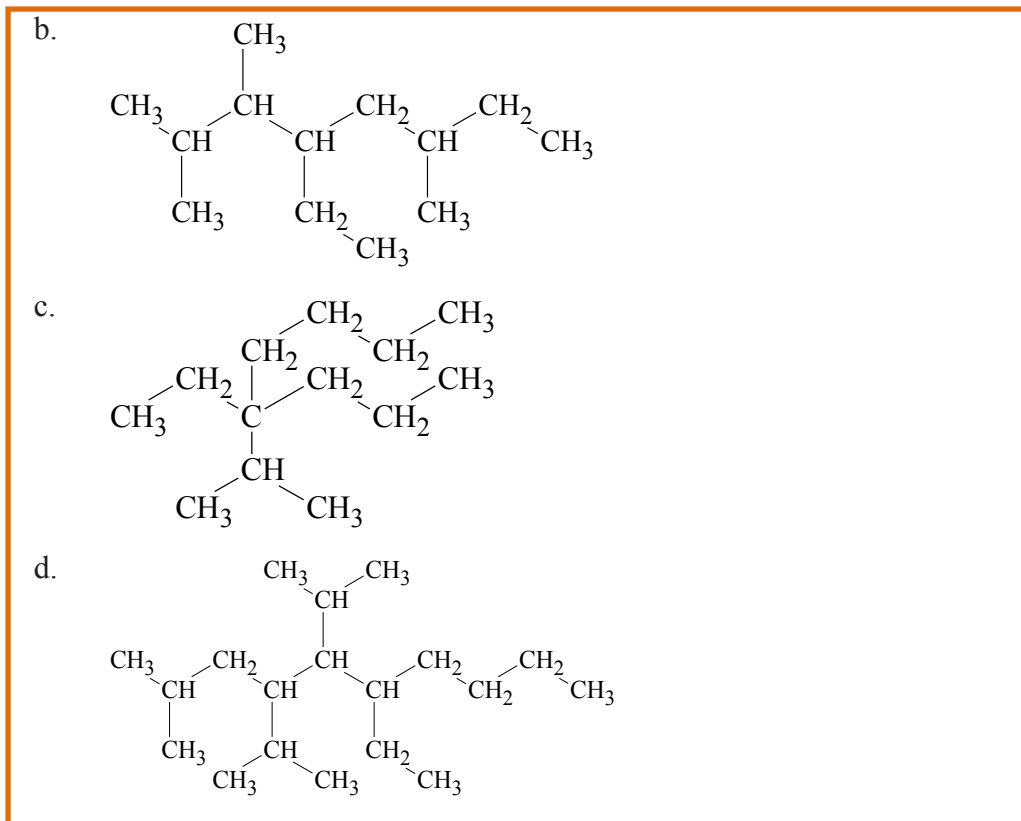


- Jumlah atom C pada rantai induk = 7, sehingga nama rantai induk adalah -heptana.
- Pada atom C nomor 2 terikat cabang metil, dan pada atom C nomor 4 terikat cabang etil.
- Penamaan senyawa yang mengikat gugus alkil berbeda mengikuti abjad. Sehingga etil dituliskan lebih dulu daripada metil
- Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **4-etil-2-metilheptana**.

### Latihan Soal 1.2

Berilah nama menurut sistem IUPAC untuk struktur dibawah ini:





## D. Isomer

Isomer berasal dari bahasa Yunani, terdiri dari kata “*Iso*” yang berarti “sama”, dan “*meros*” yang berarti “bagian”. Isomer merupakan dua senyawa atau lebih yang memiliki rumus molekul yang sama. Untuk senyawa alkana hanya memiliki **isomer struktural**, yaitu senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi mempunyai perbedaan struktur karena adanya variasi urutan (susunan) atom yang terikat satu sama lain dalam suatu molekul. Misalnya alkana dengan rumus molekul  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  mempunyai dua kemungkinan untuk menata atom karbon.

**Isomer** adalah senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda.

Isomer I       $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

Titik didih      :  $-0,5^\circ\text{C}$

Nama senyawa: butana

Isomer II       $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Titik didih      :  $-11,6^\circ\text{C}$

Nama senyawa: 2-metilpropana



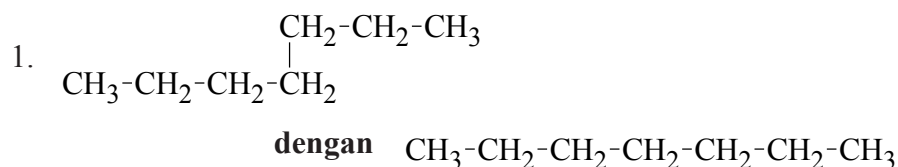
**Gambar 1.12** Butana merupakan bahan bakar yang digunakan dalam korek api ini. Molekul butana ada dalam fasa cair dan gas dalam korek api.

Sehingga senyawa alkana dengan rumus molekul  $C_5H_{12}$  memiliki dua isomer struktur, antara lain: pentana, 2-metilbutana, dan 2,2-dimetilpropana.

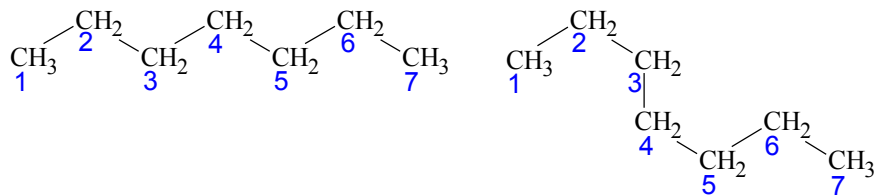
Alkana yang mengandung 3 atom karbon atau kurang seperti  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ , dan  $C_3H_8$  tidak memiliki isomer struktur, karena hanya ada satu kemungkinan cara untuk menata atom karbon. Alkana dengan rumus molekul  $C_4H_{10}$  mempunyai 2 isomer struktur, alkana dengan rumus molekul  $C_8H_{18}$  dan  $C_{10}H_{22}$  berturut-turut mempunyai 18 dan 75 isomer. Kesimpulannya adalah semakin banyak jumlah atom karbonnya, semakin banyak pula jumlah isomernya.

### Contoh Soal

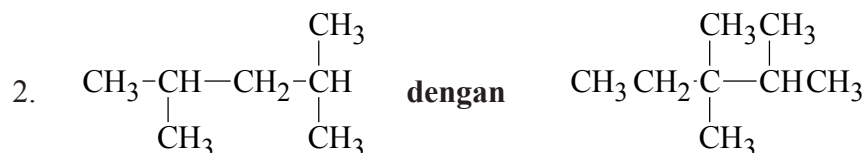
Apakah rumus struktur di bawah ini termasuk senyawa yang sama atau berisomer struktur?



Penyelesaian:

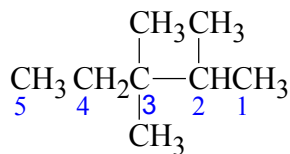
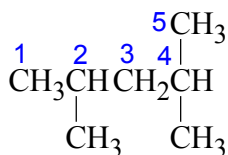


Setiap rumus struktur mempunyai sebuah rantai tak bercabang dengan total tujuh karbon. Dua struktur di atas identik dan menunjukkan senyawa yang sama atau bukan suatu isomer.



Penyelesaian:

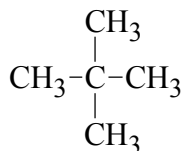
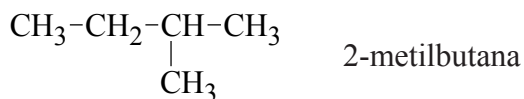
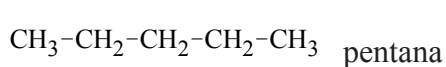
Setiap rumus struktur mempunyai lima atom karbon pada rantai utama dengan cabang  $-\text{CH}_3$  sebanyak 2 buah yang berbeda peletakkannya. Maka rumus struktur ini merupakan sebuah isomer.



### Contoh Soal

Tentukan isomer dari  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ !

Penyelesaian :



2,2-dimetilpropana

Rumus stuktur  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  memiliki 3 isomer struktur, yaitu pentana; 2-metilbutana, dan 2,2-dimetilpropana.



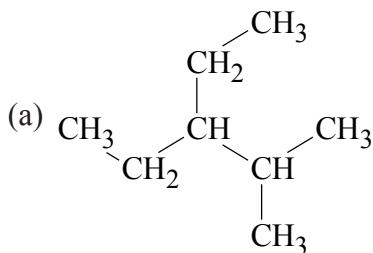
Gambar 1.13 Video penentuan isomer  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .

### Latihan Soal 1.2

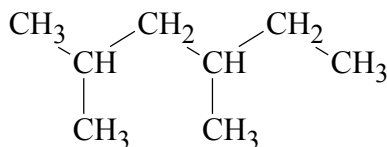
1. Tuliskan rumus struktur dan nama IUPAC dari semua isomer alkana dengan rumus molekul:

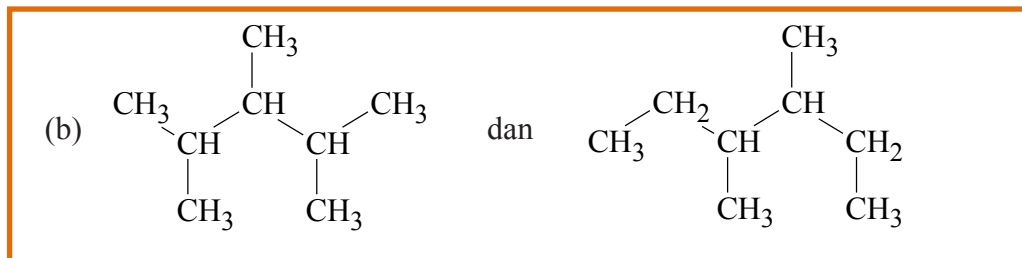


2. Apakah rumus struktur di bawah ini termasuk senyawa yang sama atau isomer struktur?



dan





## E. Sifat Fisik Alkana

Makin panjang rantai alkana titik didih semakin tinggi.

Alkana mempunyai titik didih yang lebih rendah daripada semua jenis senyawa lain yang memiliki berat molekul yang sama. Pada umumnya, titik lebur dan titik didih senyawa alkana akan semakin tinggi seiring bertambahnya berat molekul, namun pertambahan titik leburnya tidak seteratur titik didihnya. Semua alkana yang berwujud cair dan padat memiliki massa jenis yang lebih rendah daripada air, sehingga akan terbentuk dua lapisan jika dicampur dengan air.

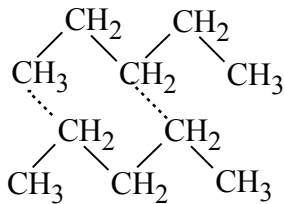
Senyawa alkana yang memiliki jumlah atom C dari 1-4 berwujud gas pada temperatur kamar dan tekanan atmosfer. Senyawa alkana yang memiliki 5-17 atom C berwujud cair tak berwarna dan selebihnya lagi berwujud padatan putih. Data titik didih, titik leleh, dan berat jenis 10 suku pertama alkana tidak bercabang disajikan pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Beberapa sifat fisik alkana pada suhu 25°C dan tekanan 1 atmosfer

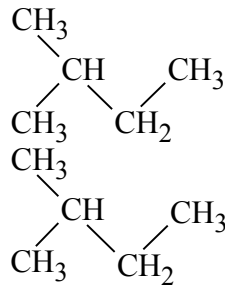
Nama	Jumlah Atom C	Titik Leleh (°C)	Titik didih (°C)	Berat Jenis (g/mL)
Metana	1	-182	-161	Gas
Etana	2	-183	-88	Gas
Propana	3	-190	-42	Gas
Butana	4	-138	0	Gas
Pentana	5	-130	36	0,626
Heksana	6	-95	68,7	0,659
Heptana	7	-91	98	0,684
Oktana	8	-57	126	0,703
Nonana	9	-51	151	0,718
Dekana	10	-30	174	0,730

Berdasarkan beberapa data massa jenis alkana pada tabel 1.4. Apa yang akan terjadi jika minyak tanah ( $C_9$ - $C_{15}$ ) diteteskan ke dalam air atau minyak tanah diteteskan ke dalam bensin ( $C_5$ - $C_{12}$ )? Diskusikan dengan teman sekelas anda!

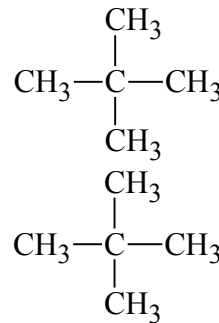
Bagaimana titik leleh dan titik didih alkana yang merupakan isomer? Perhatikan Isomeri pentana berikut ini!



n-pentana  
Titik didih : 36,1°C



2-metilbutana  
Titik didih : 27,9 °C



2,2-dimetilpropana  
Titik didih : 9,5 °C

Semakin banyak cabang, titik didih semakin rendah.

Mengapa semakin banyak cabang menyebabkan titik didih lebih rendah? Rantai bercabang menyebabkan jarak antarmolekulnya menjadi lebih jauh sehingga gaya ikatan antar molekul menjadi lebih lemah. Akibatnya titik didih 2,2-dimetilpropana paling rendah.

### Contoh Soal

Urutkan senyawa alkana berikut berdasarkan peningkatan titik didihnya!

(a) 2,2-dimetilbutana; 2,3,3-trimetilbutana; dan heksana.

(b) 2-metilheptana; oktana; dan 2,2,4-trimetilpentana.

Penyelesaian:

(a) Semua senyawanya merupakan alkana tak bercabang. Dalam hal ini titik didih akan semakin tinggi seiring bertambahnya berat molekul. Sehingga urutan titik didihnya adalah butana < heptana < nonana.





## F. Reaksi Pada Alkana

Ikatan kovalen dibedakan menjadi dua, ikatan sigma ( $\sigma$ ) dan ikatan pi ( $\pi$ ). Ikatan sigma adalah ikatan yang terjadi akibat adanya saling tumpang tindih antara orbital s dan s atau s dan p. Ikatan pi adalah ikatan yang terjadi akibat tumpang tindih orbital p. Alkana merupakan senyawa nonpolar dan hanya memiliki ikatan-ikatan zigma yang kuat, stabil dan tidak mudah putus. Sifat senyawanya yang inert (sukar bereaksi) mengakibatkan senyawa alkana tidak reaktif terhadap sebagian besar pereaksi. Reaksi-reaksi pada alkana antara lain:

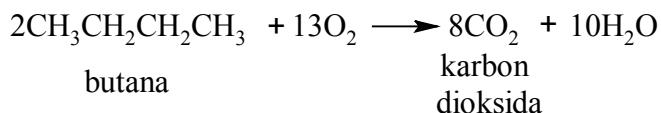
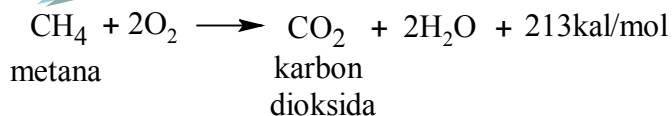
### 1. Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi cepat suatu senyawa dengan oksigen yang disertai dengan pembebasan energi dalam bentuk panas (kalor). Bila alkana beraksi dengan oksigen dalam jumlah yang memadai (teroksidasi sempurna) akan membentuk  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang disertai dengan pembebasan energi.

**Reaksi pembakaran,** reaksi dengan oksigen menghasilkan karbon dioksida dan uap air.

Contoh:

Ketika menyetarakan reaksi pembakaran hidrokarbon, pertama setarakan dulu jumlah atom karbonnya, selanjutnya setarakan jumlah hidrogennya, kemudian setarakan jumlah oksigennya. Jika persamaannya masih tak setara, kalikan dua semua koefisien pada reaksi sebelum dan sesudah reaksi.



Perlu diingat bahwa jika pasokan oksigen ( $\text{O}_2$ ) tidak cukup memadai maka yang terjadi adalah pembakaran tidak sempurna dimana produk yang dihasilkan adalah karbon monoksida atau karbon dalam bentuk arang atau jelaga.





**Nitrasi**, reaksi kimia dengan asam nitrat.

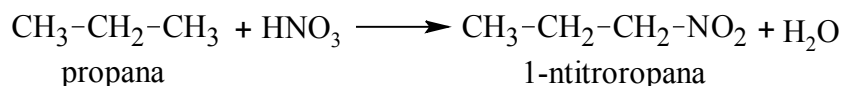
## 2.2. Nitrasi

Alkana bereaksi dengan  $\text{HNO}_3$  pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$ - $475^{\circ}\text{C}$ . Persamaan reaksi umumnya adalah:



Atom-atom H dalam reaksi ini mempunyai laju reaksi yang berbeda, sehingga produk dari nitrasi cenderung membentuk campuran.

Contoh:

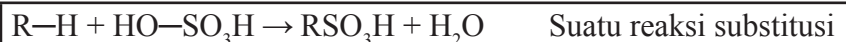


\*Catatan: dalam reaksi di atas mungkin terbentuk juga  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NO}_2)\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$  dan  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ .

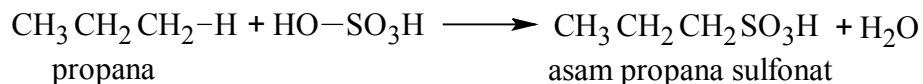
## 2.3. Sulfonasi

**Sulfonasi**, reaksi alkana dengan asam sulfat berasap menghasilkan asam alkana sulfonat.

Reaksi alkana dengan asam sulfat berasap (oleum) mengakibatkan terjadinya substitusi atom H pada alkana oleh gugus sulfonat ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) dan akan menghasilkan asam alkana sulfonat. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



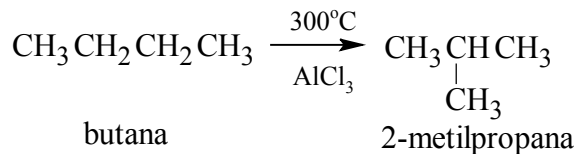
Contoh:



## 3. Isomerisasi

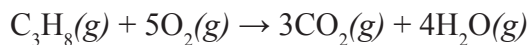
**Isomerisasi**, reaksi yang mengubah suatu senyawa menjadi isomernya.

Beberapa senyawa alkana akan mengalami reaksi isomerisasi, sebagai contoh:



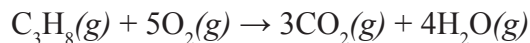
### Contoh Soal

Pada suhu dan tekanan yang sama 3 liter gas propana ( $C_3H_8$ ) dibakar dengan sempurna menurut reaksi :



Berapakah volume gas oksigen yang dibutuhkan?

Penyelesaian:



1      5              3              4

3liter  $C_3H_8$  membutuhkan  $(5/1) \times 3$ liter = 15liter gas  $O_2$

### Latihan Soal 1.5

1. Tulislah persamaan reaksi selengkapnya untuk reaksi-reaksi berikut ini:

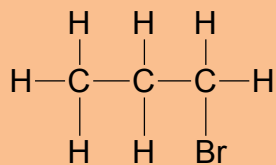
- (a) oksidasi sempurna heksana
- (b) monoklorinasi etana
- (c) sulfonasi 2-metilpropana

2. Pada suhu dan tekanan yang sama 2 liter gas pentana ( $C_5H_{12}$ ) dibakar dengan sempurna menurut reaksi :  $C_5H_{12}(g) + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(g)$

Berapakah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan

**Dry Cleaning**

*Dry cleaning* adalah suatu cara membersihkan pakaian dari minyak atau lemak yang menggunakan pelarut kimia (*solvent*). Bukan air. Pelarut yang pertama kali digunakan adalah pelarut organik pada 1690. Selain itu, perkloroetilena (PCE) juga pernah digunakan sebagai pelarut. Pelarut lain yaitu, karbon tetraklorida ( $\text{CCl}_4$ ) pertama kali diimport dari Jerman oleh Ernest C. Klipstein pada tahun 1898. Namun, kini karbon tetraklorida tidak digunakan sebagai pelarut karena sifatnya yang beracun dan menyebabkan korosi terhadap alat. Adapun PCE menyebabkan pencemaran air dan membahayakan bagi kesehatan sehingga penggunaannya telah dilarang. Pelarut dry cleaning yang kini digunakan adalah n-propilbromida atau umumnya disebut sebagai nPB.

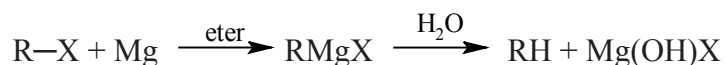


Sumber: [drycleancoalition.org](http://drycleancoalition.org) 2007

## H. Pembuatan Alkana

### a. Reaksi Grignard

Reagen grignard,  $\text{RMgX}$  dibuat dari alkil halida dan magnesium. Persamaan reaksi umumnya adalah:

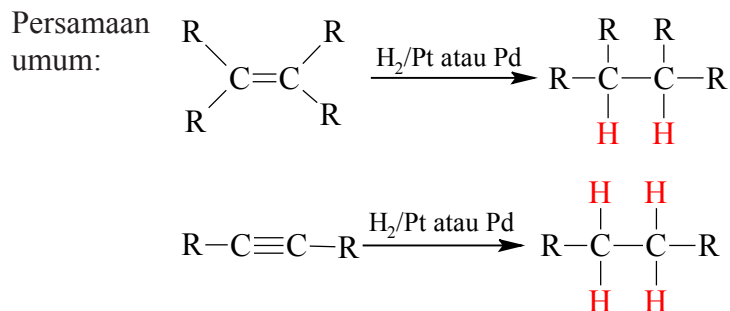




Contoh:

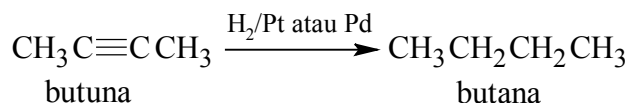
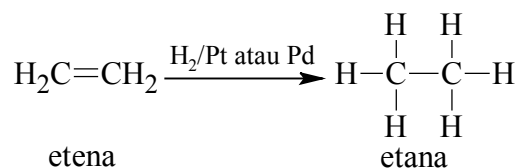


## b. Hidrogenasi Alkena dan Alkuna



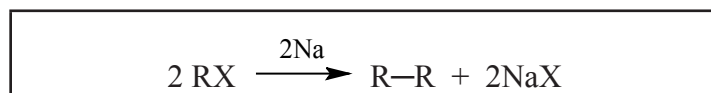
**Hidrogenasi** adalah reaksi kimia hidrogen.

Contoh:



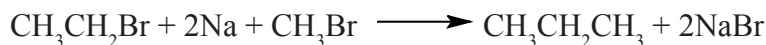
## c. Reaksi Wurtz

Senyawa hidrokarbon yang simetris dapat dibuat dengan cara mereaksikan sebuah alkil halida dengan natrium. Reaksi ini disebut sebagai reaksi Wurtz. Sintesa Wurtz sangat berguna untuk memperpanjang rantai alkana. Rumus umumnya adalah:



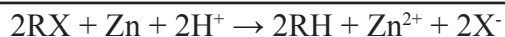
**Wurtz** adalah reaksi alkil halida dengan natrium menghasilkan hidrokarbon.

Contoh:

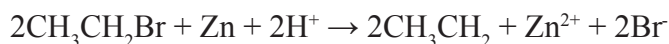
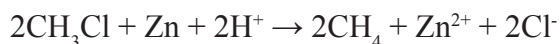


#### d. Reduksi Alkil Halida

Alkana dapat dibuat dengan cara mereduksi alkil halida oleh logam Zn dan asam. Persamaan reaksi umumnya ialah:



Contoh:



#### e. Sintesis Dumas

Jika garam natrium karboksilat dipanaskan dengan NaOH maka akan dihasilkan senyawa alkana.

Contoh:

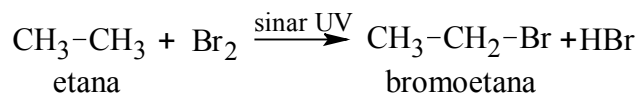


#### Contoh Soal

Tulislah langkah-langkah reaksi yang dilakukan dalam pembuatan propana dari etana!

Penyelesaian:

- Langkah pertama, etana direaksikan terlebih dahulu dengan  $\text{Br}_2$  guna mensubstitusi gugus  $-\text{Br}$  ke atom H pada senyawa alkana (halogenasi).



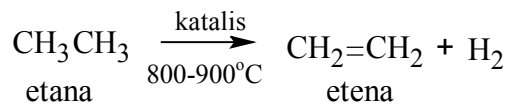
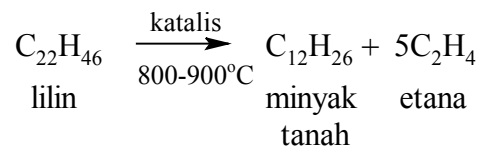
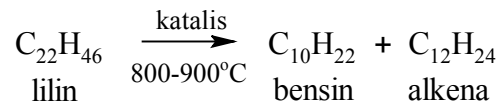
- Setelah alkil halida terbentuk, kemudian direaksikan dengan logam



## a. Gas Alam

**Cracking**, proses pemutusan rantai hidrokarbon menjadi lebih pendek.

Gas alam terbentuk dari jasad renik air seperti alga biru, hijau dan protozoa. Gas alam mengandung hampir 90-95% metana, 5-10% etana, dan campuran alkana yang mempunyai titik didih relatif rendah terutama propana, butana, dan 2-metilpropana. *Cracking* atau perengkahan merupakan sebuah proses pemutusan rantai hidrokarbon menjadi rantai-rantai yang lebih pendek dengan cara dipanaskan dalam furnace pada suhu tinggi (800-900°C). Berikut ini disajikan beberapa contoh reaksi *cracking*.



## b. Minyak Bumi

**Distilasi**, proses pemisahan campuran berupa zat cair berdasarkan titik didinya.

Minyak bumi adalah suatu zat cair yang berasal dari ribuan senyawa (umumnya adalah hidrokarbon) yang terbentuk dari proses dekomposisi tumbuhan dan hewan laut purbakala. Minyak bumi yang sudah diolah sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, seperti bahan bakar, plastik, detergen, dan obat.

Minyak bumi tersusun oleh berbagai macam senyawa. Untuk memisahkan komponen-komponen yang berada di dalam minyak bumi dilakukan dengan teknik distilasi. Senyawa-senyawa yang diperoleh dari teknik distilasi tersebut antara lain:

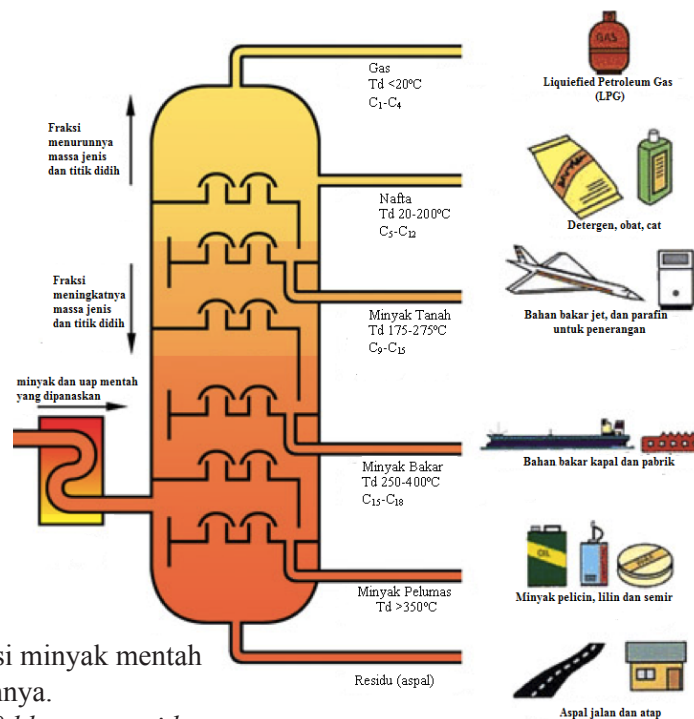
- Gas-gas yang memiliki titik didih dibawah 20°C terdiri dari 1 sampai 4 atom karbon. Terdiri dari campuran propana, butana, dan 2-metilpropana yang biasanya disebut sebagai *Liquified Petroleum Gas* (LPG). Selain menjadi bahan bakar yang ramah lingkungan LPG juga memiliki panas yang lebih tinggi dan mudah dikontrol.
- Napta, (titik didih 20-200°C) terdiri dari campuran C5 sampai C12 alkana dan sikloalkana. Napta juga berisi sedikit benzen, toluena, silena, dan senyawa

aromatik lainnya. Bensin merupakan fraksi nafta yang ringan dengan titik didih 20-150°C. Bensin digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.

- c) Minyak tanah (*kerosene*, titik didih 175-275°C) merupakan campuran hidrokarbon yang memiliki atom 9 sampai 15 atom karbon.
- d) Minyak bakar (titik didih 250-400°C) mempunyai campuran hidrokarbon yang memiliki 15 sampai 18 atom karbon.
- e) Minyak pelumas yang mempunyai titik didih di atas 350°C.
- f) Aspal yang merupakan residu dari proses distilasi setelah semua komponen volatil (zat yang mudah menguap) menguap. Aspal digunakan untuk melapisi jalan, tanggul, antikorosi pada logam, dan campuran briket batu bara.



Gambar 1.16 Video fraksi distilasi minyak mentah dan kegunaannya.



Gambar 1.15 Fraksi distilasi minyak mentah dan kegunaannya.

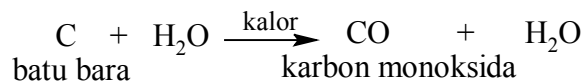
Sumber: <http://niisa021010.blogspot.co.id>

### c. Batubara

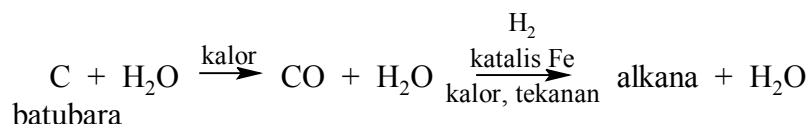
Batubara dibentuk dari peluruhan tumbuhan oleh bakteri dibawah aneka ragam tekanan. Untuk mengerti bagaimana batu bara dapat digunakan sebagai bahan dasar produksi senyawa kimia, terlebih dahulu perlu dibahas tentang sistesis gas. **Sintesis gas** merupakan sebuah campuran karbon monoksida dan hidrogen dalam berbagai macam perbandingan bergantung pada hasilnya. Sintesis gas dibuat dengan cara melewatkan uap ke batu bara. Gas sintesis tersebut kemudian dilanjut dengan hidrogen tambahan dan katalis Ni untuk

**Gasifikasi**, proses oksidasi parsial senyawa karbon yang dipecah menjadi CO, H, CO<sub>2</sub>, dan molekul hidrokarbon lain.

menghasilkan gas metana. Proses ini disebut sebagai **gasifikasi batubara**.



Jika gas sintesis tersebut dilanjutkan dengan penambahan hidrogen berlebih dan katalis Fe maka akan dihasilkan alkana cair, dinamakan proses **pencairan (liquefaction) batubara**. Proses pencairan ini bisa menggunakan reaksi **sintesis Fischer-Tropsch**.



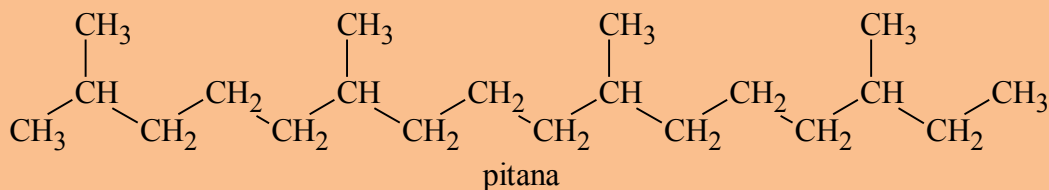
## Telurium

## Telusur Ilmu Kimia



### Biomarker

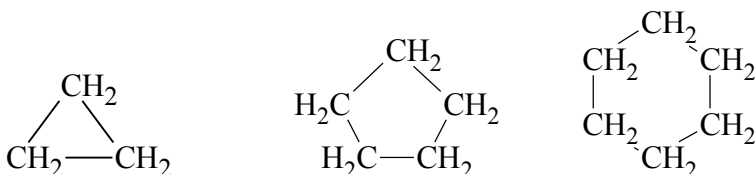
Secara alami, pitana merupakan alkana yang diproduksi dari alga *Spirogyra*. Nama IUPAC untuk pitana adalah 2,6,10,14-tetrametilheksadekana. Pitana biasa digunakan sebagai biomarker minyak bumi. Biomarker merupakan variasi-variasi dalam biokimia, seluler, fisiologi atau tingkah laku di dalam jaringan atau cairan tubuh atau pada seluruh bagian organisme. Biomarker memberikan bukti tentang pemaparan bahan kimia pencemar dan juga dapat mengindikasikan suatu dampak toksik. Ahli geologi dan geokimia menggunakan pitana sebagai biomarker jejak yang ditemukan dalam minyak mentah atau sumber batu untuk mengungkap asal-usul dan jalur migrasi stratigrafi dari cadangan minyak bumi yang ada saat ini.



Sumber: *Ensiklopedia Britannica*

## J. Sikloalkana

Sikloalkana adalah suatu hidrokarbon jenuh yang ikatan antar atom karbonnya membentuk cincin (rantai tertutup). Sikloalkana terdiri dari 3 sampai 50 atom karbon. Sikloalkana yang paling banyak dijumpai adalah cincin beranggotakan 5 (siklopentana) dan 6 (sikloheksana) atom karbon.

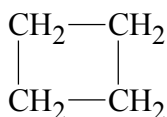


Sikloalkana mempunyai dua atom hidrogen lebih sedikit dibanding dengan alkana. Rumus umum sikloalkana adalah  $C_nH_{2n}$ .

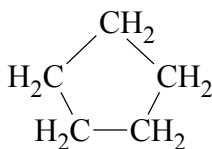
### a. Tata Nama Sikloalkana

Tata nama sikloalkana dilakukan dengan cara menambah awalan **siklo-** pada nama alkana yang bersesuaian.

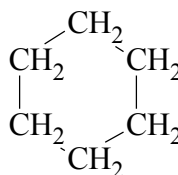
Contoh:



siklobutana

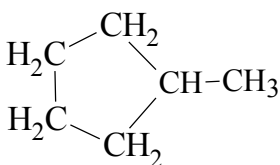


siklopentana

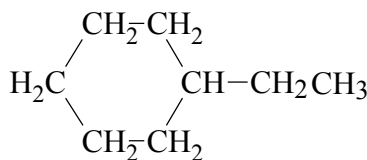


sikloheksana

Jika terdapat cabang (substituen), maka nama cabang tersebut disebut terlebih dahulu.

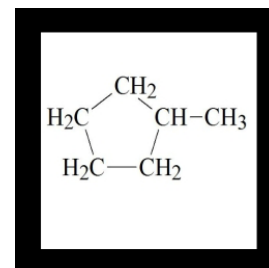


metilsiklopentana

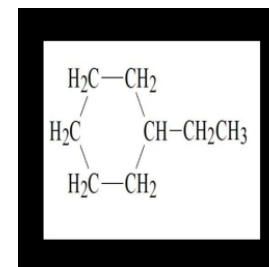


etilsikloheksana

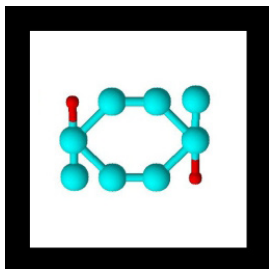
Jika substituen hanya satu, tidak perlu diberi nomor, tetapi jika substituen lebih dari satu setiap substituen diberi nomor untuk menunjukkan posisinya di dalam cincin.



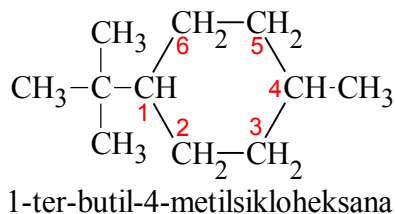
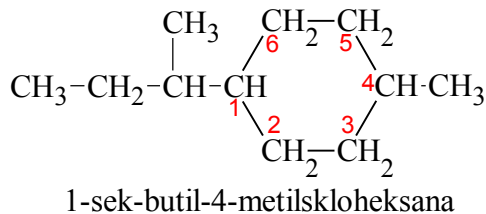
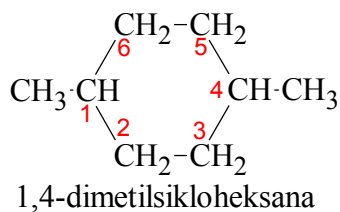
Gambar 1.17 Struktur metilsiklopentana.



Gambar 1.18 Struktur etilsikloheksana.



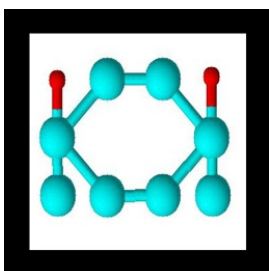
Gambar 1.19 Bentuk model molekul *trans*-1,4-dimetilsikloheksana.



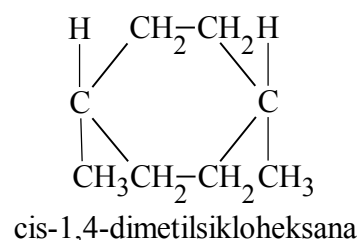
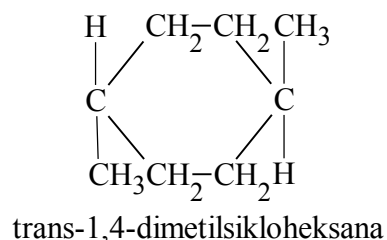
## b. Isomer Cis-Trans Sikloalkana

Sikloalkana yang mengikat substituen berbeda pada dua atom karbon memiliki isomer **cis-trans**. Isomer cis-trans memiliki rumus molekul dan urutan terikatnya atom-atom yang sama, tetapi memiliki susunan atom-atom yang tidak dapat dirubah oleh rotasi.

Awalan *cis*- digunakan untuk menunjukkan substituen yang terletak pada bidang yang sama. Awalan *trans*- digunakan untuk menunjukkan substituen yang letaknya bersebrangan. Sebagai contoh, senyawa 1,4-dimetilsikloheksana mempunyai dua isomer.



Gambar 1.20 Bentuk model molekul *cis*-1,4-dimetilsikloheksana.



Pada masing-masing isomer konfigurasi gugus metil tetap dan tidak berubah oleh rotasi mengelilingi ikatan tunggal, sehingga isomer *cis* tidak dapat berubah menjadi isomer *trans*, dan demikian pula sebaliknya.

## c. Sifat Fisik Sikloalkana

Sikloalkana bersifat nonpolar, relatif inert, kenaikan titik didih dan titik



leburnya sebanding dengan berat molekul. Sikloalkana tersusun lebih rapat sehingga sifat fisiknya lebih mirip alkana bercabang. Sifat fisika sikloalkana sederhana disajikan pada tabel 1.5.

Tabel 1.5 Sifat Fisika Sikloalkana

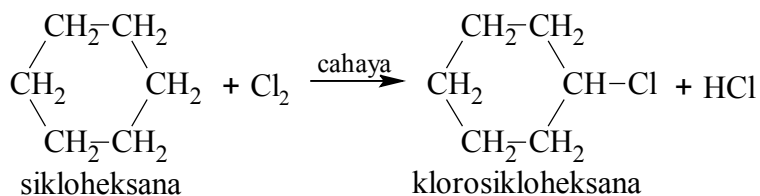
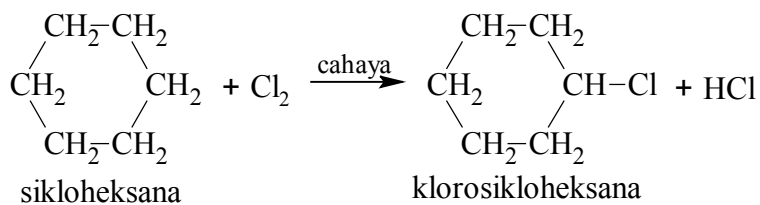
Nama	Rumus molekul	T <sub>d</sub> (°C)	T <sub>l</sub> (°C)	ρ (g/ml)
siklopropana	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	-33	-128	0,72
siklobutana	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	-12	-50	0,75
siklopentana	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	49	-94	0,74
sikloheksana	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	81	7	0,78
sikloheptana	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	118	12	0,81
siklooktana	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	148	14	0,83

**Inert**, bahan yang tidak mudah bereaksi dengan bahan lainnya.

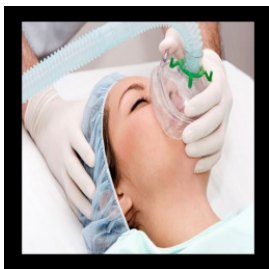
#### d. Reaksi Sikloalkana

Reaksi pada sikloalkana hampir serupa dengan reaksi yang terjadi pada senyawa alkana. Sikloalkana bereaksi dengan oksigen dan halogen.

Contoh:



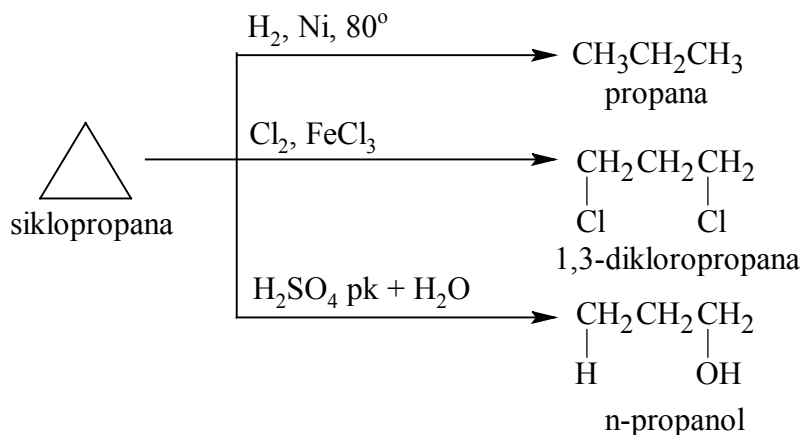
Khusus untuk siklopropana dan siklobutana dapat mengalami reaksi adisi membentuk senyawa rantai terbuka.



Gambar 1.21 Penggunaan siklopropana sebagai anestesi.

Sumber: [www.amazine.co](http://www.amazine.co)

Contoh:

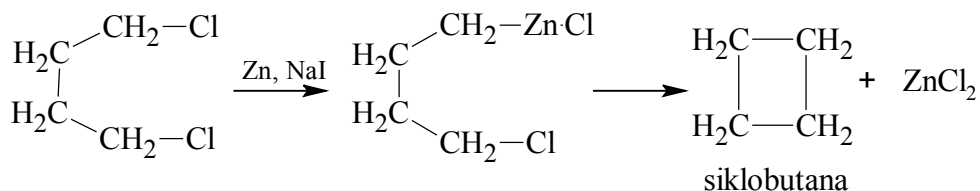
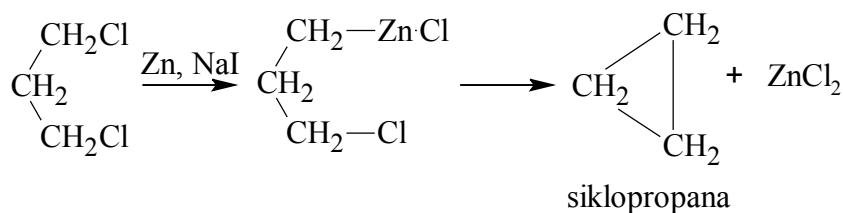


### e. Sumber Sikloalkana

Sikloalkana terdapat bersama-sama dalam minyak bumi. Sikloalkana yang biasanya banyak terkandung dalam minyak bumi seperti sikloheksana, metilsikloheksana, metilsiklopentana, dan 1,2-dimetilsiklopentana.

Pembuatan sikloalkana dari rantai terbuka disebut reaksi siklisasi. Reaksi siklisasi menggunakan bahan dasar senyawa halida.

Contoh:

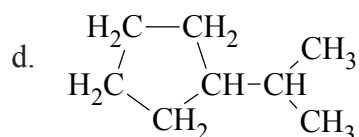
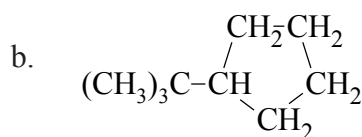
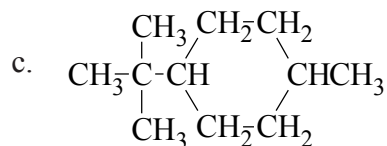
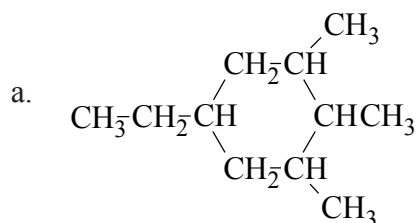


Gambar 1.22 Siklobutana dalam daun *Memecylon polyanthum*, satu famili dengan daun salam.

Sumber: [e.plantphoto.cn](http://e.plantphoto.cn)

## Latihan Soal 1.7

1. Tulislah nama IUPAC sikloalkana yang memiliki rumus struktur:



2. Gambarkan rumus struktur untuk masing-masing senyawa berikut:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| a. isobutilsikloheptana          | e. <i>cis</i> -1,3-dimetilsiklopentana       |
| b. 1-metil-3-pentilsikloheksana  | f. <i>trans</i> -2-bromo-1-metilsiklopentana |
| c. <i>sec</i> -butilsiklopentana | g. 1,1-dimetil-4-klorosikloheptana           |
| d. 1-etil-3-metilsikloheksana    |  |

3. Gambarkan rumus struktur isomer *cis-trans* dari rumus molekul:

- 1,2-dimetilsiklopentana
- 1,3-dimetilsiklopentana

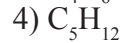
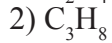
4. Tulislah persamaan reaksi selengkapnya untuk reaksi:

- |  |   |
|--|---|
| a. siklopentana + Cl <sub>2</sub>                                  | e. metilsikloheksana + Cl <sub>2</sub>            |
| b. metilsikloheksana + HBr   | f. pembakaran sempurna sikloheptana               |
| c. siklobutana + Br <sub>2</sub> (katalis FeCl <sub>3</sub> )      | g. pembakaran sempurna 1,2,3-trimetilsikloheptana |
| d. siklobutana + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O |   |

## UJI KOMPETENSI 1

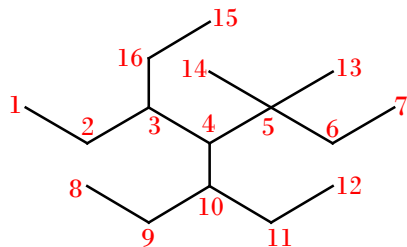
Berilah tanda silang pada a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang benar!

1. Perhatikan rumus molekul berikut:



Hidrokarbon yang termasuk deret homolog alkana adalah ....

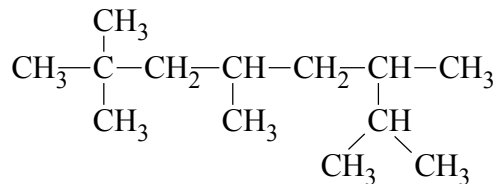
- a. 1 dan 2  
b. 1 dan 3  
c. 1 dan 4  
d. 2 dan 3  
e. 2 dan 4
2. Perbedaan mendasar dari senyawa hidrokarbon jenuh dan tak jenuh adalah ....
- a. rumus strukturnya  
b. jenis rantai cabangnya  
c. dari penamaan senyawanya  
d. jenis ikatan antar hidrogennya  
e. jenis ikatan antar karbonnya
3. Jumlah atom karbon dalam isoheksana adalah ....
- a. 4  
b. 5  
c. 6  
d. 7  
e. 8
4. Identifikasi adanya unsur karbon dan hidrogen dalam senyawa hidrokarbon dapat dilakukan dengan cara memanaskan sampel yang dicampur dengan CuO dan menghubungkannya dengan bejana berisi air kapur. Pengamatan apa yang menunjukkan adanya unsur karbon?
- a. Adanya bintik-bintik cairan pada tabung reaksi.  
b. Adanya gas  $CO_2$  ditandai dengan keruhnya air kapur.  
c. Adanya penambahan CuO.  
d. Kertas kobalt(II) klorida anhidrat berwarna merah.  
e. Menghasilkan uap air.
5. Berapakah jumlah atom C sekunder pada struktur berikut?



- a. 1  
b. 3  
c. 5  
d. 7  
e. 9

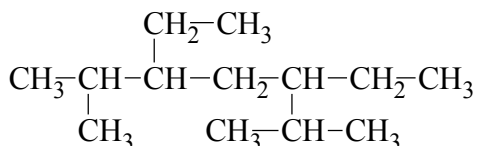
6. Pada soal nomor 5, berapakah jumlah atom H tersier?
- 3
  - 6
  - 9
  - 12
  - 15
7. Pernyataan yang benar mengenai kekhasan atom karbon adalah....
- mempunyai elektron valensi 6 dan membentuk ikatan kovalen dengan atom hydrogen,
  - mempunyai kemampuan membentuk 4 ikatan kovalen yang kuat,
  - antara atom sejenis tidak dapat membentuk ikatan rangkap,
  - dapat membentuk membentuk senyawa rantai panjang.
- 1 dan 2
  - 1 dan 3
  - 2 dan 3
  - 2 dan 4
  - 3 dan 4

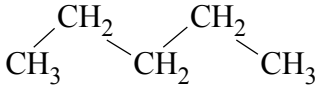
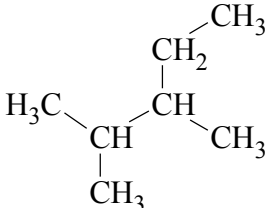
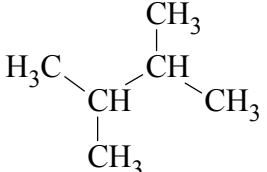
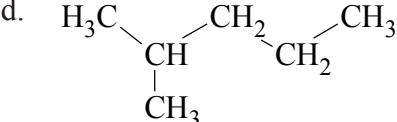
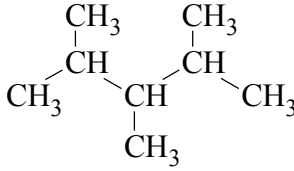
8. Nama IUPAC untuk senyawa dengan struktur



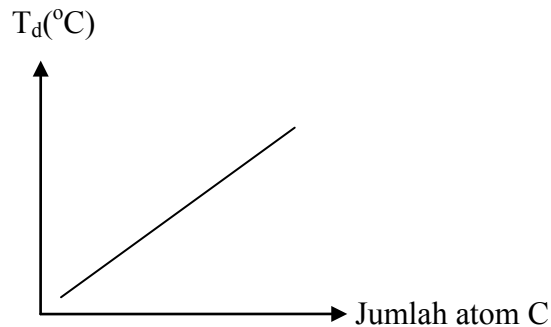
adalah....

- 2-isopropil-4,6,6-trimetilheptana
  - 2-propil-4,6,6-trimetilheptana
  - 6-isopropil-2,2,4-trimetilheptana
  - 2,3,5,7,7-pentametiloktana
  - 2,2,4,6,7-pentametiloktana
9. Diantara nama-nama berikut ini, yang sesuai dengan aturan tata nama IUPAC untuk senyawa organik adalah....
- 3-metil-3-etilheksana
  - 3-etil-4-metilheksana
  - 2-etil-3metilheksana
  - 2-metil-3-isobutilheksana
  - 3-meti-3-butilheksana
10. Nama IUPAC untuk senyawa di bawah ini adalah ....



- a. 3,5-diisopropilheptana  
 b. 3,5-dietil-2,6-dimetilheptana  
 c. 3,5-dietil-2,6,2-trimetilheksana  
 d. 3-etil-2-metil-5-isopropilheptana  
 e. 5-etil-3-isopropil-6-metilheptana
11. Diantara nama-nama berikut ini, yang sesuai dengan aturan tata nama IUPAC untuk senyawa organik adalah....
- a. 4,6-dimetilheptana  
 b. 5-etil-4,7-dimetiloktana  
 c. 2-etil-4-metilheptana  
 d. 2-propilheksana  
 e. 2,3-dimetilheptana
12. Sebanyak 20 mL gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan 100 mL gas oksigen sehingga dihasilkan volume gas sebanyak 70 mL. setelah volume gas karbon dioksida dihilangkan ternyata diperoleh volume gas sisa sebanyak 60 mL. Jika percobaan diukur pada 25°C dan tekanan yang tetap, nama IUPAC hidrokarbon tersebut adalah ....
- a. metana  
 b. etana  
 c. propana  
 d. butana  
 e. metilpropana
13. Senyawa alkana yang memiliki titik didih tertinggi adalah ....
- a. CH<sub>4</sub>  
 b. C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>  
 c. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>  
 d. C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>  
 e. C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>
14. Senyawa di bawah ini yang memiliki titik didih tertinggi adalah ....
- a. 
- b. 
- c. 
- d. 
- e. 

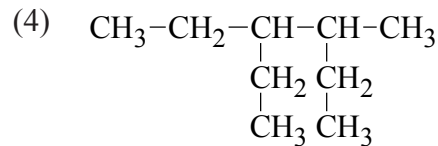
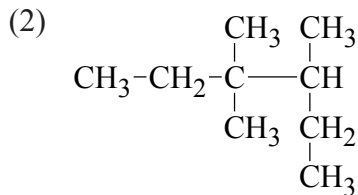
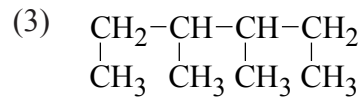
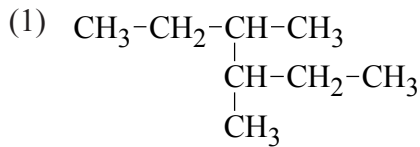
15. Perhatikan grafik kenaikan titik didih senyawa alkana berikut!



Informasi yang dapat diperoleh dari grafik di atas adalah ....

- senyawa alkana merupakan senyawa dengan titik didih paling tinggi
- titik didih alkana berbanding terbalik dengan jumlah atom C
- semakin sedikit atom C yang dikandung senyawa hidrokarbon, maka titik didihnya semakin tinggi
- semakin banyak atom C yang dikandung senyawa hidrokarbon, maka titik didihnya semakin tinggi
- semakin banyak atom C yang dikandung senyawa hidrokarbon, maka titik didihnya semakin rendah

16. Perhatikan rumus bangun senyawa berikut:



Pasangan senyawa yang merupakan isomer adalah ....

- (2) dan (4)
- (1) dan (2)
- (3) dan (4)
- (1), (2), dan (3)
- (1), (2), (3), dan (4)

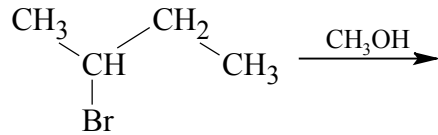
17. Pernyataan berikut yang paling tepat tentang isomer adalah ....

- isomer memiliki titik didih yang sama

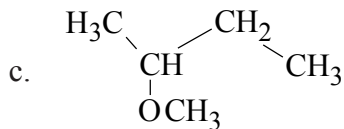
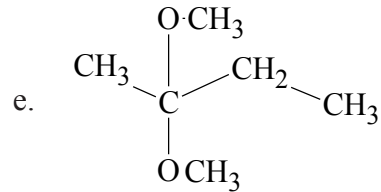
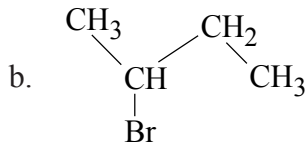
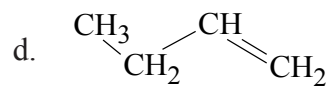
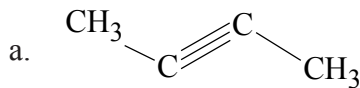
- b. isomer menghasilkan zat yang sama jika terbakar sempurna dalam oksigen  
 c. isomer mengandung kumpulan gugus yang sama  
 d. isomer adalah hidrokarbon  
 e. isomer memiliki rumus struktur yang sama
18. Rumus struktur yang **bukan** isomer dari 2,4-dimetilheksana adalah ....
- a. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$
- b. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
- c. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$
- d. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
- e. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
19. Pembakaran sempurna 5,8 gram gas hidrokarbon menghasilkan 17,6 gram gas karbon dioksida. Pada percobaan lain, massa 1 liter gas hidrokarbon (P,T) adalah 4,64 gram, sedangkan pada (P,T) yang sama massa 5 liter gas sulfur trioksida adalah 32 gram. Berapakah jumlah isomer gas hidrokarbon tersebut?  
 (Ar H=1; C=12; S=32; dan O=16).
- a. 1  
 b. 2  
 c. 3  
 d. 5  
 e. 7
20. Jumlah isomer dari  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$  sebanyak ....
- a. 9  
 b. 8  
 c. 7  
 d. 6  
 e. 5
21. Berubahnya alkena menjadi alkana oleh gas hidrogen dengan katalis Ni merupakan reaksi ....
- a. substitusi  
 b. adisi  
 c. eliminasi  
 d. polimerisasi  
 e. oksidasi
22. Sebanyak 2 liter gas butana yang dibakar oleh 75 liter udara yang mengandung 20% gas oksigen, sehingga menghasilkan 8 liter gas karbon dioksida. Jika semua gas diukur pada keadaan yang sama, maka ....
- a. reaksi pembakaran ini tidak sempurna



- b. dihasilkan 180 gram uap air  
 c. gas butana bersisa 1 liter  
 d. setelah reaksi selesai dihasilkan volume gas sebanyak 18 liter  
 e. setelah reaksi selesai dihasilkan volume gas sebanyak 20 liter
23. Senyawa 2-bromobutana jika direaksikan dengan metanol, seperti pada persamaan reaksi berikut:



Maka produk utama yang dihasilkan adalah ....

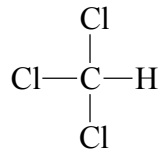


(OSN Kimia Tk.Provinsi 2015)

24. Sebanyak 4,6 gram campuran gas metana dengan  $\text{C}_x\text{H}_y$  dibakar sempurna sehingga menghasilkan 6,72 liter gas karbon dioksida pada STP. Jika massa  $\text{CH}_4$  dalam campuran itu 1,6 gram (Ar C=12, H=1, O=16), nama  $\text{C}_x\text{H}_y$  gas adalah ....
- a. metana  
 b. etana  
 c. propana  
 d. butana  
 e. pentana
25. Gas metana ( $\text{CH}_4$  Mr=16) sebanyak 64 gram dapat bereaksi dengan gas  $\text{Cl}_2$  berlebih, menghasilkan 50,5 gram gas  $\text{CH}_3\text{Cl}$  (Mr 50,5), 170 gram gas  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  dan X gram gas  $\text{CHCl}_3$  (Mr 120). Setelah dihitung dengan cermat dan teliti, maka massa gas  $\text{CHCl}_3$  sebesar ... gram.
- a. 6  
 b. 12  
 c. 30  
 d. 60  
 e. 120



26. Di dalam suatu tempat terdapat campuran gas sebagai berikut: 20 cm<sup>3</sup> gas hidrogen, x cm<sup>3</sup> metana, 120 cm<sup>3</sup> gas oksigen, dan 20 cm<sup>3</sup> gas yang tidak terbakar. Ketika tempat itu diberi percikan listrik terjadi pembakaran sempurna sehingga dihasilkan volume uap air sebanyak 100 cm<sup>3</sup>. Berdasarkan data tersebut, volume metana dan gas oksigen sisa yaitu ... cm<sup>3</sup>.
- a. 50 dan 10  
b. 45 dan 20  
c. 20 dan 30  
d. 60 dan 25  
e. 40 dan 30
27. Produk substitusi alkana dibawah ini digunakan sebagai ....



- a. Insektisida  
b. Cairan pendingin  
c. Antiseptik pada luka  
d. Obat bius  
e. Pelarut lemak
28. Campuran dari n-heptana dan isooktana dikenal sehari-hari dengan sebutan ....
- a. Solar  
b. Oli  
c. Minyak tanah  
d. bensin  
e. aspal

**Petunjuk soal dibawah ini untuk mengerjakan soal no. 29.**

- a. Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar.  
b. Jika jawaban (1) dan (3) benar.  
c. Jika jawaban (2) dan (4) benar.  
d. Jika jawaban (4) saja yang benar.  
e. Jika jawaban (1), (2), (3), dan (4) benar.

**Petunjuk soal dibawah ini digunakan untuk mengerjakan soal 30.**

a. Pernyataan benar, sebab benar, ada hubungan.

b. Pernyataan benar, sebab benar, tidak ada hubungan.

c. Pernyataan benar, sebab salah.

d. Pernyataan salah, sebab benar.

e. Pernyataan salah, sebab salah.

29. Jika 2-bromobutana direaksikan dengan larutan NaOH, kemungkinan produk yang dihasilkan adalah ....

(1) butanon

(2) 2-butena

(3) n-butana

(4) 2-butanol

30. Fluotan atau 1,1,1-trifluoro-2-kloro-2-bromoetana merupakan anestesi yang digunakan pada saat operasi.

Sebab

Fluotan diperoleh dari reaksi substitusi alkana dengan  $\text{Cl}_2$ .



## UJI KOMPETENSI 2

Berilah tanda silang pada a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang benar!

- 1) Aromatik
- 2) Alisiklis
- 3) Alifatik
- 4) Jenuh
- 5) Tak jenuh

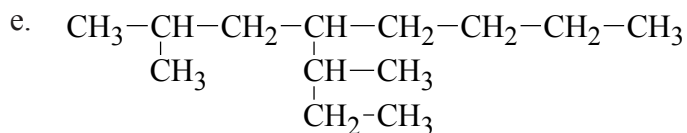
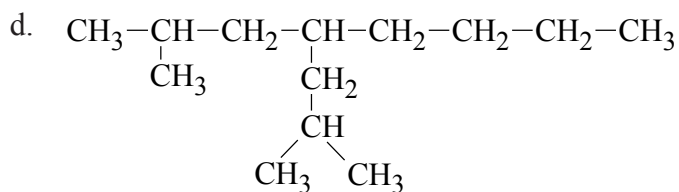
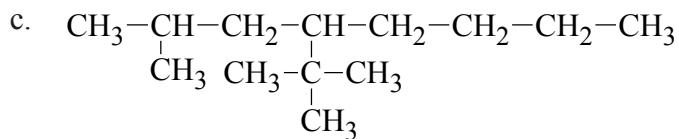
Pernyataan yang benar untuk alkana adalah nomor ....

- |            |            |
|------------|------------|
| a. 1 dan 5 | d. 3 dan 4 |
| b. 2 dan 4 | e. 3 dan 5 |
| c. 2 dan 5 |            |
2. Berikut ini yang **bukan** merupakan sifat alkana ialah ....
    - a. dapat mengalami reaksi substitusi
    - b. ikatan antar karbon adalah jenuh
    - c. banyak terdapat dalam minyak bumi
    - d. terlarut dengan baik dalam air
    - e. mempunyai rumus molekul  $C_n H_{2n+2}$
  3. Jumlah karbon neoktana adalah ....

a. 4	d. 7
b. 5	e. 8
c. 6	
  4. Identifikasi adanya unsur karbon dan hidrogen dalam senyawa hidrokarbon dapat dilakukan dengan cara memanaskan sampel yang dicampur dengan CuO dan menghubungkannya dengan bejana berisi air kapur. Pengamatan apa yang dapat menunjukkan adanya unsur hidrogen?
    - a. Adanya bintik-bintik cairan pada tabung reaksi.
    - b. Kertas kobalt(II) klorida anhidrat berwarna merah.
    - c. Adanya penambahan CuO.
    - d. Adanya gas  $CO_2$  ditandai dengan keruhnya air kapur.
    - e. Menghasilkan uap air.
  5. Jumlah atom C primer, sekunder, dan tersier senyawa karbon dengan rumus struktur di bawah ini berturut-turut adalah....



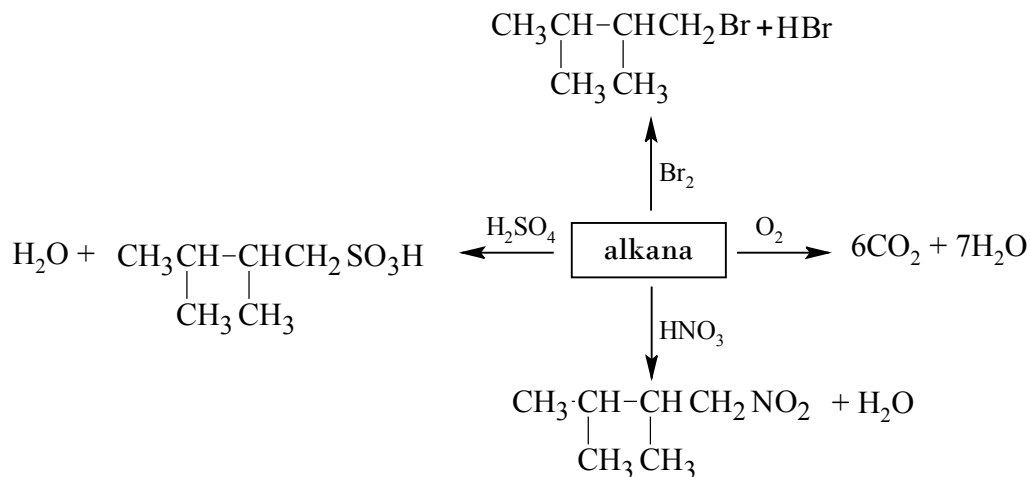




10. Diantara nama-nama berikut ini, yang sesuai dengan aturan tata nama IUPAC untuk senyawa organik adalah....

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| a. 4,6-dimetilheptana       | d. 2-propilheksana    |
| b. 5-etil-4,7-dimetiloktana | e. 2,3-dimetilheptana |
| c. 2-etil-4-metilheptana    |                       |

11. Perhatikan reaksi berikut.



Senyawa alkana tersebut adalah ....

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| a. n-butana          | d. 3,3-dimetilbutana |
| b. n-oktana          | e. 2,3-dimetilbutana |
| c. 2,2-dimetilbutana |                      |

12. Berikut ini merupakan sifat-sifat alkana, *kecuali* ....

- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| a. seluruh ikatannya jenuh | d. larut baik di air |
|----------------------------|----------------------|



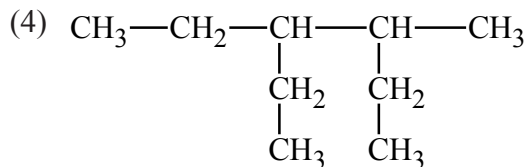
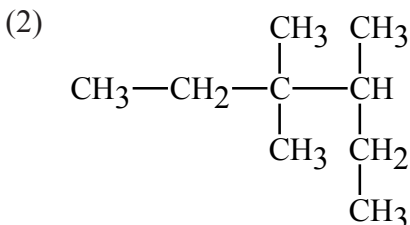
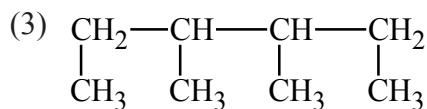
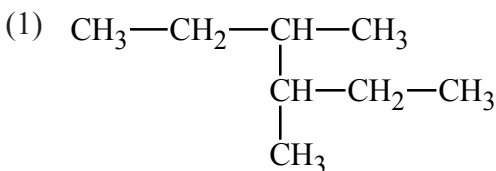
15. Perhatikan tabel sifat fisik alkana berikut.

Nama	T <sub>l</sub> (°C)	T <sub>d</sub> (°C)
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	-138,4	0,5
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	-139,7	36,1
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	-95,0	68,9
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	-90,6	98,4
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>	-56,8	124,7

Senyawa yang berwujud gas pada suhu kamar adalah ....

- a. butana
- b. pentana
- c. heksana
- d. heptana
- e. oktana

16. Perhatikan rumus bangun senyawa berikut:



Pasangan senyawa yang merupakan isomer adalah ....

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

17. Dituliskan beberapa pernyataan sebagai berikut:

- 1) mempunyai rumus molekul yang sama
- 2) mempunyai berat molekul yang sama
- 3) mempunyai sifat fisika yang sama
- 4) mempunyai susunan atom yang sama.

Pernyataan yang benar tentang isomer struktur adalah ....

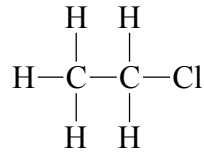
- a. (1) dan (2)
- d. (1), (2), dan (3)





- e. 1-kloro-3-metilpentana
22. Tabung gas LPG mengandung gas propana ( $C_3H_8$ ) dan gas butana ( $C_4H_{10}$ ) yang dimana sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari. Jika campuran gas yang terdapat di dalam tabung pada gambar di atas volumenya 20 liter dibakar dengan udara yang mengandung 20% gas oksigen, maka udara yang diperlukan sebanyak ... liter.
- a. 500  
b. 650  
c. 1000  
d. 1150  
e. 1300
23. 44 gram suatu alkana pada pembakaran sempurna menghasilkan 132 gram  $CO_2$ , dan 72 gram air. Rumus molekul senyawa hidrokarbon adalah ....
- (Ar C=12; H=1; O=16)
- a.  $CH_4$   
b.  $C_2H_{10}$   
c.  $C_3H_8$   
d.  $C_4H_{10}$   
e.  $C_5H_{12}$
24. Bila senyawa  $(CH_3)_2CHCHBrCH_2CH_3$  direaksikan dengan KOH alkoholis, maka produk utama yang dihasilkan adalah....
- a.  $(CH_3)_2CHCH=CH_2$   
b.  $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$   
c.  $(CH_3)_2CHCHOHCH_2CH_3$   
d.  $(CH_3)_2CHCHOHCH_2CH_3$   
e.  $(CH_3)_2COCH_2CH_2CH_3$
25. Suatu alkil klorida RCl direaksikan dengan logam Li menghasilkan senyawa RLi. Jika RLi direaksikan dengan air menghasilkan isopentana. Bila senyawa RCl direaksikan dengan logam Na menghasilkan 2,7-dimetiloktana. Rumus struktur RCl adalah ....
- a.  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$   
b.  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$   
c.  $CH_3CH_2CH(Cl)CH_2CH_3$   
d.  $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Cl$   
e.  $CH_3CH_2CH_2CH(CH_3)CH_2Cl$
26. Sebanyak 20 liter campuran gas  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ , dan  $C_3H_8$  dibakar sempurna sehingga dihasilkan 36 liter gas  $CO_2$ . Dari 36 liter gas  $CO_2$  tersebut sebanyak 12 liter berasal dari  $C_2H_6$ . Hitunglah komposisi gas (dalam % volume) jika gas diukur pada T,P yang sama!
- a. 40% ; 30%; dan 30%  
b. 45%; 30%; dan 25%  
c. 35%; 25%; dan 40%  
d. 30%; 35%; dan 45%  
e. 35%; 45%; dan 20%
27. Tetraklorometana atau biasa disebut sebagai karbon tetraklorida adalah senyawa yang berguna untuk ....
- a. insektisida  
b. cairan pendingin  
c. antiseptik pada luka  
d. obat bius  
e. pelarut lemak

28. Produk substitusi alkana di bawah ini digunakan sebagai ....



- a. bahan bakar
- b. anestesi
- c. antiseptik
- d. *dry cleaning*
- e. insektisida

**Petunjuk soal dibawah ini digunakan untuk menjawab soal nomor 29 dan 30.**

(A) Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar.

(B) Jika jawaban (1) dan (3) benar.

(C) Jika jawaban (2) dan (4) benar.

(D) Jika jawaban (4) saja yang benar.

(E) Jika semua jawaban (1), (2), (3), dan (4) benar.

29. Jika 2-bromobutana direaksikan dengan larutan NaOH, kemungkinan produk yang dihasilkan adalah ....

- (1) butanon
- (2) 2-butena
- (3) n-butana
- (4) 2-butanol

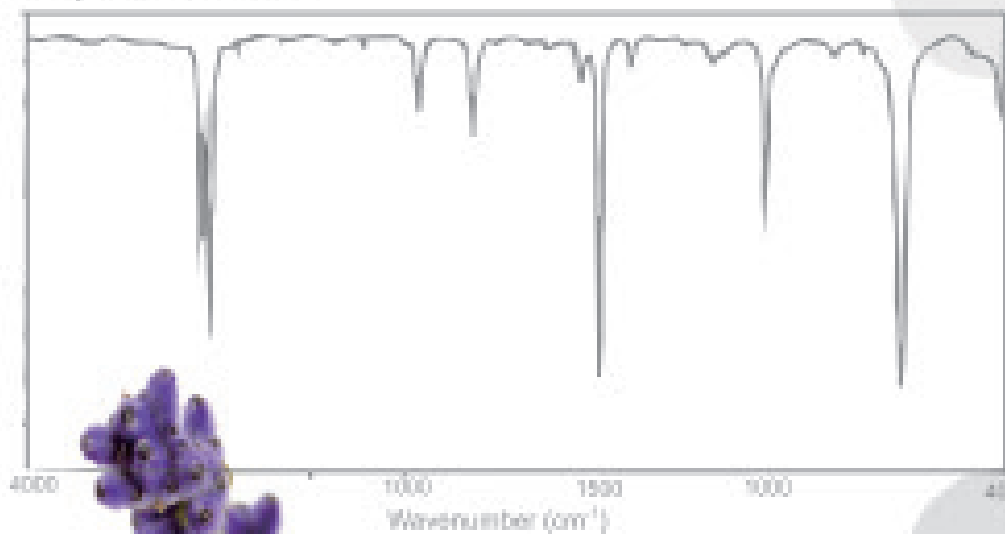
30. Mengapa butana digunakan sebagai pemantik.

- (1) Butana memiliki tekanan empat kali lebih tinggi dibanding propana.
- (2) Butana mudah ditempatkan.
- (3) Butana sesuai untuk pembakaran api kecil.
- (4) Butana membutuhkan sedikit tekanan untuk tetap dalam bentuk cair.





IR Spectrum of Benzene



# 2

# ALKENA

**A**nda tentu sering menggunakan parfum bukan? Parfum dibuat dari ekstrak bunga ataupun tanaman lainnya. Beberapa diantaranya mengandung senyawa alkena. Apakah itu senyawa alkena? Sifat apa saja yang dimiliki senyawa alkena dan produk apa saja yang dapat dihasilkan dari pengolahan senyawa alkena?

## Tujuan :

Setelah mempelajari materi dalam bab ini, Anda diharapkan:

- mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan.
- memberi nama senyawa alkena sesuai aturan IUPAC.
- menggambarkan suatu struktur alkena yang diketahui nama senyawanya.
- menyimpulkan hubungan titik didih senyawa alkena dengan massa molekul relatif dan strukturnya.
- menentukan isomer struktur dan isomer geometri (cis-trans) pada senyawa alkena.
- menuliskan reaksi-reaksi pada senyawa alkena dengan benar.
- menentukan hasil (produk) dari suatu reaksi alkena.



oleh atom C yang berikatan rangkap. Dengan kata lain, semakin besar gugus yang diikat maka penyimpangan sudutnya akan semakin besar pula. Alkena membentuk suatu deret homolog dengan rumus umum  $C_nH_{2n}$ .

### Apersepsi

Ada banyak sekali bahan masakan yang dapat kita temukan di dapur. Contohnya adalah minyak goreng, margarin, susu, dan sebagainya. Beberapa diantaranya ternyata mengandung ikatan rangkap. Lalu, bahan makanan apa saja yang terdapat ikatan rangkap di dalamnya dan bagaimana cara mendeteksinya? Mari kita lakukan percobaan berikut.

## Kerja Ilmiah

### Hidrokarbon Tak Jenuh di Dapur

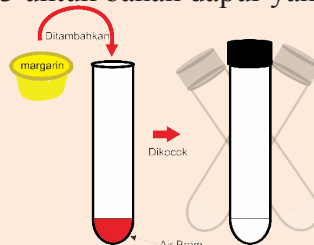
**Tujuan** : Menguji hidrokarbon tidak jenuh pada bahan masakan di dapur

**Alat dan bahan** :

	Alat	Bahan
1. Tabung reaksi	3 buah	1. Margarin
2. Spatula	3 buah	2. Minyak goreng
3. pipet tetes	1 buah	3. Susu
4. Larutan $Br_2$		

### Langkah Kerja

1. Masukkan sedikit air brom kedalam tabung reaksi.
2. Tambahkan margarin atau mentega ke dalam air brom.
3. Amati perubahan yang terjadi.
4. Ulangi langkah kerja 1-3 untuk bahan dapur yang lain.



### Data Pengamatan

Bahan		Hasil pengamatan
Margarin	+ larutan Br <sub>2</sub>	
Minyak goreng		
Susu		

### Pertanyaan

1. Bahan dapur mana saja yang merubah warna air brom?
2. Mengapa air brom berubah menjadi tidak bewarna?
3. Apa yang dapat disimpulkan dari hasil pengamatan ini?

## C. Tata Nama Senyawa Alkena

### 1. Sistem IUPAC

Penamaan senyawa alkena berdasarkan IUPAC hampir sama dengan alkana, namun akhiran *-ana* diganti akhiran *-ena*, sebagai penanda bahwa senyawa tersebut mempunyai **ikatan rangkap dua**.

a. Alkena tak bercabang

- (1) Penomoran rantai dimulai dari ujung terdekat dengan ikatan rangkap, sehingga atom karbon pada ikatan itu memperoleh nomor terkecil. Penulisan senyawanya mengikuti aturan sebagai berikut: Nomor ikatan rangkap-nama alkena.

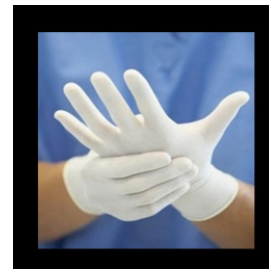
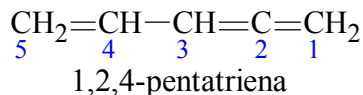
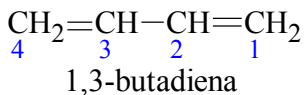


Gambar 2.4 Asap rokok menghasilkan 1,3-butadiena.

Sumber: gettyimages.com

- (2) Bila terdapat lebih dari 1 ikatan rangkap dua, maka masing-masing atom karbon yang mempunyai ikatan rangkap 2 harus dituliskan dan gunakan akhiran *-diena* (dua buah ikatan rangkap dua), *-triena* (tiga buah ikatan rangkap 2), dan seterusnya.



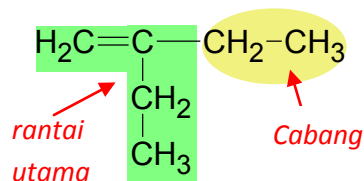


Gambar 2.5 Isoprene sebagai bahan baku sarung tangan operasi.

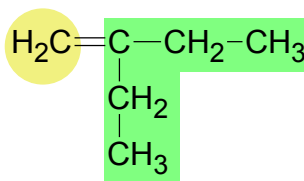
Sumber: 3.imimg.com

## b. Alkena Bercabang

(1) Menentukan rantai induk yang mengandung ikatan rangkap dua.

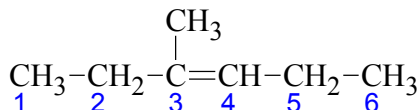


**bukan**

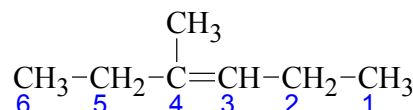


Karena ikatan rangkapnya tidak terdapat pada rantai karbon walaupun anggota karbonnya lebih panjang.

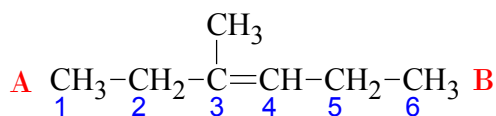
(2) Nomori rantai dari ujung atom karbon yang terdekat dengan ikatan rangkap.



**bukan**

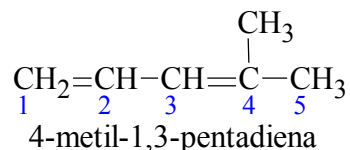
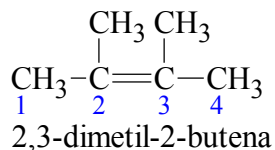
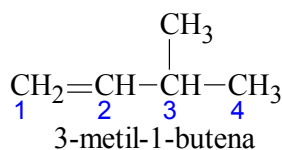


Jika ikatan rangkap berjarak sama dari kedua ujung rantai, penomoran dimulai dari ujung yang terdekat dengan cabang.



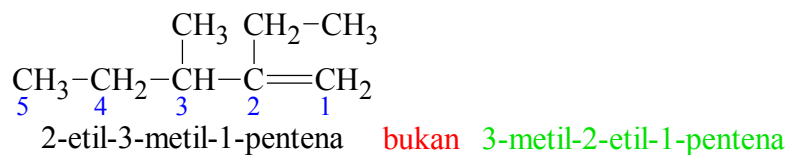
Dilihat dari A ikatan rangkap terletak pada atom C nomor 2, begitu juga dengan sisi B. Maka penomoran dimulai dari ujung yang terdekat dengan cabang. Cabang A terletak di atom C nomor 2. Sedangkan cabang B terletak pada atom C nomor 3. Sehingga penomoran yang benar dimulai dari A.

(3) Penamaan senyawa alkena mengikuti aturan: **nomor atom cabang-nama cabang -nomor atom C yang terdapat ikatan rangkap-nama alkena.**

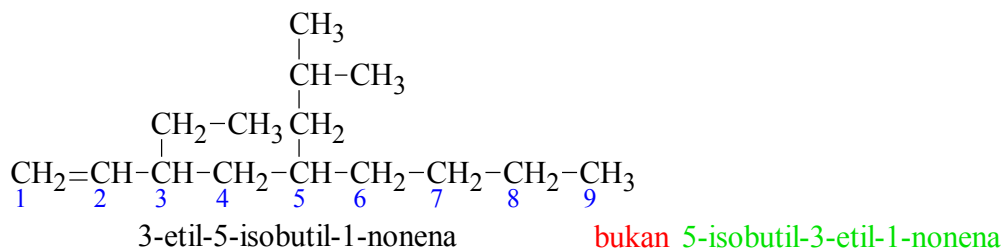


**Isoprena**

(4) Jika terdapat dua atau lebih substituen yang berbeda, penulisan namanya disusun berdasarkan urutan abjad huruf pertama substituen.



(5) Awalan di, tri, sek, ters, tidak perlu diperhatikan dalam penentuan urutan abjad, sedangkan awalan yang tidak dipisahkan dengan tanda hubung (seperti: iso-, dan neo-) diperhatikan dalam penentuan urutan abjad.



## 2. Sistem Trivial

Selain IUPAC, perlu dipelajari juga beberapa nama trivial atau nama umumnya. Sistem trivial banyak dipakai untuk senyawa alkena suku rendah. Sistem trivial tidak dapat diterapkan pada alkena yang mempunyai lebih dari 4 atom karbon karena banyaknya jumlah isomer struktur yang mungkin dihasilkan dan kurangnya *prefix* (awalan) yang sesuai untuk membedakan isomer struktural satu dengan yang lain, sehingga alkena yang lebih kompleks harus menggunakan sistem tata nama IUPAC. Berikut ini disajikan beberapa contoh sistem trivial alkena suku rendah pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Tata nama trivial dan IUPAC senyawa alkena

	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3  \end{array}  $
Sistem IUPAC	Etena	Propena	2-metilpropena
Sistem Trivial	etilena	propilena	isobutilena

Gugus penting dalam alkena juga memiliki nama umum yang digunakan untuk menyatakan gugus alkenil. Perhatikan tabel 2.2.



Gambar 2.6 Isobutilena dalam produk karem sintesis IIR.

Sumber: *ukrubbersheet.co.uk*

Tabel 2.2 Nama Trivial Beberapa Gugus Alkenil

Gugus Alkenil	Nama Umum	Nama IUPAC	Contoh	Nama IUPAC (Nama Umum)
$\text{CH}_2=$	Metiliden	Metilen	$\text{CH}_2=\text{Cl}_2$	diklorometana (metilenklorida)
$\text{CH}_2=\text{CH}-$	Vinil	Etenil	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	kloroetena (vinilklorida)
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	Alil	2-propenil	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$	3-kloropropena (alilklorida)

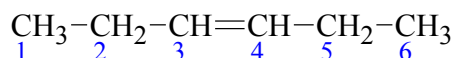
### Contoh Soal

Gambarkan rumus struktur dari senyawa:

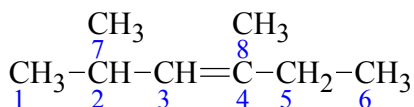
1) 2,4-dimetil-3-heksena

Penyelesaian:

- Akhiran -heksena menandakan bahwa senyawa tersebut merupakan alkena yang memiliki rantai karbon panjang berjumlah 6. Ikatan rangkapnya terikat pada atom C nomer 3 (ditandai dengan angka 3-sebelum kata heksena).



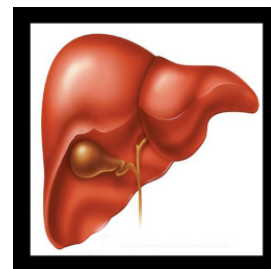
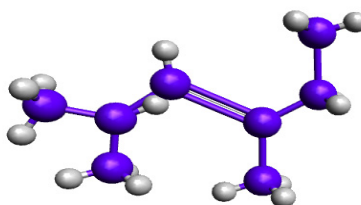
- Pada rantai itu, terdapat 2 gugus metil (ditandai dengan dimetil-) yang terletak pada atom karbon 2 dan 4.



2) 2,4,4-trimetil-2-pentena

Penyelesaian:

- Akhiran -pentena menandakan bahwa senyawa tersebut merupakan alkena yang memiliki rantai karbon panjang berjumlah 5. Ikatan rangkapnya terikat pada atom C nomer 2 (ditandai dengan angka 2-sebelum kata -pentena).



Gambar 2.7

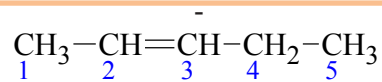
Kontaminasi vinilklorida dapat menyebabkan kanker hati.

Sumber: sccollege.edu

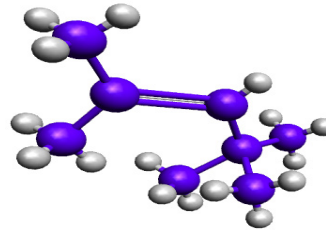
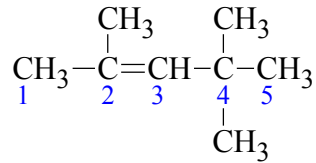


Gambar 2.8 Alilklorida digunakan sebagai salah satu bahan pestisida.

Sumber: agriculturewire.com

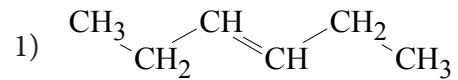


- Pada rantai itu, terdapat 3 gugus metil (ditandai dengan trimetil-) yang terletak pada atom karbon 2, 4, dan 4.

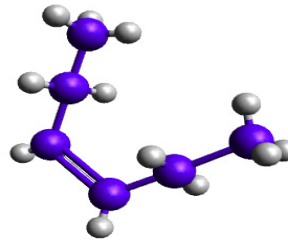
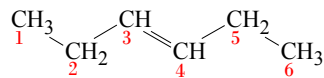


### Contoh Soal

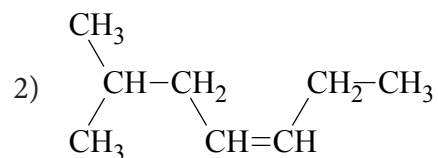
Berilah nama menurut sistem IUPAC untuk struktur di bawah ini:



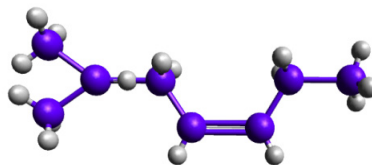
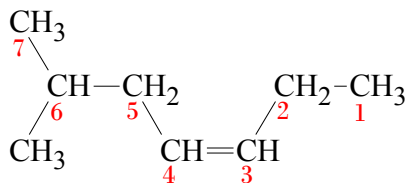
Penyelesaian:



Jumlah atom C pada rantai induk = 6 dan ikatan rangkap dua terikat pada atom C nomor 3, sehingga nama rantai induk adalah **3-heksena**.



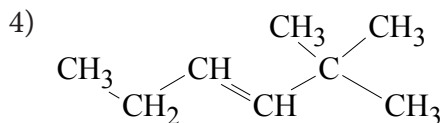
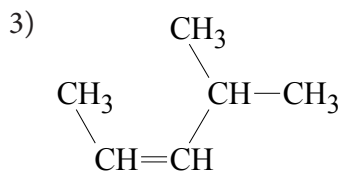
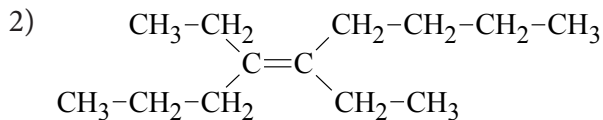
Penyelesaian:



- Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap dua terikat pada atom C nomor 3, sehingga nama rantai induk adalah *3-heptena*
- Jumlah atom C pada setiap rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah *metil*. Rantai cabang terikat pada atom C nomor 2.
- Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama ***6-metil-3-heptena***.

### Latihan Soal 2.1

Berilah nama menurut sistem IUPAC untuk struktur di bawah ini:

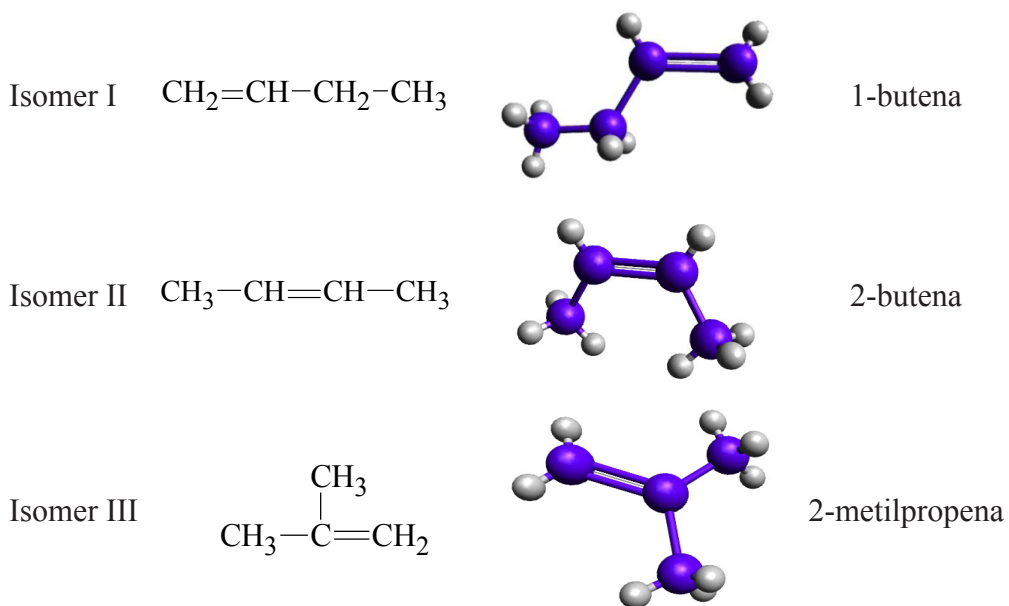


## D. Isomer

### 1. Isomer struktur

**Isomer struktur pada alkena** terjadi karena perbedaan posisi ikatan rangkap dua dan/atau perbedaan letak cabang pada rantai induk.

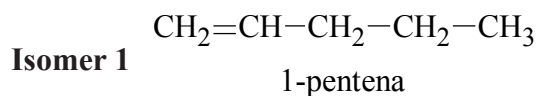
Isomer struktur pada alkena dapat terjadi karena perbedaan posisi ikatan rangkap dua dan/atau perbedaan letak cabang pada rantai induk. Misalnya,  $C_4H_8$  mempunyai tiga kemungkinan untuk menata atom karbon, yaitu:

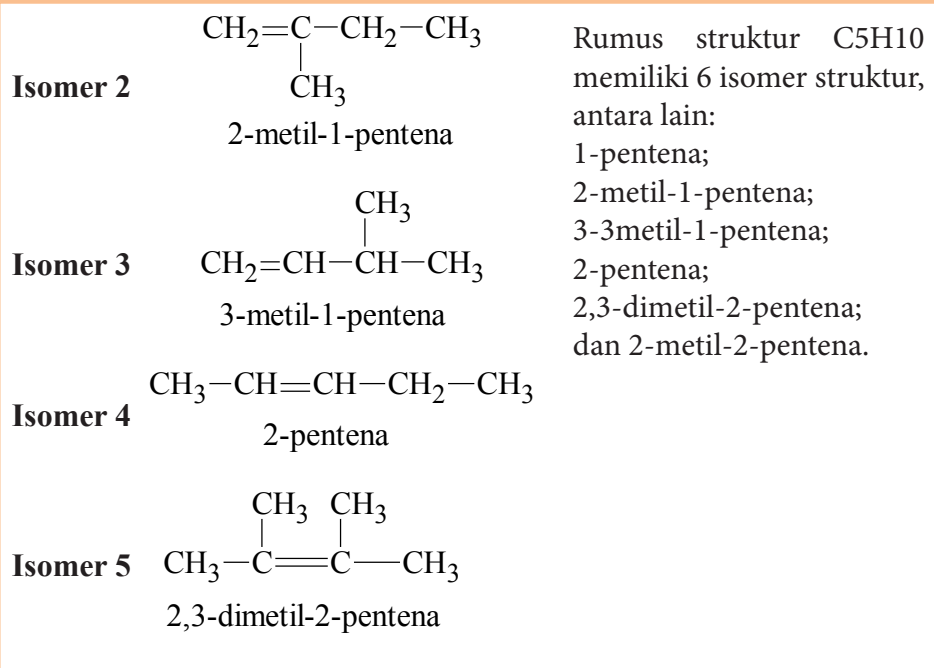


Etena ( $C_2H_4$ ), dan propena ( $C_3H_6$ ) adalah dua suku pertama senyawa alkena yang tidak memiliki isomer struktur, hal ini dikarenakan hanya ada satu kemungkinan cara untuk menata atom karbon. Banyaknya jumlah isomer alkena sebanding dengan bertambahnya jumlah atom karbon. Dengan demikian semakin banyak jumlah atom karbon, semakin banyak pula isomer struktur yang dihasilkan.

### Contoh Soal

Gambarkan rumus struktur dan tuliskan nama IUPAC dari semua isomer alkena dengan rumus molekul  $C_5H_{10}$ !

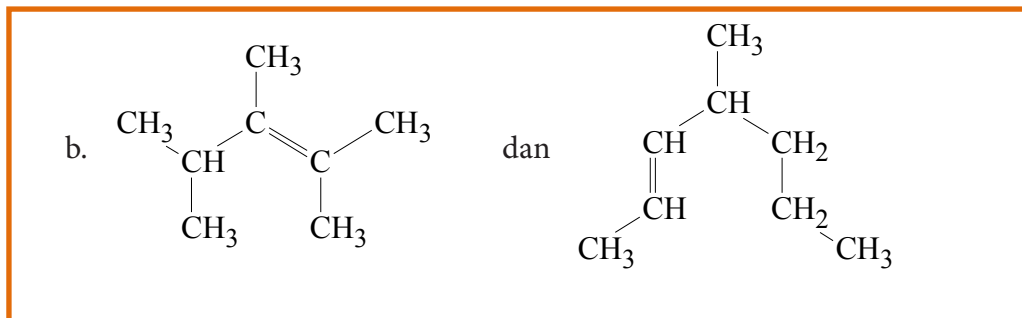




Gambar 2.9 Video isomer C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>.

### Latihan Soal 2.2

1. Gambarkan rumus struktur dan tuliskan nama IUPAC dari semua isomer alkena dengan rumus molekul:
  - a. C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>
  - b. C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>
2. Gambarkan rumus struktur di bawah ini dan tuliskan nama IUPAC-nya! Jelaskan apakah pasangan rumus struktur tersebut suatu isomer atau bukan!
  - a. (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CC(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CHCHC(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan  
(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHC(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

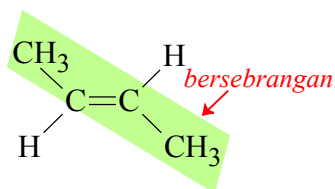


## 2. Isomer *Cis-Trans*

### Isomer *cis-trans*

adalah isomer yang penempatan gugus-gugus dalam ruang berbeda.

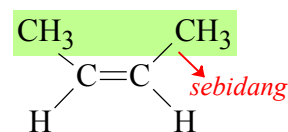
**Isomer *trans***- jika atom H yang masing-masing mengikat atom C=C letaknya bersebrangan.



*trans*-2-pentena

Titik didih: 1°C

Titik leleh: 106°C



*cis*-2-pentena

Titik didih: 4°C

Titik leleh: -139°C

**Isomer *cis***- jika atom H yang masing-masing mengikat atom C=C terletak sebidang.

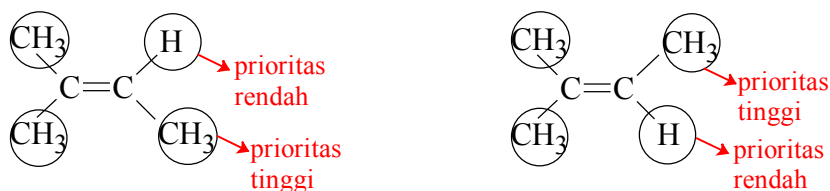
Isomer *cis-trans* merupakan salah satu isomer geometri yang didesain oleh IUPAC. **Isomer *cis-trans*** adalah isomer yang memiliki rumus molekul dan tatanan atom-atom yang sama tetapi berbeda dalam penempatan gugus-gugus di sekitar ikatan rangkap dua. Jika setiap atom karbon yang dihubungkan oleh ikatan rangkap dua mengikat dua atom atau gugus atom yang berlainan, maka akan terjadi isomer *cis-trans*. Awalan *cis* digunakan untuk menyatakan jika kedudukan gugus prioritas tinggi terletak pada satu sisi bidang. Awalan *trans* digunakan untuk menyatakan jika kedudukan prioritas tinggi terletak di sisi yang bersebrangan arah (berlawanan). Gugus prioritas ditentukan berdasarkan berat molekul. Semakin berat molekul tersebut, maka gugus prioritas semakin tinggi. Sebagai contoh, senyawa 2-butena memiliki 2 isomer yaitu isomer *cis*-2-pentena dan *trans*-2-pentena.

Senyawa *trans*-2-pentena tidak dapat diubah menjadi *cis*-2-pentena pada temperatur kamar, karena rotasi yang mengelilingi ikatan rangkap tidak terjadi dengan mudah. Jelas bahwa senyawa *cis*- dan *trans*- memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda. Isomer *cis* kurang stabil dibanding isomers *trans*, hal ini dikarenakan interaksi tegangan sterik antara kedua substituen alkil yang berposisi sama (sebidang; isomer *cis*) lebih besar dari pada posisi berlawanan



(bersebrangan; isomer *trans*).

Bagaimana jika kedua gugus tersebut sama? Perhatikan senyawa 2-metil-2-butena berikut ini.



Pada contoh di atas, terlihat ada dua gugus metil yang terikat pada atom C yang sama, sehingga struktur tersebut tidak memiliki isomer *cis-trans*. Kedua bentuk tersebut menunjukkan molekul yang sama atau sejenis. Tolakan sterik antara kedua substituen alkil juga sama.

Kestabilan relatif suatu alkena dapat ditentukan dengan cara mereaksikan alkena dengan gas  $H_2$  menggunakan katalis seperti paladium atau platinum. Alkena akan lebih stabil dengan peningkatan jumlah substituenya. Senyawa alkena tidak mempunyai isomer *cis-trans*. Hal ini dikarenakan ikatan tunggal mampu berputar bebas pada suhu kamar sehingga tidak ada posisi tetap untuk atom atau gugus yang terikat (substituen).

Apakah senyawa alkuna (rangkap tiga) memiliki isomer *cis-trans*?  
Jelaskan dengan bahasa anda sendiri!

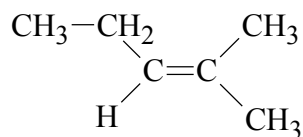
### Contoh Soal

Pada senyawa alkena berikut, apakah terdapat isomer geometri? Jika ada, gambarkan bentuk geometrinya dan berikan nama menurut IUPAC.

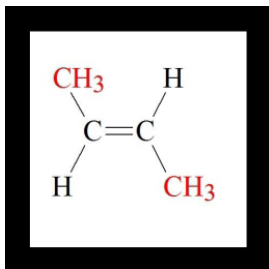


Penyelesaian:

Rumus strukturnya adalah:



2-metil-2-pentena



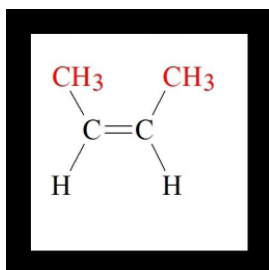
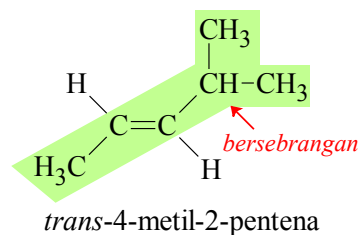
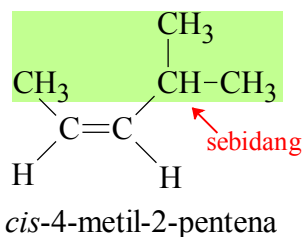
Gambar 2.10 Struktur trans-2-pentena.

Terdapat dua gugus metil terikat pada atom karbon rangkap dua maka isomer cis-trans tidak terjadi pada senyawa ini. Hal ini dikarenakan kedua gugus metil itu dipertukarkan lokasinya tidak akan mengubah keadaan geometrinya.



Penyelesaian:

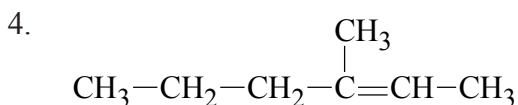
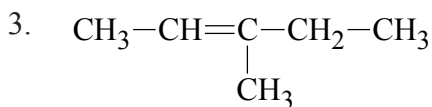
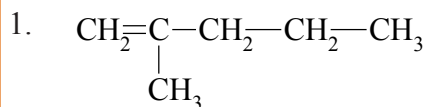
Pada senyawa ini terdapat isomer cis-trans. Ketika gugus yang mengikat atom  $\text{C}=\text{C}$  ditukarkan posisinya, akan mengubah keadaan geometrinya sehingga terbentuk dua molekul yang berbeda.



Gambar 2.11 Struktur cis-2-pentena.

### Latihan Soal 2.3

Pada senyawa alkena berikut, apakah terdapat isomer geometri? Jika ada, gambarkan bentuk geometrinya dan berikan nama menurut IUPAC.

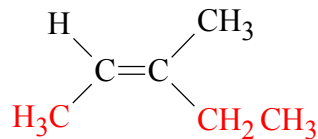


**Sistem E/Z** aturan untuk menetapkan prioritas gugus-gugus yang terikat pada atom  $\text{C}=\text{C}$ .

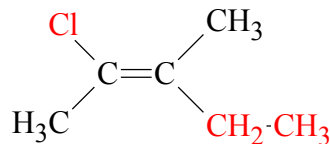
### Sistem E/Z

Penamaan alkena dengan sistem *cis-trans* dapat membingungkan jika suatu alkena merupakan tri- atau tetrasubstitusi. Diperlukan penetapan dua

gugus yang akan dibandingkan sebagai posisi *cis* atau *trans* satu sama lain. Untuk menghindari kebingungan maka Chan-Ingold-Prelog mengembangkan sistem penamaan **E/Z** atau sistem **Chan-Ingold-Prelog**.

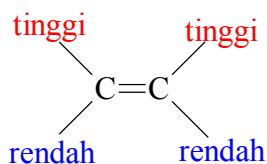


(Z)-3-metil-2-pentena  
(alkena trisubstitusi)

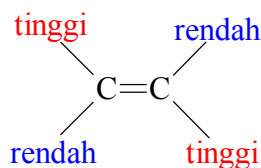


(E)-2-kloro-3-metil-2-pentena  
(alkena tetrasubstitusi)

Sistem E/Z didasarkan pada suatu pemberian prioritas gugus-gugus yang terikat pada atom karbon ikatan rangkap. Jika atom atau gugus yang memiliki prioritas tinggi berada pada posisi yang sama maka di depan nama senyawa diberi *prefix* (**Z**)-. Jika atom atau gugus yang memiliki prioritas tinggi berada pada posisi yang berlawanan maka di depan nama senyawa diberi *prefix* (**E**)-. Huruf Z diambil dari kata *zusammen* (Jerman) yang berarti bersama atau disisi yang sama. E diambil dari kata *entgegen* (Jerman) yang berarti berlawanan.



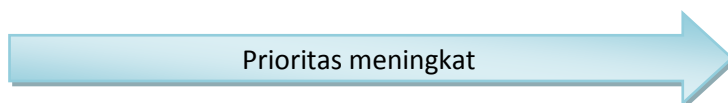
**Z** (*zusammen*)



**E** (*entgegen*)

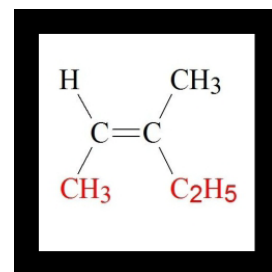
Prioritas ditentukan berdasarkan nomor atomnya, dengan ketentuan bahwa nomor atom yang lebih tinggi mempunyai prioritas yang lebih tinggi.

1	6	7	8	17	35	53
—H,	—C	—N	—O	—Cl	—Br	—I

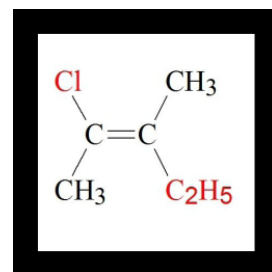


**Z- (Jerman; zusammen)** jika gugus prioritas tinggi terletak sebidang.

**E- (Jerman; entgegen)** jika gugus prioritas tinggi letaknya bersebrangan.



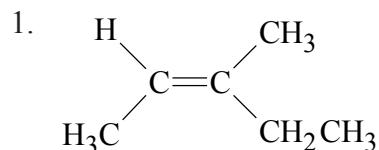
Gambar 2.12 Struktur (Z)-3-metil-2-pentena.



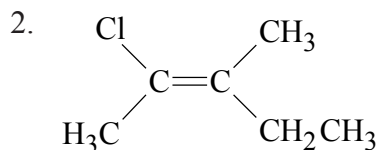
Gambar 2.13 Struktur (E)-3-kloro-2-pentena.

### Contoh Soal

Berilah nama alkena berikut dengan sistem E/Z!



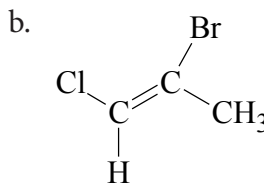
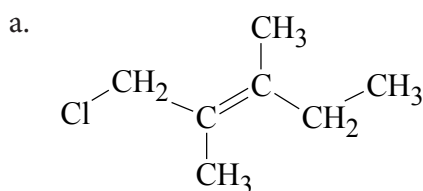
Penyelesaian: Gugus yang memiliki prioritas tinggi pada atom  $C_2$  adalah metil, dan gugus yang memiliki prioritas tinggi pada atom  $C_3$  adalah isopropil. Karena gugus-gugus yang berprioritas tinggi pada sisi yang sama terhadap ikatan rangkap maka nama dari rumus struktur ini adalah **(Z)-3,4-dimetil-2-pentena**.



Penyelesaian: Gugus yang memiliki prioritas tinggi pada atom  $C_2$  dan  $C_3$  adalah  $-Cl$  dan  $-CH_2CH_3$ . Karena gugus yang memiliki prioritas tinggi berada pada posisi yang berlawanan terhadap ikatan rangkap, nama dari rumus struktur ini adalah **(E)-2-kloro-2-pentena**.

### Latihan Soal 2.4

1. Tulislah nama struktur dibawah ini dengan sistem E/Z!



2. Bagaimana rumus struktur untuk :

a. (Z)-4,5-dimetil-3-heksena

b. (E)-2-kloro-2-pentena

c. (Z)-1-bromo-1-iodo-2-kloro-1-propena

d. (E)-2,3,6-trimetil-3-heptena

## E. Sifat Fisik Alkena

Secara umum sifat fisik alkena mirip dengan sifat fisik alkana. Alkena yang terdiri dari dua sampai empat atom karbon berwujud gas pada temperatur kamar. Alkena yang memiliki atom karbon dari lima sampai tujuh belas berwujud cairan tak berwarna dan selebihnya lagi berwujud padat. Alkena memiliki masa jenis yang lebih rendah dibanding air, sehingga jika cairan alkena dicampur dengan air maka kedua campuran itu akan membentuk lapisan yang saling tidak bercampur. Alkena relatif nonpolar dan hampir tidak larut dalam air tetapi larut dalam alkena lain seperti pelarut organik non-polar, dan etanol. Titik didih alkena akan meningkat seiring bertambahnya berat molekul. Adanya substituen pada alkena akan menurunkan sedikit titik didih. Perhatikan daftar sifat fisik dari alkena dalam Tabel 2.3.

Titik didih alkena akan meningkat seiring bertambahnya berat molekul.

Tabel 2.3 Beberapa Sifat Fisik Alkena

Nama IUPAC	Rumus molekul	Mr	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	Berat jenis
Etena	$C_2H_4$	28	-169	-104	0,568
Propena	$C_3H_6$	42	-185	-48	0,614
1-butena	$C_4H_8$	56	-185	-6	0,630
1-pentena	$C_5H_{10}$	70	-165	30	0,643
1-heksena	$C_6H_{12}$	84	-140	63	0,675
1-heptena	$C_7H_{14}$	98	-120	94	0,698
1-oktena	$C_8H_{16}$	112	-102	122	0,716
1-nonena	$C_9H_{18}$	126	-81	147	0,731
1-dekena	$C_{10}H_{20}$	140	-66	171	0,743

## Latihan Soal 2.5

1. Jelaskan bagaimana titik didih 2-butena dibanding dengan 1-pentena?
2. Jelaskan manakah yang lebih mudah larut dalam  $\text{CCl}_4$ , air, atau 1-heksena?
3. Minyak goreng dari kelapa akan berubah menjadi padatan pada pagi hari dan akan mencair kembali ketika dipanaskan. Semua minyak goreng mengandung ikatan rangkap dua. Bagaimana fakta ini dapat dijelaskan kaitannya dengan struktur alkena?

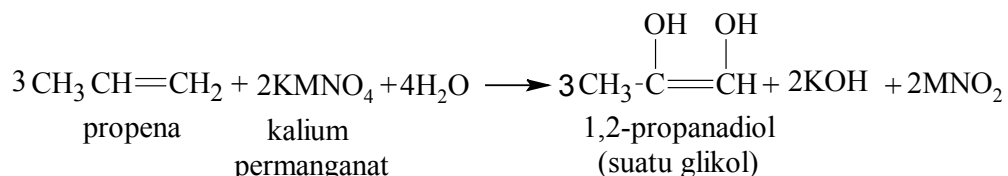
## F. Reaksi Pada Alkena

Alkena termasuk golongan hidrokarbon tak jenuh yang reaktif. Reaktivitas ditentukan oleh sifat ikatan rangkapnya. Adanya ikatan rangkap inilah yang menjadi ciri khas pada setiap reaksi-reaksi senyawa alkena. Reaksi pada alkena dibedakan menjadi dua, yaitu 1) reaksi yang terjadi pada ikatan rangkap dan 2) reaksi yang terjadi di luar ikatan rangkap.

### 1. Reaksi Oksidasi

#### 1.1. Oksidasi dengan $\text{KMnO}_4$

Alkena dapat dioksidasi oleh ion permanganat ( $\text{MnO}_4^-$ ) membentuk glikol, yaitu senyawa yang mempunyai dua gugus hidroksil yang terikat pada dua atom karbon yang berdampingan.



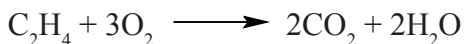
Gambar 2.14 Produk propilen glikol.

Sumber: ebay.com

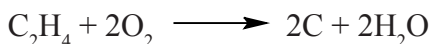
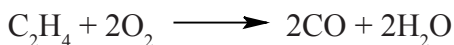
Untuk memperoleh glikol dengan randemen yang tinggi kondisi reaksi harus dikendalikan. Biasanya dilakukan dalam suasana basa dan temperatur rendah (dingin).

## 1. 2. Pembakaran

Pembakaran sempurna alkena menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Perhatikan contoh reaksi pembakaran sempurna senyawa etena.



Jika pasokan oksigen ( $\text{O}_2$ ) tidak cukup memadai maka yang terjadi adalah pembakaran tidak sempurna dimana produk yang dihasilkan adalah karbon monoksida atau karbon dalam bentuk arang atau jelaga.



## 2. Adisi

Reaksi adisi berlangsung ditandai dengan terputusnya ikatan pi dan terbentuknya ikatan sigma baru. Senyawa yang mengandung ikatan pi biasanya berenergi lebih tinggi daripada senyawa yang sepadan yang mengandung hanya ikatan sigma; oleh karena itu suatu reaksi adisi biasanya endoterm. Cermati beberapa contoh reaksi adisi pada alkena yang disajikan pada tabel 2.4.

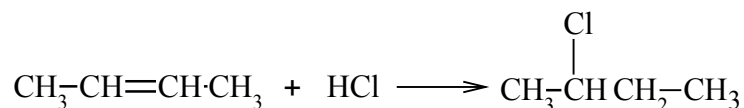
Tabel 2.4 Contoh Reaksi Adisi Pada Alkena

Reaksi adisi	Nama Reaksi
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{HX} \longrightarrow \begin{array}{c}   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{Br}(\text{X}) \end{array}$ $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$	Hidrohalogenasi
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \begin{array}{c}   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{OH} \end{array}$	Hidrasi
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{X}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} (\text{X})\text{Br} \\   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ & \text{Br}(\text{X}) \end{array}$ $\text{X}_2=\text{Cl}_2, \text{Br}_2$	Brominasi (halogenasi)
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \begin{array}{c}   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	Hidrogenasi (reduksi)

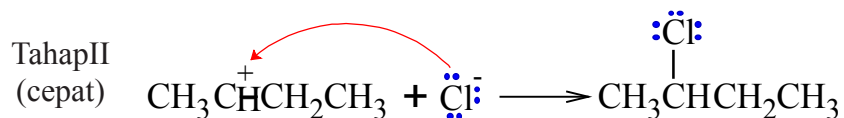
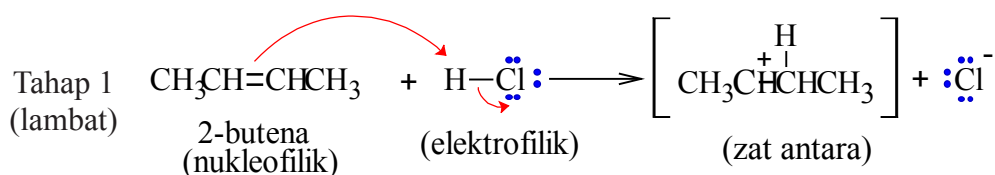
## 2.1 Adisi Hidrogen Halida (Hidrohalogenasi)

Jika asam-asam halogen (HCl, HBr, HI) mengadisi ikatan pi pada alkena terbentuklah senyawa alkil halida. Hidrohalogenasi pada alkena sering digunakan untuk reaksi sintesis. Biasanya gas HX dilarutkan ke dalam alkena (larutan pekat hidrogen halida dalam air akan menghasilkan produk campuran, hal ini dikarenakan air dapat pula mengadisi ikatan rangkap). Reaktivitas relatif HX dalam reaksi ini adalah  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ .

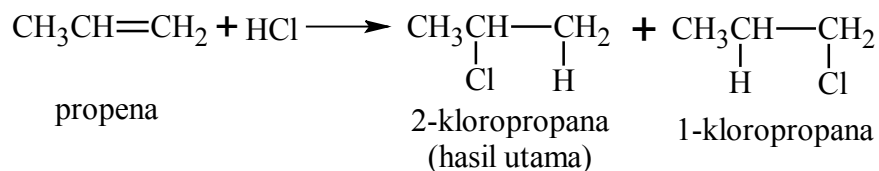
Contoh:



Mekanisme reaksi:



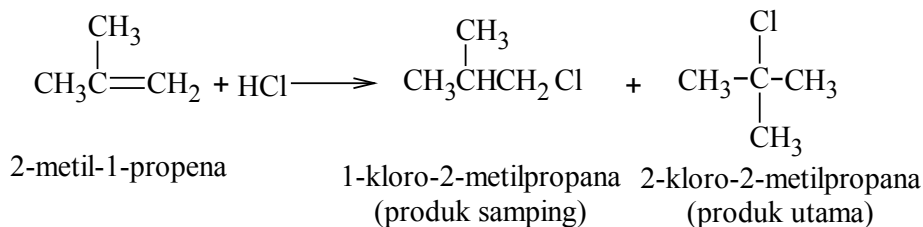
Jika suatu alkena tidak simetris direaksikan dengan HX maka akan dihasilkan 2 produk yang biasanya salah satu produknya lebih melimpah daripada lainnya. Sebagai contoh, reaksi HCl pada propena menghasilkan 2-kloropropana sebagai hasil utama dan 1-kloropropana sebagai hasil samping.



Pada reaksi di atas berlaku aturan Markovnikov yang menyatakan bahwa: *jika adisi H-X terhadap alkena tak-simetris maka atom H akan diikat oleh C=C yang mengikat atom hidrogen lebih banyak.*



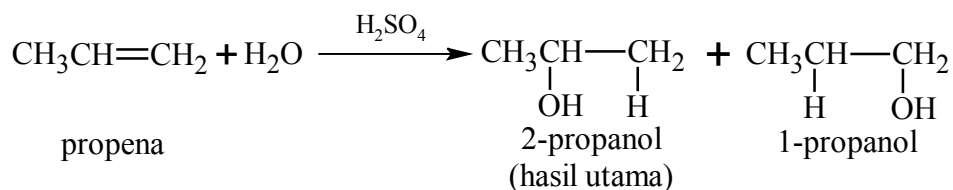
Contoh lain:



## 2.2 Adisi Air

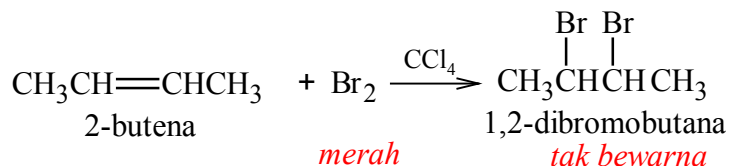
Dalam larutan asam kuat (seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dalam air) air mengadisi suatu ikatan rangkap dan menghasilkan alkohol. Reaksi ini disebut **hidrasi alkena**. Hidrasi alkena mengikuti pola yang sama dengan reaksi hidrohlogenasi, sehingga juga berlaku aturan Markovnikov.

Contoh:



## 2.3 Adisi Brom dan Klor

Klor dan brom dapat mengadisi ikatan rangkap karbon-karbon akan menghasilkan senyawa diklorida dan dibromida. Suatu alkena (tak berwarna) jika direaksikan dengan larutan brom dalam  $\text{CCl}_4$  (coklat) maka akan dihasilkan senyawa bromoalkana yang tidak berwarna. Perhatikan contoh reaksi di bawah ini.

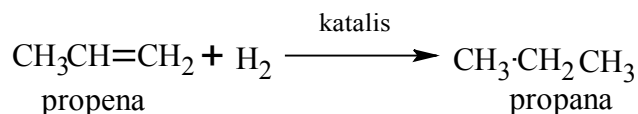


Florin ( $\text{F}_2$ ) dan iodin ( $\text{I}_2$ ) bukanlah reagensia yang berguna dalam reaksi adisi alkena. Hal ini dikarenakan ketika  $\text{F}_2$  ditambahkan ke alkena reaksinya berlangsung dengan sangat cepat dan susah untuk dikontrol. Sedangkan ketika  $\text{I}_2$  ditambahkan produknya tidak stabil dan cenderung melepaskan  $\text{I}_2$  untuk membentuk kembali alkena. Oleh karena itu reaksi adisi ini hanyalah

umum untuk klorin ( $\text{Cl}_2$ ) dan bromin ( $\text{Br}_2$ ).

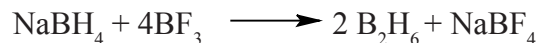
## 2.4 Adisi Hidrogen (Hidrogenasi)

Adisi katalitik gas hidrogen kepada suatu alkena adalah suatu reduksi yang menghasilkan alkana. Perlu diingat bahwa oksidasi-reduksi pada kimia organik berbeda dengan kimia anorganik. Pada umumnya, dalam kimia organik oksidasi merupakan pembentukan ikatan karbon-oksigen, sedangkan reduksi adalah pembentukan ikatan karbon-karbon. Reaksi reduksi ini biasanya dilakukan dengan mereaksikan alkena dan gas hidrogen dengan katalis logam transisi, seperti: Pt, Pd, atau Ni.

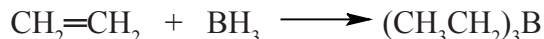


## 2.5 Adisi diborana (Hidroborasi)

Senyawa diborana  $\text{B}_2\text{H}_6$  merupakan bentuk dimer (senyawa kimia yang terdiri dari 2 molekul yang identik dan terikat bersama-sama) dari borana ( $\text{BH}_3$ ).  $\text{B}_2\text{H}_6$  dibuat dengan cara sebagai berikut:

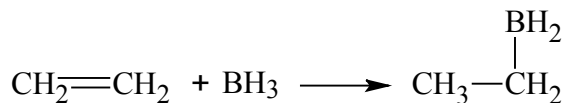


Dalam dietil eter diborana terdisosiasi membentuk boran  $\text{BH}_3$ . Boran bereaksi dengan cepat membentuk senyawa organoboran ( $\text{R}_3\text{B}$ ).



Pada reaksi etena dengan  $\text{BH}_3$ , produk yang dihasilkan merupakan hasil keseluruhan dari 3 tahapan reaksi. Masing-masing tahap, satu gugus alkil ditambahkan dalam boran sampai semua atom hidrogen digantikan oleh gugus alkil. Oleh karena itu, reaksi ini juga disebut **hidroborasi**.

Tahap 1:



Trietilborana  
(Suatu organoborana)



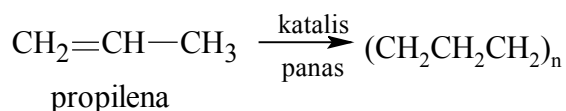
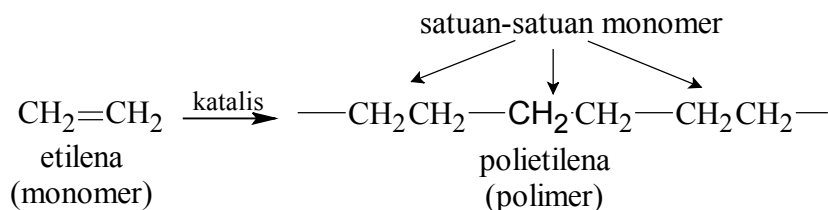
Gambar 2.15 Gas propana sebagai pendingin (R-170).

Sumber: indiamart.com

### 3. Polimerisasi

Polimerisasi adalah reaksi penggabungan sejumlah molekul monomer yang menghasilkan polimer yang mempunyai berat molekul besar. Polimerisasi pada alkena disebut polimerisasi adisi, yang ditandai tidak terbentuknya molekul lain selain polimer.

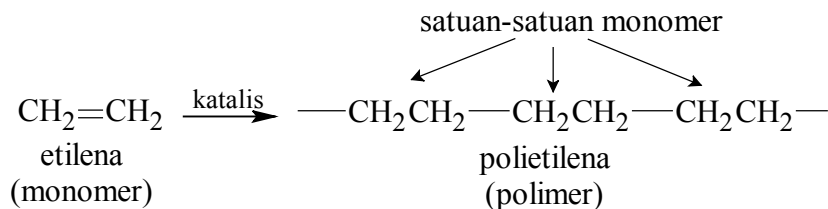
Contoh:



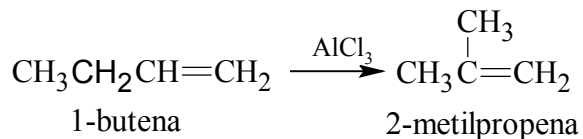
### 4. Isomerisasi alkena

Pemanasan alkena pada suhu 500-700°C atau pada suhu 200-300°C disertai katalis  $\text{AlCl}_3$  mengakibatkan terjadinya isomerisasi. Dalam hal ini dapat terjadi dua kemungkinan yaitu:

- 1) Adanya perubahan posisi ikatan rangkap, misalnya 1-pentena menjadi 2-pentena,



- 2) Adanya perubahan struktur rantai, misalnya 1-butena menjadi 2-metilpropana.



### Contoh Soal

Sebanyak 25 liter gas pentena dibakar sempurna dengan 25 liter gas oksigen. Hitunglah volume gas hasil reaksi dan gas yang tidak bereaksi!

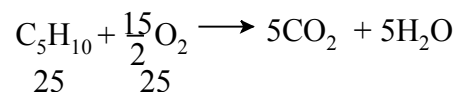
Diketahui:  $V \text{ C}_5\text{H}_{10} = 25$  liter

$V \text{ O}_2 = 25$  liter

Ditanya: a) volume gas yang bereaksi

b) volume gas yang tak bereaksi

Jawab:



a) volume gas hasil reaksi = x volume  $\text{O}_2$

$$= x \cdot 25$$

$$= 16,67 \text{ liter}$$

b) volume gas tak bereaksi = volume awal - [ x volume  $\text{O}_2$ ]

$$= 25 \text{ liter} - [ x \cdot 25 \text{ liter}]$$

$$= [25 - 3,33] \text{ liter}$$

$$= 21,67 \text{ liter}$$

## Latihan Soal 2.6

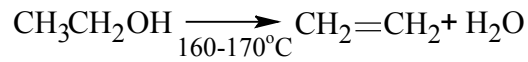
1. Sebanyak 20 liter gas propena dibakar sempurna dengan 18 liter gas oksigen. Hitunglah volume gas hasil reaksi dan gas yang tidak bereaksi!
2. Sebanyak 196 gram gas butena dibakar sempurna dengan oksigen.
  - a) Tuliskan reaksinya!
  - b) Hitunglah massa udara yang diperlukan jika udara mengandung 20% gas oksigen!
  - c) Hitunglah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan pada suhu 27°C dan tekanan 740 mmHg!
3. Hasil reaksi apakah yang diperoleh jika 2-butena direaksikan dengan:
  - a) Asam sulfat pekat.
  - b) Larutan  $\text{KMnO}_4$  alkalis dingin.
4. Tuliskan hasil reaksi dari:
  - a) 1-propena +  $\text{Br}_2$
  - b) oksidasi etena dengan  $\text{KMnO}_4$
  - c) 2-metil-1-butena dengan  $\text{HBr}$

## G. Pembuatan Alkena

### a. Dehidrasi Alkohol

Alkena dapat diperoleh dengan cara pelepasan atau penghilangan air dari senyawa alkohol primer, sekunder, maupun tersier. Dehidrasi alkohol dilakukan dengan cara mereaksikan asam sulfat atau asam kuat lainnya dengan alkohol pada suhu 160-170°C.

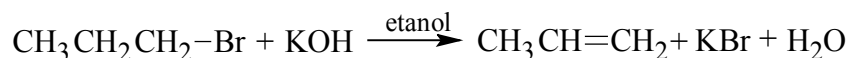
Contoh:



Selain  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bisa juga digunakan dehidrator lain seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$  atau  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Jika ada uap etanol dilewatkan pada bubuk aluminium oksida (katalis) yang dipanaskan, maka etanol akan terurai membentuk etana dan uap air.

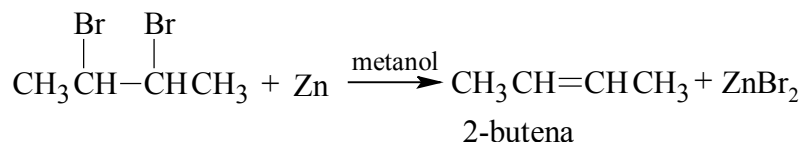
### b. Dehidrogenasi Alkil Halida

Reaksi ini merupakan reaksi eliminasi terhadap alkil halida (pelepasan asam halogen) dengan cara memanaskan alkil halida dengan KOH dalam etanol.



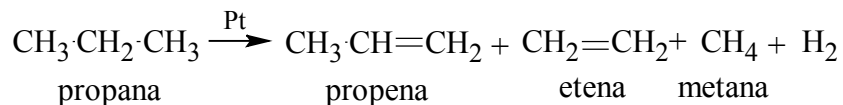
### c. Dehalogenasi Dihalida Visinal

Dihalida visinal adalah suatu alkil halida yang mempunyai dua atom halogen yang terikat pada molekul atom karbon yang berbatasan.



### d. Perengkahan (cracking hidrokarbon minyak bumi)

Dalam minyak bumi terkandung sejumlah hidrokarbon yang sebagian diantaranya mengalami perengkahan dan dapat dihasilkan alkena.

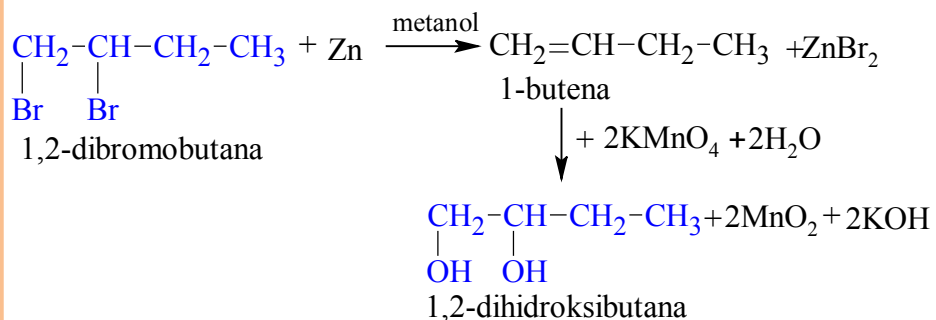


Pengertakan propana menghasilkan beberapa senyawa yang berat molekulnya lebih kecil daripada propana.

### Contoh Soal

Bagaimana cara membuat 1,2-dibromobutana menjadi 1,2-dihidroksibutana?

Penyelesaian:



### Latihan Soal 2.7

Bagaimana cara membuat:

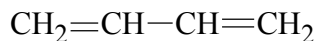
1. 4-metil-1,2-dibromopentana menjadi 4-metil-1-pentena,
2. 2-propanol menjadi 2-metil-2-kloropropana,
3. 1-bromoetena vinilbromida menjadi 1,1-dibromoetana.

## H. Alkadiena

Alkadiena, hidrokarbon alifatik jenuh yang memiliki lebih dari satu ikatan C=C.

Alkadiena adalah hidrokarbon alifatik jenuh yang memiliki lebih dari satu ikatan rangkap karbon-karbon.

Contoh:



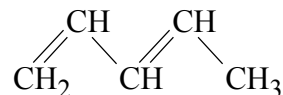
1,3-butadiena



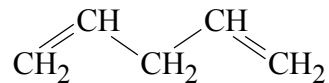
1,4-pentadiena

Alkadiena dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan susunan ikatan rangkapnya, antara lain:

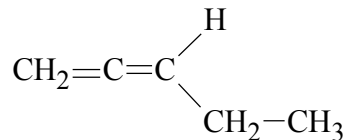
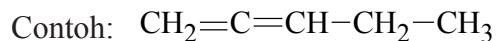
1. **Alkadiena terkonjugasi**, yaitu alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya dipisahkan oleh sebuah ikatan tunggal.



2. **Alkadiena terisolasi**, yaitu alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya dipisahkan oleh dua atau lebih ikatan tunggal.



3. **Alkadiena terkumulasi**, yaitu alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya saling berdampingan.



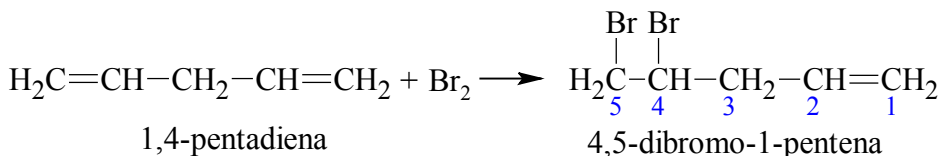
Sifat alkadiena terisolasi hampir sama dengan alkena, sedangkan sifat alkadiena terkonjugasi berbeda dengan alkena karena kestabilannya berbeda.



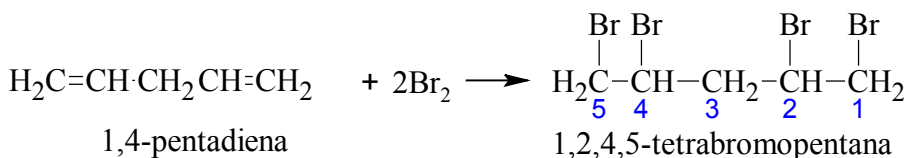
## Reaksi Pada Diena

### 1. Adisi

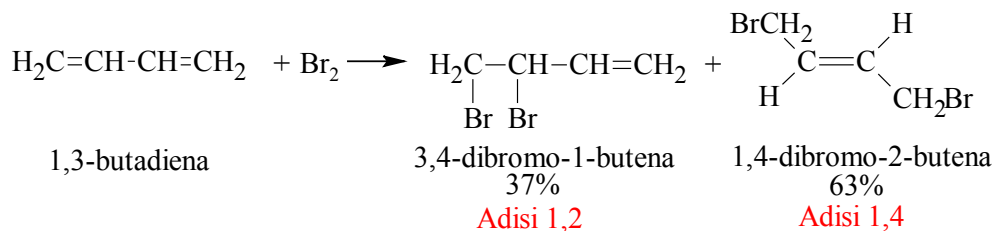
Alkadiena mengalami reaksi adisi seperti alkena. Jika 1,4-pentadiena direaksikan dengan brom dihasilkan 4,5-dibromo-1-pentena.



Jika brom yang ditambahkan berlebih maka akan dihasilkan 1,2,4,5-tetrabromopentana.



Adisi 1,2 atau 1,4-diena dapat terjadi jika 1,3-butadiena direaksikan dengan  $\text{Br}_2$  atau  $\text{Cl}_2$ . Reaksi adisi 1,3-butadiena dengan brom menghasilkan 3,4-dibromo-1-butena dan 1,4-dibromo-2-butena.

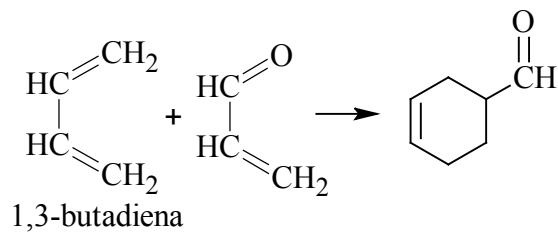


Hasil reaksi yang mengandung dua atom brom yang terikat pada atom C yang berdampingan disebut adisi-1,2 dan yang terikat pada dua atom ujung sistem terkonjugasi disebut adisi 1,4.

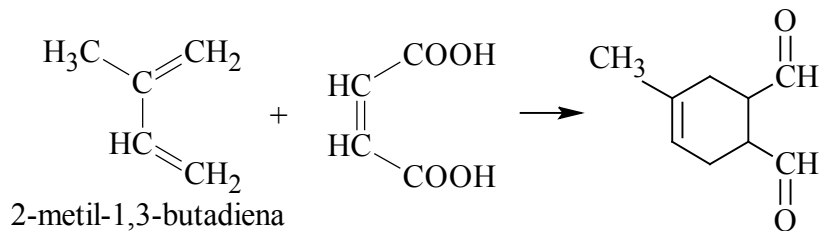
### 2. Diels Elder

Reaksi diels elder merupakan reaksi sikloadisi yang diperkenalkan oleh ahli kimia jerman bernama Otto Diels dan Kurt Elder pada tahun 1850. Reaksi diels elder terjadi jika suatu molekul ikatan rangkap dua terkonjugasi direaksikan dengan alkena tersubstitusi (molekul dengan satu ikatan rangkap) akan dihasilkan suatu sikloheksena yang tidak jenuh dengan satu langkah.

Contoh:



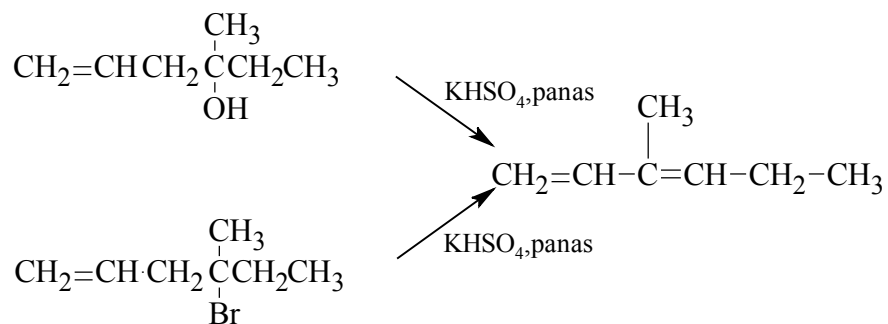
Contoh lain:



### Reaksi Pembuatan Alkadiena.

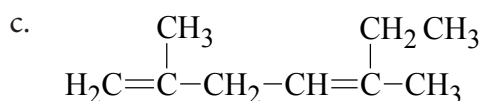
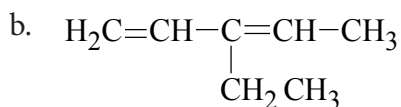
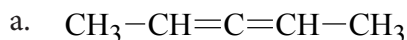
Alkadiena dibuat dengan cara dehidrasi alkohol dan eliminasi alkil. Produk utama dapat dihasilkan jika terbentuk alkadiena terkonjugasi.

Contoh:



## Latihan Soal 2.9

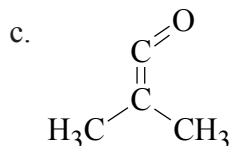
1. Berilah nama IUPAC untuk alkadiena berikut ini dan sebutkan pula tipe alkadiena tersebut (terkonjugasi, terisolasi, atau terkumulasi):



2. Apakah hasil reaksi yang diperoleh jika 2,3-dimetil-1,3-butadiena direaksikan dengan:

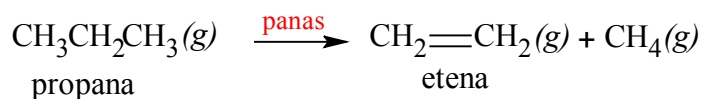
a. 1 mol brom

b. 2 mol brom



## I. Sumber dan Kegunaan Alkena

Alkena berada dalam jumlah yang kecil di alam sehingga harus disintesis melalui peretakan alkana dari gas alam dan minyak bumi. Sebagai contoh peretakan gas etana dan propana menghasilkan etena.

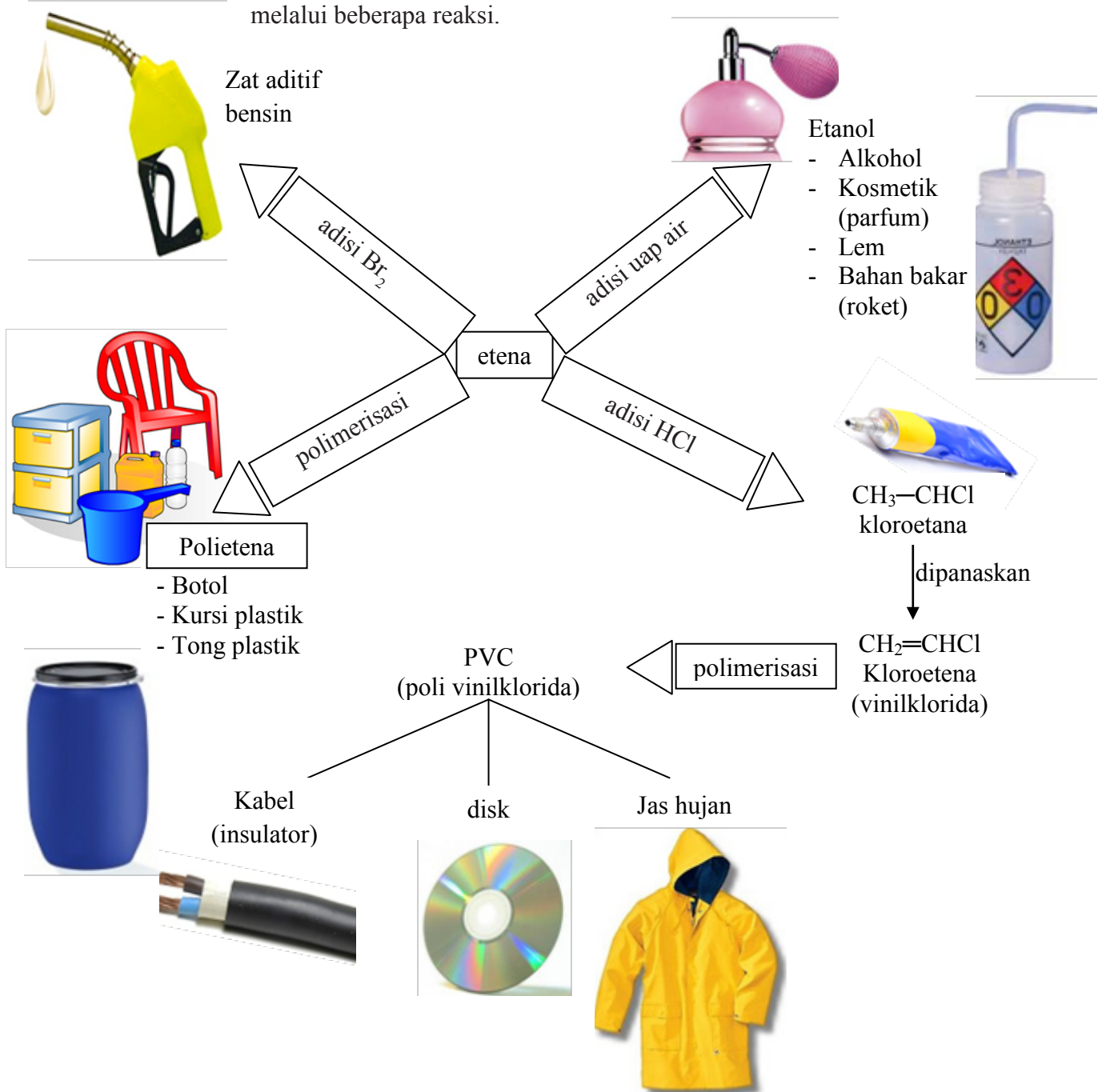


Alkena ditemukan juga pada beberapa tanaman. Hasil ekstraksi dari senyawa ini banyak digunakan sebagai parfum dan produk kecantikan.

## Kegunaan Alkena

### 1. Etena

Berbagai macam produk yang dihasilkan dari pengolahan senyawa etena melalui beberapa reaksi.



Gambar 2.16 Berbagai macam contoh produk yang dihasilkan dari penggunaan etena.

## 2. Propena

Propena digunakan untuk membuat polipropena, suatu polimer untuk membuat serat sintesis seperti pada benang jahit medis (Gambar 2.18), materi pengepakan seperti wadah yogurt (Gambar 2.19), dan peralatan memasak.



**Gambar 2.17** Benang jahit yang digunakan saat operasi.

**Sumber:** www.oit.edu



**Gambar 2.18** Polipropilena untuk wadah makanan.

**Sumber:** www.nestle.com

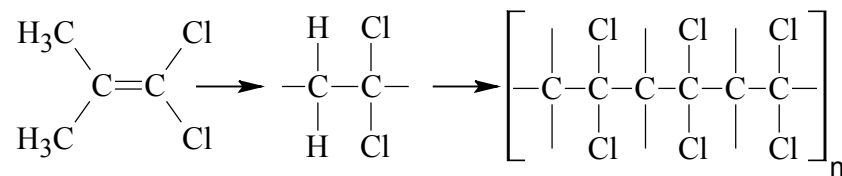
Polipropilena mempunyai logo daur ulang 5 di dalam simbol dan singkatan PP.



## 3. Butadiena

Butadiena merupakan salah satu alkadiena yang melalui reaksi polimerisasi akan membentuk polibutadiena (karet sintesis). Polibutadiena murni bersifat lengket dan lemah sehingga digunakan sebagai komponen adesif dan segmen.

## 4. Poliviniliden klorida



Viniliden klorida  
1,1-dikloroetena

poliviniliden klorida  
dipasarkan dengan merek dagang **SARAN**



Gambar 2.19 Produk poliviniliden.

Sumber: [www.oit.edu](http://www.oit.edu)



Gambar 2.21 Simbol PVC

Lembar polyvinylidene (Saran) dipasarkan untuk membungkus makanan dan menjaganya agar tetap segar. Saran memblokir masuknya udara dari luar ke dalam makanan, hal ini membantu mengurangi makanan cepat basi. Selain itu, molekul aroma yang mudah menguap dari makanan tidak akan mudah keluar dari dibungkus, inilah yang menjaga makanan tetap segar.

### 5. Polivinil klorida (PVC)

Polivinil klorida murni (dan beberapa plastik lainnya) sangat rapuh dan tidak fleksibel. Untuk membuatnya lebih fleksibel, ditambahkan sedikit *plasticizer* kedalam polimer yang panjang. *Plasticizer* yang paling umum digunakan untuk PVC adalah “*di ethyl hexyl phthalate*” atau biasa disebut sebagai DEHP. Polivinil klorida mempunyai logo daur ulang 3 di dalam simbol dan singkatan PVC.

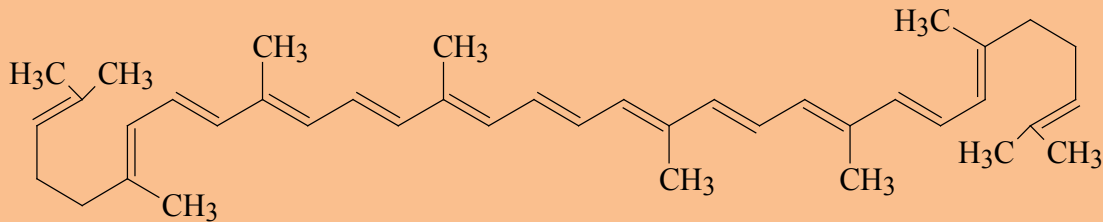


Gambar 2.20 Beberapa produk PVC

### Lycopene



Lycopene merupakan pigmen merah yang terdapat pada tomat. Tomat yang masih mentah berwarna hijau karena klorofil. Tetapi pada saat matang, klorofil akan rusak dan membuka selubung warna merah lycopene. Lycopene merupakan zat antioksidan yang baik. Lycopene akan lebih mudah diserap oleh tubuh dalam bentuk olahan terutama jika makanan tersebut mengandung lemak. Senyawa lycopene secara struktural mirip dengan karoten, dan disebut sebagai karotenoid. Studi mengatakan bahwa dengan mengonsumsi tomat atau olahan tomat yang banyak mengandung lycopene dapat menurunkan risiko kanker prostat.



Struktur senyawa lycopene

*Sumber: Journal of national Cancer Institute*

*Doi: 10.1093/jnci/94.5.391*

### UJI KOMPETENSI 3

Berilah tanda silang pada A, B, C, D, atau E untuk jawaban yang benar!

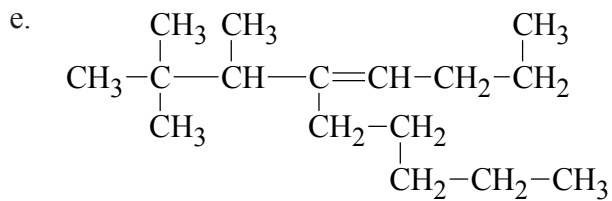
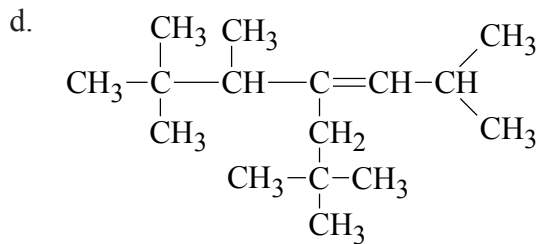
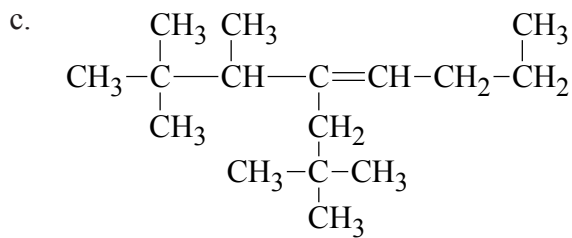
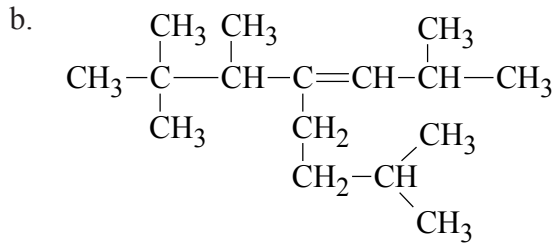
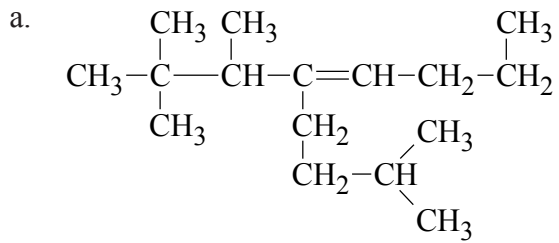
- Alkena termasuk ke dalam deret homolog. Pernyataan berikut yang **bukan** merupakan sifat dari deret homolog adalah ....
  - rumus umum sama
  - titik didihnya meningkat dengan bertambahnya panjang rantai
  - mempunyai sifat kimia yang mirip
  - sifat fisiknya tidak berubah
  - mempunyai rumus empiris yang sama
- Diantara senyawa berikut yang merupakan hidrokarbon tidak jenuh adalah ....

a. $C_2H_6$	d. $C_5H_{12}$
b. $C_3H_6$	e. $C_6H_{14}$
c. $C_4H_{10}$	
- Berikut ini yang **bukan** merupakan sifat alkena ialah ....
  - dapat mengalami reaksi substitusi
  - ikatan antar karbon adalah tak jenuh
  - massa jenisnya lebih besar dari pada air
  - terlarut dengan baik dalam etanol
  - mempunyai rumus molekul  $C_nH_{2n}$
- Nama IUPAC untuk senyawa dengan struktur  
$$\begin{array}{ccccccc} CH_3 & -CH- & C= & CH- & CH- & -CH_3 \\ & | & & | & & \\ & CH_3 & & CH & & \\ & & & / \quad \backslash & & \\ & & & CH_3 & & CH_3 \end{array}$$
adalah ....
  - 2-isopropil-4,5-dimetil-3-heksena
  - 4,5-dimetil-2-isopropil-3-heksena
  - 5-isopropil-2,3-dimetil-3-heksena
  - 2,3,5,6-tetrametil-3-heptena
  - 2,3,5,6-tetrametil-4-heptena
- Nama yang tepat untuk senyawa dengan rumus struktur berikut:  
 $CH_2CHCH(CH_3)CH_2C(CH_3)CHCH_3$ adalah ....

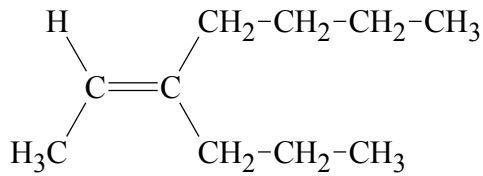
a. 3,5-dimetilheptadiena	d. 3,5-dimetil-2,6-heptadiena
b. 3,5-dimetil-1,5-heptena	e. 3,5-dimetil-2,6-heptena
c. 3,5-dimetil-1,5-heptadiena	



6. Senyawa dengan nama 2,5,6,6-tetrametil-4-neopentil-3-heptena memiliki rumus struktur...



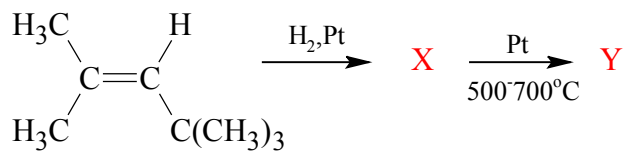
7. Nama IUPAC untuk senyawa dengan rumus struktur



adalah ....

- |                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| a. 3-propil-2-heptena               | d. (E)- 3-propil-2-heptena |
| b. <i>cis</i> -3-propil-2-heptena   | e. (Z)- 3-propil-2-heptena |
| c. <i>trans</i> -3-propil-2-heptena |                            |

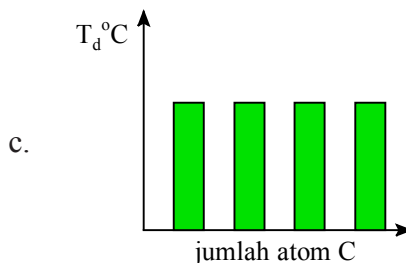
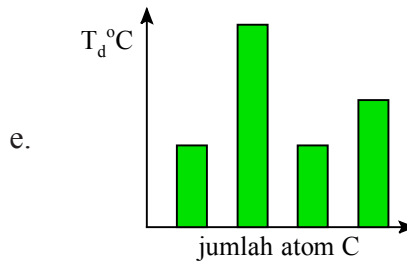
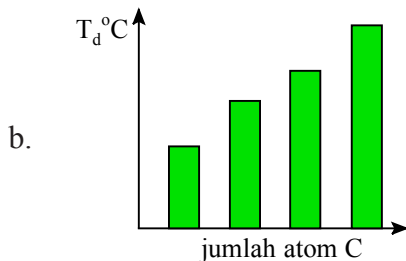
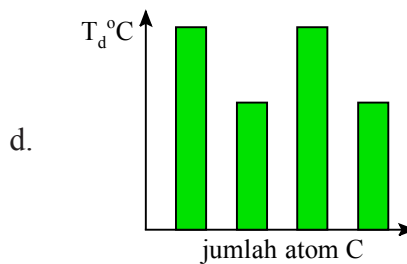
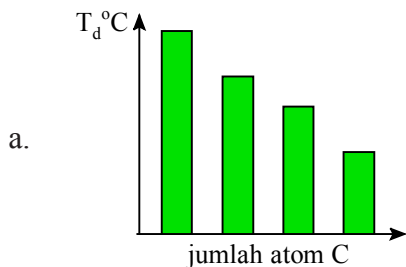
8. Perhatikan reaksi berikut.



Nama senyawa X dan Y berturut-turut adalah ....

- |   |
|---|
| a. 2,2,4-trimetilpentana dan 2,4,4-trimetil-1-pentena |
| b. 2,4,4-trimetilpentana dan 2,4,4-trimetil-1-pentena |
| c. 2,4,4-trimetil-1-pentena dan 2,4,4-trimetilpentana |
| d. 2,4,4-trimetil-1-pentena dan 2,2,4-trimetilpentana |
| e. 2,4,4-trimetil-1-pentena dan 2,2-dimetilpropana    |
9. Bentuk fisik senyawa alkena antara deret C<sub>5</sub>-C<sub>18</sub> adalah ....
- |          |              |
|----------|--------------|
| a. gas   | d. gel       |
| b. cair  | e. gel padat |
| c. padat |              |
10. Diantara senyawa berikut, yang memiliki titik didih terendah adalah ....
- |              |              |
|--------------|--------------|
| a. propena   | d. 1-heksena |
| b. 1-butena  | e. 1-heptena |
| c. 1-pentena |              |
11. Senyawa alkena dibawah ini yang memiliki titik didih nomor dua adalah ....
- |                            |
|----------------------------|
| a. 1-butena                |
| b. 2-pentena               |
| c. 3-metil-1-pentena       |
| d. 3,4-dimetil-1-pentena   |
| e. 2,3,3-trimetil-1-butena |

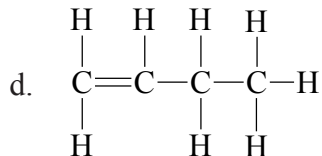
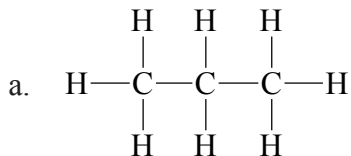
12. Grafik batang di bawah ini yang menunjukkan hubungan antara kenaikan titik didih dan jumlah atom C senyawa alkena adalah ....

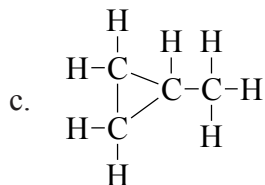
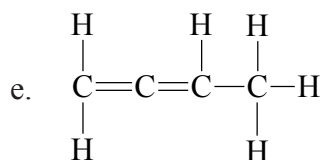
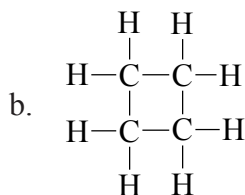


13. Salah satu syarat isomer geometris adalah ....

- memiliki gugus fungsi ganda
- memiliki dua gugus yang berbeda pada ikatan rangkap
- memiliki ikatan rangkap pada rantai ikatan karbonnya dengan semua gugus yang sama
- memiliki bentuk ruang (tiga dimensi) pada molekulnya
- memiliki atom karbon asimetris di dalam molekulnya

14. Suatu senyawa hidrokarbon X ( $M_r=56$ ) memiliki sifat dapat menghilangkan warna larutan  $Br_2/CCl_4$ . Senyawa X tersebut adalah ....





15. Jumlah isomer heptena adalah ....

- |       |       |
|-------|-------|
| a. 15 | d. 12 |
| b. 14 | e. 11 |
| c. 13 |       |

16. Pernyataan yang *tidak* tepat untuk kedua senyawa alkena berikut ini:

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$  dan  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  adalah ....

- Keduanya mempunyai isomeri geometri
- Keduanya dapat berpolimerisasi
- Keduanya bereaksi dengan bromin membentuk 1,4-dibromobutana
- Keduanya bereaksi dengan hidrogen membentuk butana
- Keduanya bereaksi dengan  $\text{KMnO}_4$  dalam suasana alkali membentuk diol

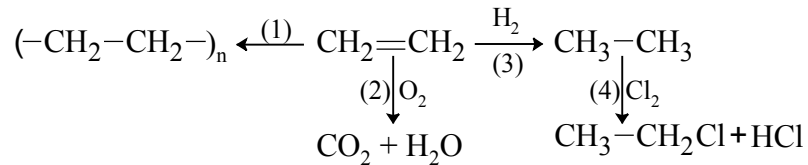
17. Sebanyak 20 mL senyawa hidrokarbon dibakar sempurna dengan gas oksigen berlebih sebanyak 90 mL, sehingga menghasilkan volume gas-gas sebanyak 115 mL pada suhu kamar. Perbandingan gas  $\text{CO}_2$  dengan uap air 1:1. Jika gas karbon dioksida dihilangkan, masih tersisa 65 mL gas. Yang merupakan isomer dari hidrokarbon tersebut adalah ....

- |                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| a. 1-butena             | d. 2,3,4-trimetil-2-pentena     |
| b. 2-metil-2-butena     | e. 2,3,3,4-tetrametil-1-pentena |
| c. 2,3-dimetil-2-butena |                                 |

18. Suatu alkena mempunyai rumus empiris  $\text{CH}_2$  sebanyak  $3,01 \times 10^{22}$  molekul. Senyawa ini mempunyai massa 4,2 gram. Jumlah isomer senyawa tersebut adalah....

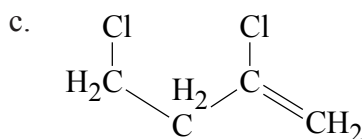
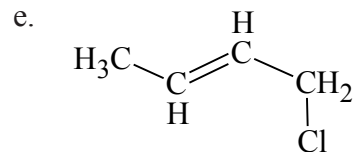
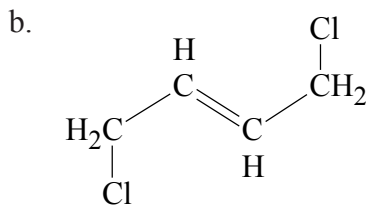
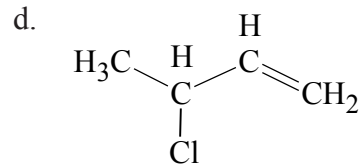
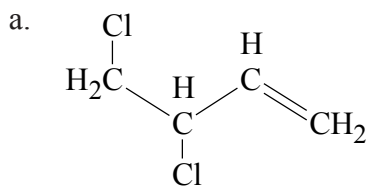
- 3
- 5
- 11
- 13
- 15

19. Menurut hukum Makovnikov, jika 1-butena direaksikan dengan asam klorida akan dihasilkan ....
- n-butana
  - 2-butena
  - 3-klorobutana
  - butadiena
  - 2-klorobutana
20. Diberikan reaksi sebagai berikut.

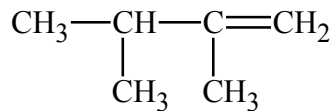


Reaksi (1), (2), (3), dan(4) berturut-turut yaitu ....

- polimerisasi, oksidasi, substitusi, dan adisi
  - polimerisasi, substitusi, oksidasi, dan adisi
  - polimerisasi, oksidasi, reduksi, dan adisi
  - polimerisasi, oksidasi, adisi, dan substitusi
  - substitusi, oksidasi, polimerisasi, dan adisi
21. Produk yang dihasilkan dari proses reaksi adisi 1,3-butadiena dengan Cl<sub>2</sub> adalah...



22. Jika senyawa



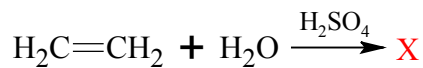
direaksikan dengan HCl maka akan dihasilkan....

- 2,3 - dimetil - 2 - klorobutana
  - 2-kloro-2,3 - dimetilbutana
  - 2,3 - dimetil -1- monobutana
  - 2,3 - dimetil - 2 - monobutena
  - 2- kloro - 2,3 - dimetil butena
23. Homolog tertinggi berikutnya dari  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  adalah ....
- $\text{C}_6\text{H}_{12}$
  - $\text{C}_7\text{H}_{12}$
  - $\text{C}_7\text{H}_{14}$
  - $\text{C}_8\text{H}_{14}$
  - $\text{C}_8\text{H}_{16}$

(OSN Tk.Kabupaten 2011)

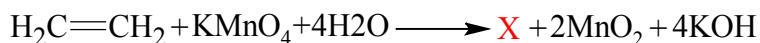
24. Berikut ini yang bukan merupakan kegunaan senyawa etena ....

- bahan baku pembuatan polietena
  - bahan baku pembuatan serat sintesis
  - bahan pembuatan etanol
  - bahan baku pembuatan poliester
  - pendingin radiator mobil
25. Perhatikan reaksi berikut ini.



Kegunaan senyawa X adalah ....

- bahan bakar
  - anestesi
  - antiseptik
  - lem
  - dry cleaning*
26. Perhatikan reaksi berikut ini.



Kegunaan senyawa X adalah ....

- bahan bakar
- anestesi
- antiseptik
- lem
- dry cleaning*

**Petunjuk soal dibawah ini digunakan untuk menjawab soal nomor 27-29.**

- a. Pernyataan benar, sebab benar, ada hubungan.
- b. Pernyataan benar, sebab benar, tak ada hubungan.
- c. Pernyataan benar, sebab salah.
- d. Pernyataan salah, sebab benar.
- e. Pernyataan salah, sebab salah.

27. Senyawa *2-pentena* mempunyai isomer geometri (*cis-trans*).

Sebab

Karena mempunyai rotasi bebas pada atom C yang berikatan rangkap.

28. Jumlah isomer pentena adalah 9.

Sebab

Terdiri dari 5 isomer struktur dan 4 isomer geometri.

29. Senyawa hidrokarbon tak jenuh dapat berubah menjadi senyawa hidrokarbon jenuh.

Sebab

Ikatan rangkap dapat menangkap atom atau gugus atom melalui reaksi adisi.

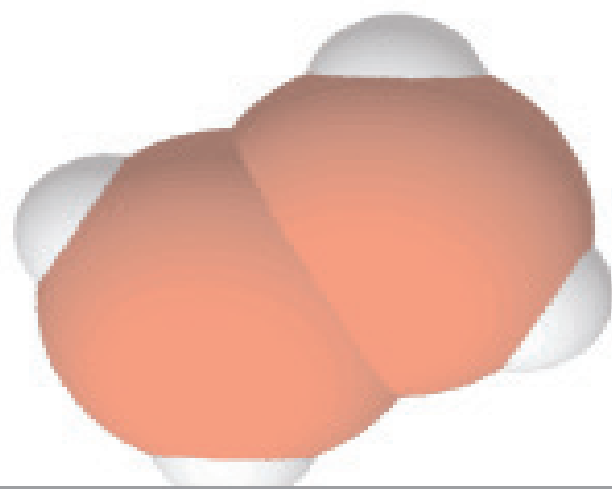
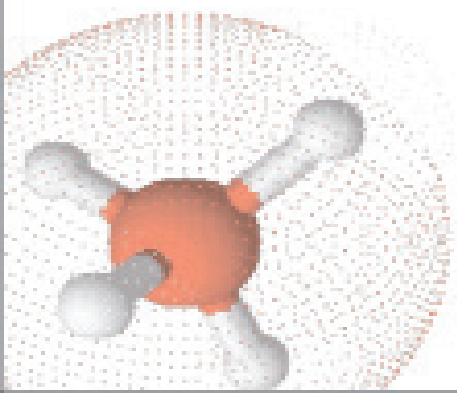
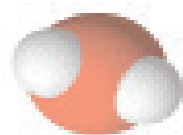
**Petunjuk soal dibawah ini digunakan untuk menjawab soal nomor 30.**

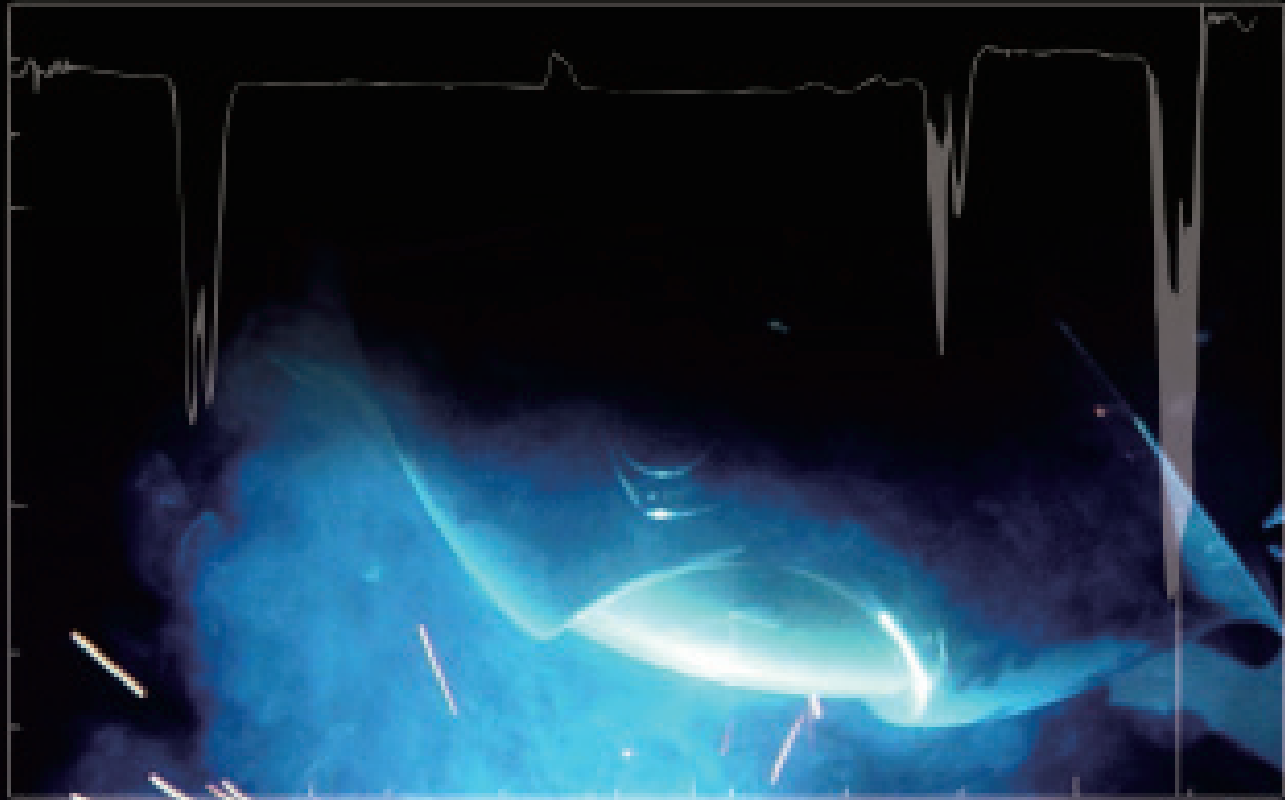
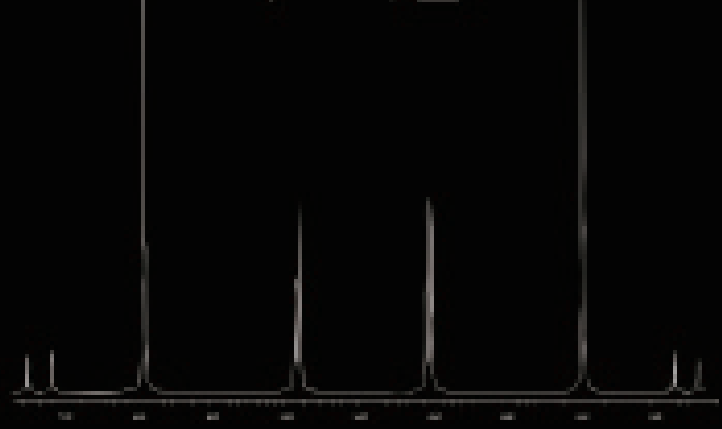
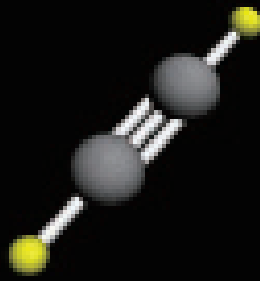
- (A) Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar.
- (B) Jika jawaban (1) dan (3) benar.
- (C) Jika jawaban (2) dan (4) benar.
- (D) Jika jawaban (4) saja yang benar.
- (E) Jika semua jawaban (1), (2), (3), dan (4) benar.



30. Gas HCl bereaksi dengan 2-pentena menghasilkan senyawa X. Senyawa X dapat bereaksi dengan NaOH pekat menghasilkan senyawa Y. Pernyataan yang benar untuk senyawa Y adalah ....
- (1) merupakan isomer dari metoksi etanoat
  - (2) memiliki rumus molekul  $C_5H_{10}O$
  - (3) dapat membentuk garam dengan KOH
  - (4) merupakan senyawa 2-pentanol







# 3

# ALKUNA

**L**as gas juga dikenal dengan istilah las karbit. Prinsip dasar dari proses pengelasan adalah pencampuran gas. Gas apa saja yang terbakar sehingga dapat memotong dan mengelas logam? Bagaimana reaksi yang terjadi?

## Tujuan :

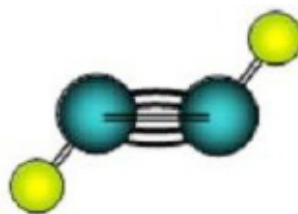
Setelah mempelajari materi dalam bab ini, Anda diharapkan:

- mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan.
- memberi nama senyawa alkuna sesuai aturan IUPAC.
- menggambarkan suatu struktur alkuna yang diketahui nama senyawanya.
- menyimpulkan hubungan titik didih senyawa alkuna dengan massa molekul relatif dan strukturnya.
- menentukan isomer struktur pada senyawa alkuna.
- menuliskan reaksi-reaksi pada senyawa alkuna dengan benar.
- menentukan hasil (produk) dari suatu reaksi alkuna.

## A. Pengertian

**Alkuna,** adalah senyawa hidrokarbon tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap tiga.

Alkuna merupakan senyawa hidrokarbon tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap tiga diantara atom C yang saling berurutan ( $\text{—C}\equiv\text{C—}$ ). Untuk membentuk ikatan rangkap tiga diperlukan 6 elektron, sehingga jumlah atom H yang dapat diikat hanyalah 2. Alkuna memiliki sifat fisis dan sifat kimia yang serupa dengan alkuna.



Gambar 3.1 Struktur etuna.

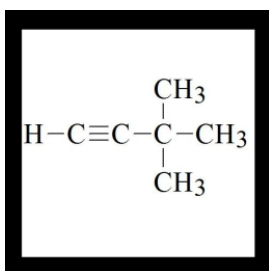


Gambar 3.3 Gas etuna sebagai bahan bakar pengelasan.  
Sumber:

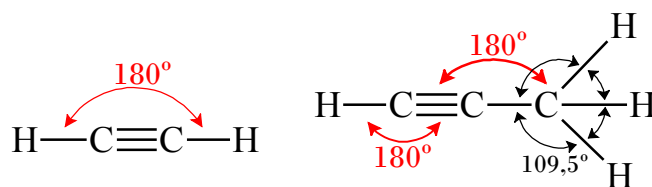
Alkuna merupakan bahan awal berbagai senyawa organik. Etuna merupakan alkuna yang paling sederhana dan lazimnya disebut asetilena. Asetilena merupakan senyawa yang penting sebab merupakan bahan dasar untuk pembuatan senyawa-senyawa lainnya yang mempunyai arti penting dalam industri. Asetilena merupakan suatu gas yang dihasilkan dari reaksi senyawa karbida dengan air. Nyala asetilena dapat menghasilkan suhu yang sangat tinggi sampai dapat memotong logam. Senyawa ini banyak digunakan oleh tukang las untuk menyambung besi ketika dicampur dengan gas oksigen.

## B. Struktur Alkuna

Etuna merupakan struktur pertama senyawa alkuna yang mempunyai bentuk molekul linear atau lurus sehingga sudut ikatan  $\text{H—C}\equiv\text{C}$  adalah  $180^\circ$ . Sudut ikatan  $\text{C}\equiv\text{C—C}$  pada propuna juga sebesar  $180^\circ$ , namun sudut ikatan lainnya seperti  $\text{C—C—H}$  sebesar  $109,5^\circ$  seperti sudut ikatan alkana. Perhatikan gambar 3.2.



Gambar 3.4 Struktur propuna.



Gambar 3.2 Sudut ikatan alkuna.

Jarak ikatan rangkap tiga antar atom karbonnya sekitar 1,21Å, jauh lebih pendek daripada ikatan rangkap dua yang hanya 1,34Å atau ikatan tunggal 1,54Å. Jumlah atom hidrogen yang diikat oleh alkuna paling sedikit dibandingkan alkana dan alkuna. Perhatikan tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nama, Rumus Struktur, dan Rumus Molekul Beberapa Senyawa Alkuna

Nama	Rumus Struktur	Rumus Molekul
Etuna	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	$\text{C}_2\text{H}_2$
Propuna	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_4$
1-butuna	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_6$
1-pentuna	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_8$
1-heksuna	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{10}$

Berdasarkan letak ikatan rangkap tiga, alkuna dibagi menjadi 2 jenis, antara lain:

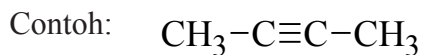
a. Alkuna terminal

Jika ikatan rangkap tiganya terletak di ujung rantai.



b. Alkuna internal

Jika ikatan rangkap tiganya terletak di tengah rantai.



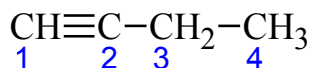
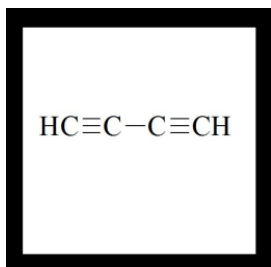
## C. Tata Nama Senyawa Alkuna

### 1. Sistem IUPAC

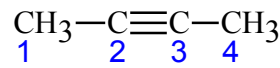
Seperti halnya alkana dengan penambahan akhiran -ana dan -ena untuk senyawa alkana, maka untuk senyawa alkuna digunakan akhiran **-una**, sebagai penanda bahwa senyawa tersebut mempunyai **ikatan rangkap tiga**.

a. Alkuna tak bercabang

- (1) Jika memiliki atom C lebih dari 3, penomoran rantai dimulai dari ujung terdekat dengan ikatan rangkap, sehingga atom karbon pada ikatan itu memperoleh nomor terkecil. Penamaan senyawanya dimulai dari: **Nomor ikatan rangkap tiga—nama rantai induk.**

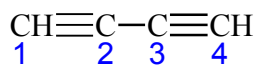


1-butuna

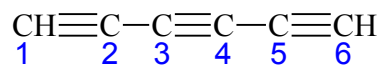


2-butuna

- (2) Jika senyawa alkuna memiliki ikatan rangkap tiga lebih dari satu, maka senyawa diakhiri dengan akhiran *-diuna* (dua buah ikatan rangkap 3), atau *-triuna* (tiga buah ikatan rangkap 3).



1,3-butadiuna

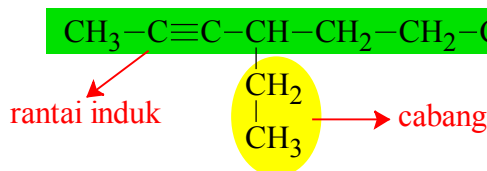


1,3,5-heksatriuna

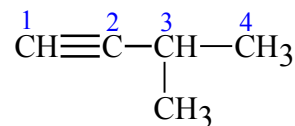
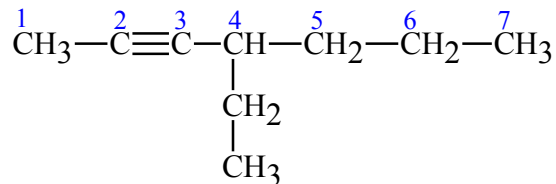
Gambar 3.5 Struktur 1,3-butadiuna.

b. Alkuna bercabang

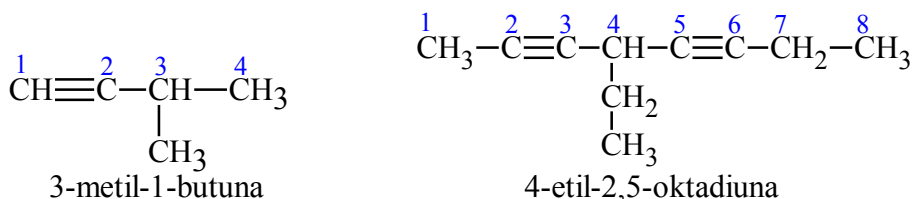
- (1) Menentukan rantai induk (rantai terpanjang) dan cabangnya (substituen).



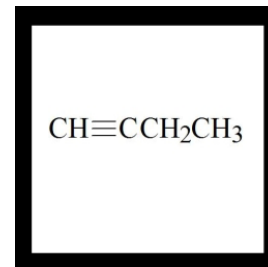
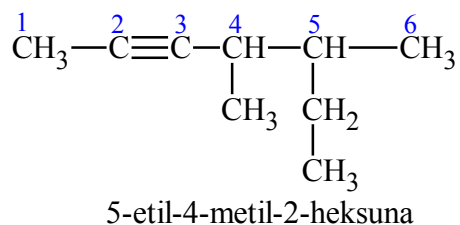
- (2) Nomori rantai dari ujung atom karbon yang terdekat dengan ikatan rangkap.



- (3) Penamaan senyawa alkuna mengikuti aturan: **nomor atom cabang-nama cabang -nomor atom C yang terdapat ikatan rangkap-nama alkuna.**



- (4) Jika terdapat dua atau lebih substituen yang berbeda, penulisan namanya disusun berdasarkan urutan abjad huruf pertama substituen.



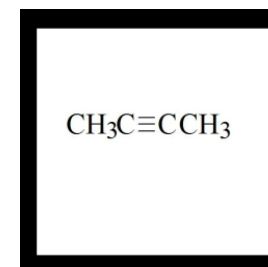
Gambar 3.6 Struktur etilasetilena.

## 2. Sistem Trivial (Nama Umum)

Layaknya alkana dan alkena, sistem trivial alkuna hanya berlaku untuk struktur senyawa yang sederhana. Pemberian nama umum alkuna dianggap sebagai turunan asetilena ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) yang satu atau dua atom hidrogennya diganti oleh gugus alkil.

Tabel 3.2 Rumus Molekul, Struktur, Nama Trivial dan IUPAC Senyawa Alkuna

Jumlah n	Rumus molekul	struktur	trivial	IUPAC
2	$\text{C}_2\text{H}_2$	$\text{CH} \equiv \text{CH}$	asetilena	etuna
3	$\text{C}_3\text{H}_4$	$\text{CH} \equiv \text{CCH}_3$	metilasetilena	Propuna
4	$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{CH} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_3$	etilasetilena	1-butuna
4	$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CCH}_3$	dimetilasetilena	2-butuna



Gambar 3.7 Struktur dimetilasetilena.

Pada contoh di atas bisa dilihat bahwa terdapat penggunaan akhiran -ena diakhir penamaan, padahal **-ena** sendiri merupakan nama umum yang menyatakan suatu alkena ( $\text{C}=\text{C}$ ), sedangkan senyawa ini bukanlah alkena, untuk itulah sistem penamaan trivial tidak digunakan lagi pada senyawa alkuna yang lain.

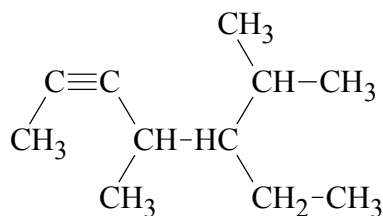




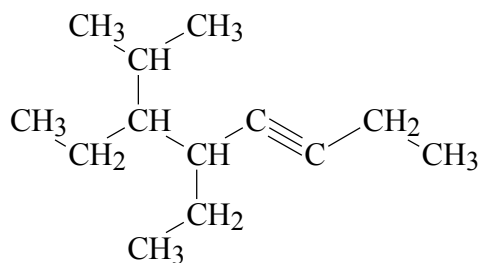
### Latihan Soal 3.1

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut!

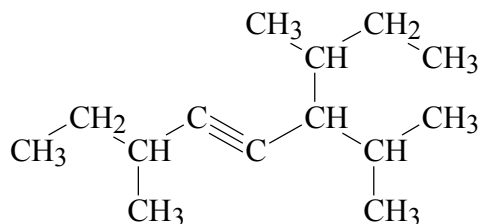
1.



b.



c.

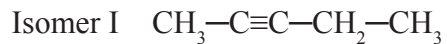


### D. Isomer

Isomer alkuna termasuk isomer struktur, sama seperti alkana. Alkuna tidak memiliki isomer *cis-trans*, hal ini dikarenakan bentuk geometrinya yang linear. Berikut ini disajikan contoh isomer struktur dari  $\text{C}_5\text{H}_8$ .

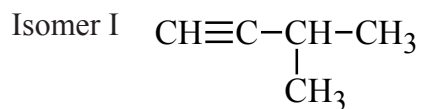
Isomer I  $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  Nama senyawa : 1-pentuna

Titik didih :  $40^\circ\text{C}$



Nama senyawa : 2-pentuna

Titik didih :  $55^\circ\text{C}$



Nama senyawa : 2-metil-1-butuna

Titik didih :  $26,3^\circ\text{C}$

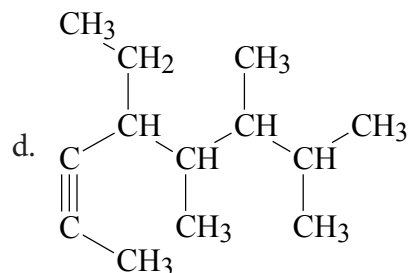
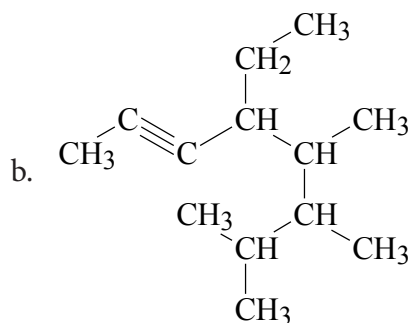
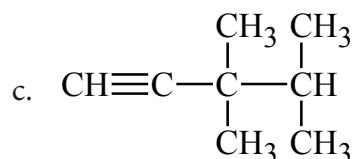
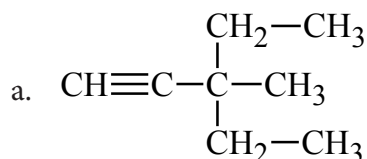
Dari struktur yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan bahwa senyawa alkuna dengan rumus molekul  $\text{C}_5\text{H}_8$  mempunyai 3 isomer struktur, antara lain: 1-pentuna; 2-pentuna; dan 2-metil-1-butuna.

### Latihan Soal 3.2

1. Tentukan isomer dari



2. Manakah dari senyawa berikut ini yang merupakan isomer yang satu terhadap lainnya? Jelaskan!



## E. Sifat Fisik Alkuna

Etuna merupakan gas yang tak berwarna dan berbau, namun suku alkuna yang lain tidak berbau. Kepolaran senyawa alkuna lemah di alam. Alkuna lebih jernih daripada air dan tak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti eter, karbon tetraklorida, dan benzen. Semakin tinggi berat molekulnya semakin tinggi pula titik didih, titik leleh, dan massa jenisnya. Pada suhu kamar jumlah atom C 2-4 berwujud gas, suku berikutnya berwujud cair, dan suku yang tinggi berwujud padat. Beberapa sifat fisik alkuna disajikan dalam tabel 3.3.

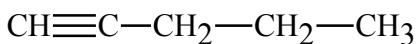
Titik didih, titik lebur, dan massa jenis alkuna meningkat seiring bertambahnya berat molekul.

Tabel 3.3 Beberapa sifat fisik alkuna

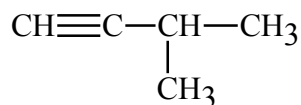
Nama IUPAC	Rumus molekul	Titik didih (°C)	Titik lebur (°C)	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	Fase pada 25°C
Etuna	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	-85	-81	-	gas
Propuna	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	-23	-103	-	gas
1-butuna	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	8	-126	-	gas
1-pentuna	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	40	-90	0,690	cair
1-heksuna	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	71	-132	0,716	cair
1-heptuna	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub>	100	-81	0,733	cair
1-oktuna	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub>	126	-79	0,740	cair
1-nonuna	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub>	151	-50	0,766	cair
1-dekuna	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	174	-44	0,765	cair

Seperti halnya alkana dan alkena, adanya rantai cabang akan menurunkan titik didih senyawa alkuna. Semakin banyak cabangnya maka titik didihnya semakin turun walaupun memiliki bobot molekul yang sama.

Contoh:



1-pentuna  
Mr: 68  
Titik didih: 60°C



3-metil-1-butuna  
Mr: 68  
Titik didih: 26,3°C

### Latihan Soal 3.3

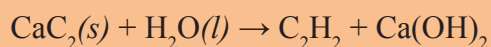
1. Bagaimanakah titik didih 1-butuna dengan etuna? Mengapa?
2. Jelaskan manakah yang lebih mudah larut dalam  $\text{CCl}_4$ , air, ataukah asetilena?

## Telurium

## Telusur Ilmu Kimia

### Las Karbid

Las gas atau las karbit merupakan salah satu teknik menggabungkan bagian logam melalui perantara panas. Tukang las menggunakan kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) yang direaksikan dengan air menghasilkan gas etuna (asetilena), menurut reaksi:



Selanjutnya gas etuna bereaksi dengan gas oksigen menurut reaksi:



Nyala asetilena dapat menghasilkan suhu  $\pm 6000^\circ\text{F}$  atau  $3.300^\circ\text{C}$ , sehingga dapat memotong dan menyambung logam.

Asetilena murni merupakan gas tak berwarna dan berbau. Jika asetilena murni berada dibawah tekanan lebih dari 15psi dapat menimbulkan ledakan yang hebat. Prosentase untuk membuat ledakan sekitar 2,5% udara di asetilena, atau 12,5% asetilena di udara. Ketika asetilena dibakar dalam gas oksigen yang benar akan menghasilkan cahaya putih terang, sehingga dapat digunakan sebagai penerangan ketika listrik belum tersedia, misalnya pelampung, lampu penambang, dan sinyal jalan. Etuna juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik atau karet sintesis.

*Sumber: encyclopedia britannica*



## F. Reaksi Pada Alkuna

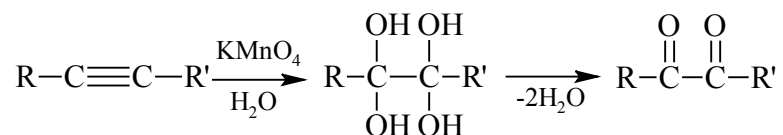
Reaksi-reaksi alkuna mirip dengan reaksi yang terjadi pada alkena. Alkuna lebih reaktif daripada alkena, sehingga alkuna membutuhkan pereaksi dua kali lebih banyak untuk menjenuhkan ikatan rangkapnya dibanding alkena.

### 1. Oksidasi

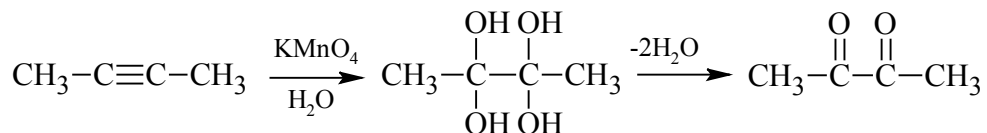
#### 1.1. Oksidasi $\text{KMnO}_4$

Apabila alkuna direaksikan dengan larutan  $\text{KMnO}_4$  pada kondisi yang agak netral akan terjadi reaksi oksidasi..

Persamaan Umum:



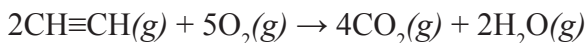
Contoh:



#### 1.2. Pembakaran

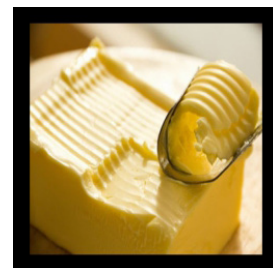
Bila alkuna beraksi dengan oksigen berlebih (teroksidasi sempurna) maka pembakaran akan berlangsung sempurna dan akan membentuk karbondioksida dan air yang disertai dengan pembebasan energi dalam bentuk panas (kalor).

Contoh:



#### 1.3. Ozonolisis

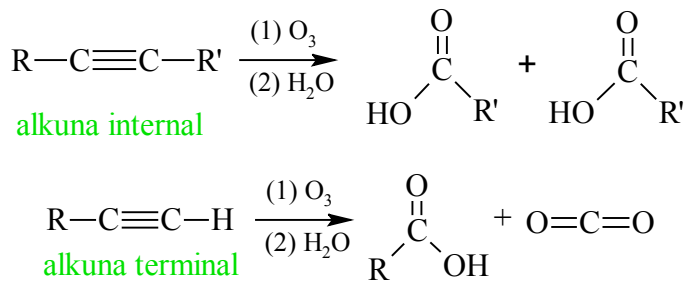
Reaksi ozonolisis adalah reaksi oksidasi ikatan rangkap oleh oksidator kuat seperti ozon ( $\text{O}_3$ ). Produk yang dihasilkan dari pemecahan oksidatif internal alkuna adalah dua molekul asam karboksilat. sedangkan alkuna terminal dioksidasi menghasilkan asam karboksilat dan karbondioksida.



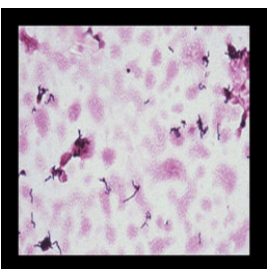
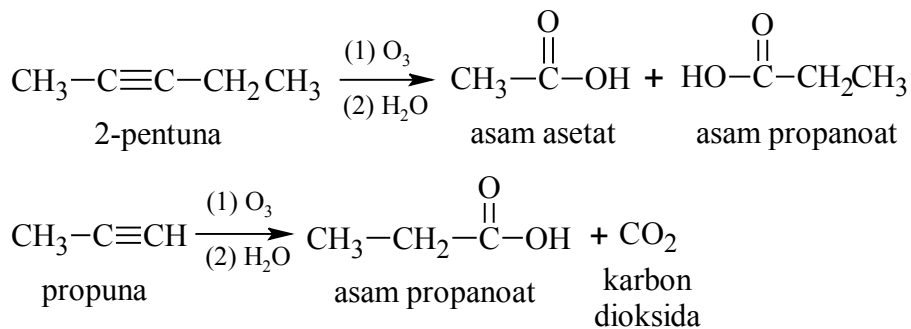
Gambar 3.8  
2,3-butanadion,  
penyedap makanan  
rasa mentega.



Gambar 3.9 Asam asetat di dapur.



Contoh:



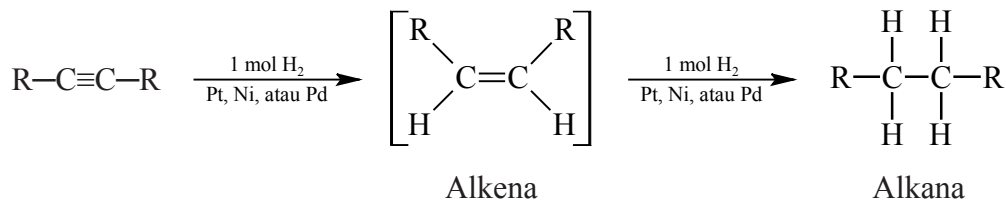
Gambar 3.10 *Propioni bacterium*, bakteri penghasil asam propanoat.

Sumber: microbewiki.kenyon.edu

## 2. Adisi

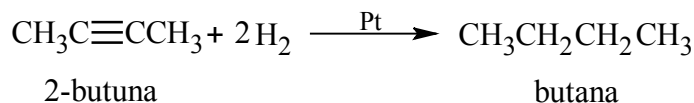
### 2.1. Adisi Hidrogen (Hidrogenasi)

Adisi hidrogen pada alkuna berlangsung melalui 2 tahapan. Tahap pertama akan terbentuk zat antara alkena dan tahap ditahap kedua barulah produk senyawa alkana dihasilkan. Umumnya reaksi hidrogenasi menggunakan katalisator logam mulia, seperti platina (Pt), paladium (Pd), atau nikel (Ni). Secara umum reaksi hidrogenasi dapat ditulis sebagai berikut:

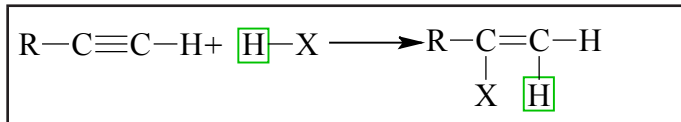


Hidrogenasi adalah reaksi kimia dengan hidrogen.

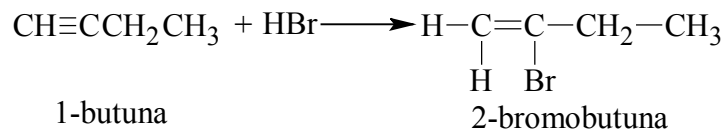
Contoh:



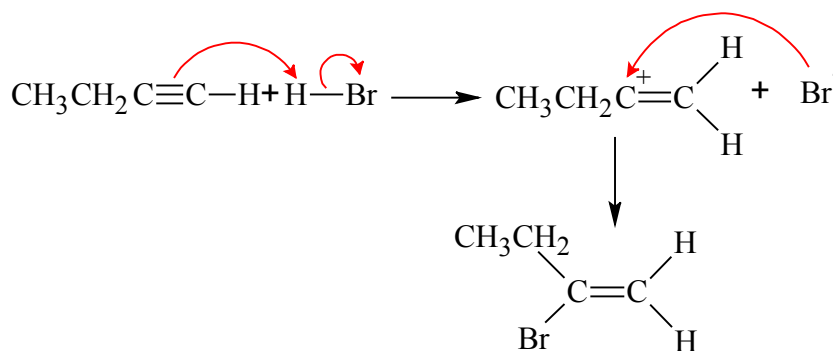




Contoh:

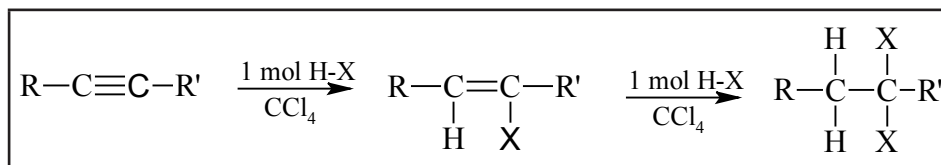


Dari reaksi di atas, mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

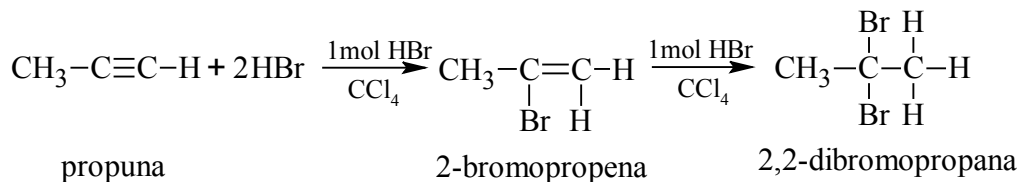


Orientasi Markovnikov

Jika hidrogen halida yang ditambahkan sebanyak 2 mol untuk mengadisi alkuna, maka akan dihasilkan senyawa haloalkana. Persamaan reaksi umumnya ialah sebagai berikut:

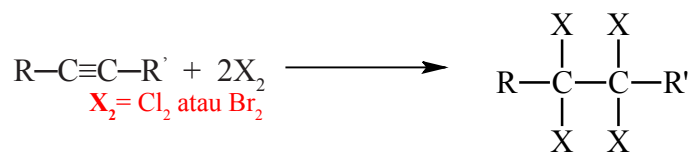


Contoh:

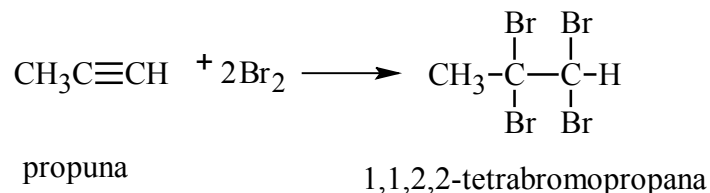




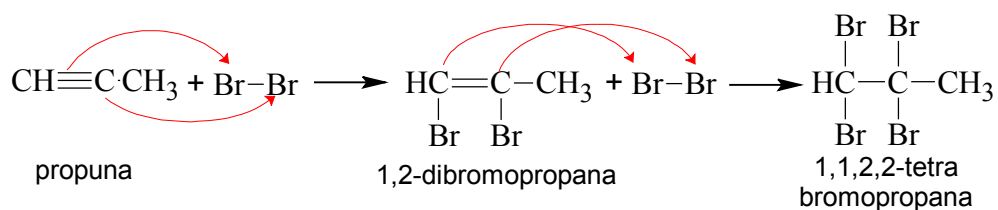




Contoh:



Mekanisme reaksi:



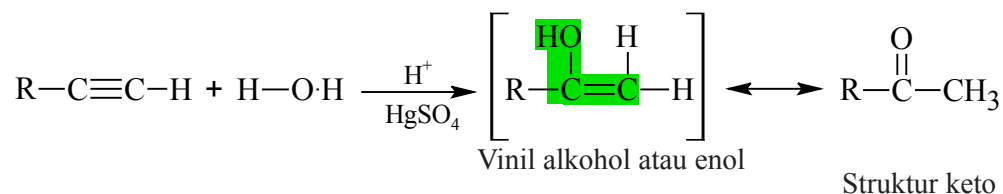
Adisi  $\text{Br}_2$  biasanya digunakan sebagai uji kualitatif untuk identifikasi adanya ikatan rangkap. Uji positif adanya ikatan rangkap ditandai dengan hilangnya warna coklat kemerahan dari reagen (pelarut)  $\text{Br}_2$ .

## 2.4. Adisi $\text{H}_2\text{O}$ (Hidrasi)

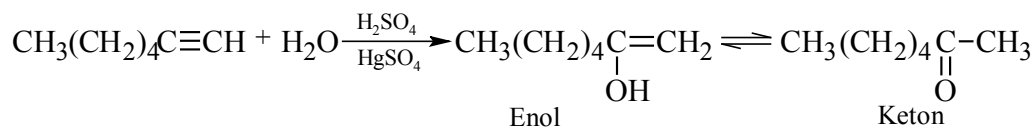
Hidrasi adalah adisi air dengan pelarut  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan katalis  $\text{HgSO}_4$ .

Hidrasi alkuna atau **tautomerisasi keto-enol** adalah proses adisi air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan pelarut asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan katalis raksa sulfat ( $\text{HgSO}_4$ ) untuk mempercepat reaksi. Adisi air ini mengikuti kaidah Markownikov dan produk yang dihasilkan adalah suatu keton atau aldehyd.

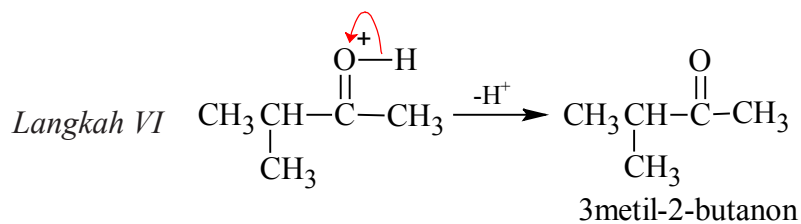
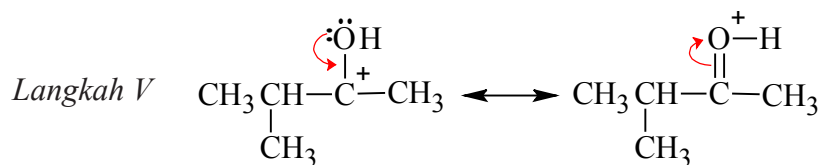
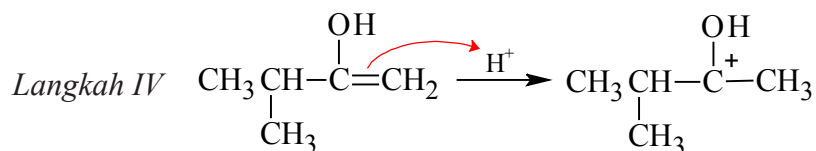
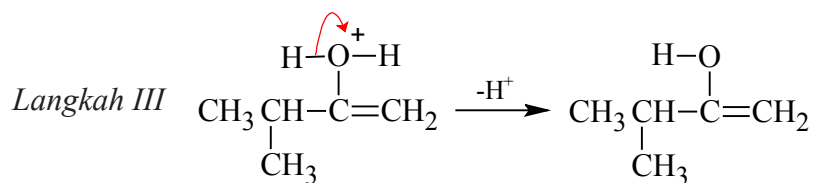
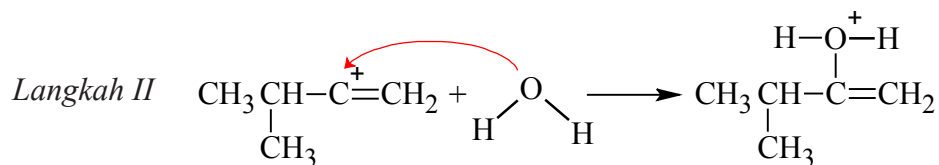
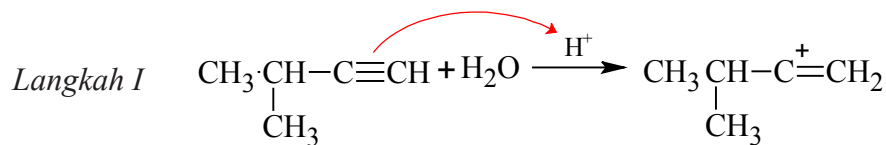
Persamaan umum:



Contoh:



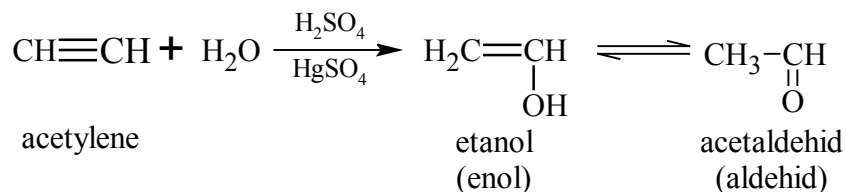
mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut:





**Gambar 3.11** Buah durian yang matang akan membentuk asetaldehid di dalam tubuh.

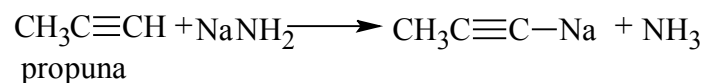
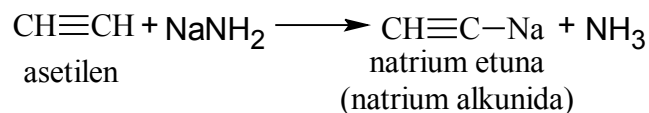
Contoh lain dari reaksi hidrasi alkuna yang menghasilkan aldehid.



### 3. Reaksi Pembentukan Asetilida

Suatu alkuna terminal jika direaksikan dengan basa kuat seperti natrium amida ( $\text{NaNH}_2$ ) akan dihasilkan natrium alkunida dan amonia.

Contoh:



**Gambar 3.12** Terdapat sebagian kecil senyawa sianida di dalam singkong.

#### Apersepsi

Apakah anda seorang penggemar cerita-cerita detektif? Tidak asing lagi dengan nama Sherlock Holmes, Agatha Christie, atau Conan Edogawa? Mungkin anda juga tidak asing lagi dengan racun sianida. Sianida merupakan salah satu contoh derivat alkuna yang terdapat ikatan rangkap tiga antara atom karbon dan nitrogen. Di dalam cerita-cerita detektif racun sianida sering digunakan sebagai alat pembunuhan yang dikenal dapat membunuh seseorang dalam sekejap, walau dengan dosis yang kecil. Tidakkah anda penasaran mengapa hal tersebut dapat terjadi?

### Agent of Death

**Tujuan** : untuk mengetahui pemaparan sianida

**Alat dan bahan:**

	Alat		Bahan	
	Tabung reaksi	2 buah	Darah segar	2 mL
	Beaker glass	1 buah	$K_3Fe(CN)_6^*$	1 mL
	Pipet volum	2 buah	$H_2O$	6 mL

**Langkah Kerja:**

1. Masukkan 6mL air ke tabung reaksi yang berisi 2mL darah segar. Tujuannya adalah untuk mengeluarkan hemoglobin yang berada di dalam eritrosit.
2. Bagi menjadi dua cairan eritrosit tersebut, satu untuk sampel dan satu lagi untuk kontrol ( pembanding).
3. Pada tabung sampel dimasukkan  $K_3Fe(CN)_6$  1ml. Amati perubahan yang terjadi.

**Data pengamatan:**

	Pengamatan
Sampel	
Kontrol	

**Pertanyaan:**

1. Apa yang terjadi ketika cairan darah yang telah diberi air dimasukkan sianida.
2. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang Anda lakukan!

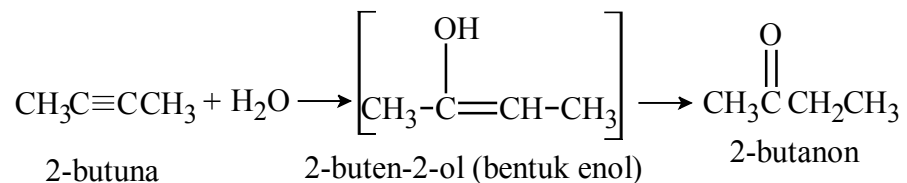
(\*) Bersifat iritan. Hindari kontak langsung dengan kulit, mata, dan mulut. Gunakan sarung tangan dan masker saat melakukan percobaan.

### Contoh Soal

Tuliskan struktur enol dan persamaan reaksi dari hidrasi 2-butuna!

Penyelesaian: Enol dibuat dengan menambahkan air pada ikatan tripel (rangkap tiga).

Mekanisme yang digunakan dalam hidrasi 2-butuna, yakni:



### Latihan Soal 2.4

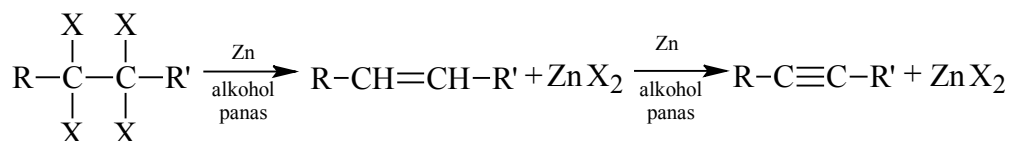
1. Tuliskan persamaan reaksi pada reaksi-reaksi berikut ini!
  - a. 2-heksuna dan hidrogen (katalis lindlar)
  - b. 1-pentuna dan HBr (2 mol)
  - c. propuna dan air (katalis  $\text{HgSO}_4$  dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
  - d. 2-pentuna dibakar sempurna
  - e. propuna dan air (katalis  $\text{HgSO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
  - f. 2-butuna dan ozon kemudian dihidrolisis.
2. Sebanyak 1 mol propuna direaksikan dengan 1 mol gas hidrogen. Zat hasil reaksi dimasukkan ke dalam larutan asam klorida. Zat hasil reaksi tersebut kemudian ditambahkan gas bromin dengan sinar ultraviolet. Tuliskan semua reaksi yang terjadi, jenis reaksinya, dan nama zat hasil reaksi!

## G. Pembuatan Alkuna

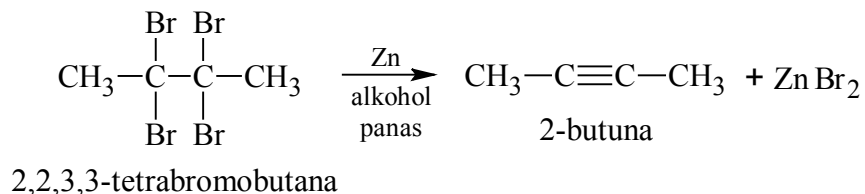
Pembuatan alkuna dapat ditempuh dengan dua cara, yaitu: (1) pembentukan rantai yang mengandung ikatan rangkap tiga karbon-karbon dan (2) perpanjangan rantai karbon yang telah memiliki ikatan rangkap tiga.

### a. Dehalogenasi dari Tetrahalida

Pada proses pembuatan ini, reaksi alkana yang mengikat tetra (4) halida dengan logam zink (Zn) dalam alkohol maka akan terbentuk alkuna. Reaksi secara umum:

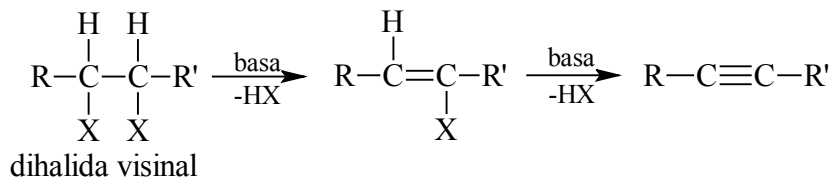


Contoh:



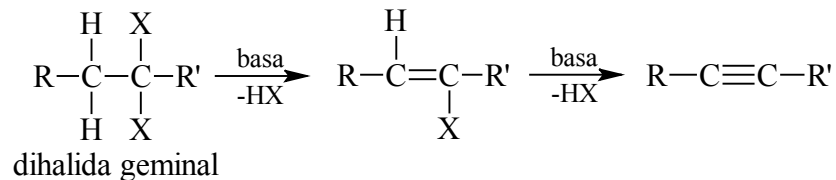
### b. Reaksi Eliminasi

Alkuna dapat dibuat dengan cara dehidrohalogenasi alkil dihalida. Dihalida dapat berstruktur **geminal dihalida** (kedua atom halogen terikat pada atom yang sama) atau **visinal dihalida** (kedua atom halogen terikat pada atom yang berbeda). Dehidrohalogenasi senyawa halida oleh pengaruh basa kuat seperti kalium hidroksida (KOH) atau natrium amida (NaNH<sub>2</sub>) menghasilkan dua kali reaksi eliminasi H-X dan membentuk alkuna.

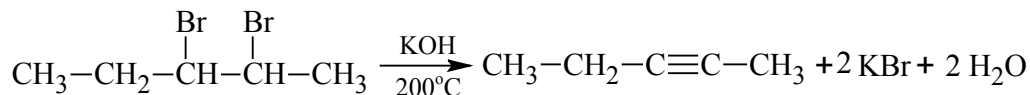


**Geminal dihalida** adalah alkil halida yang mempunyai dua atom halogen yang terikat pada atom karbon yang sama.

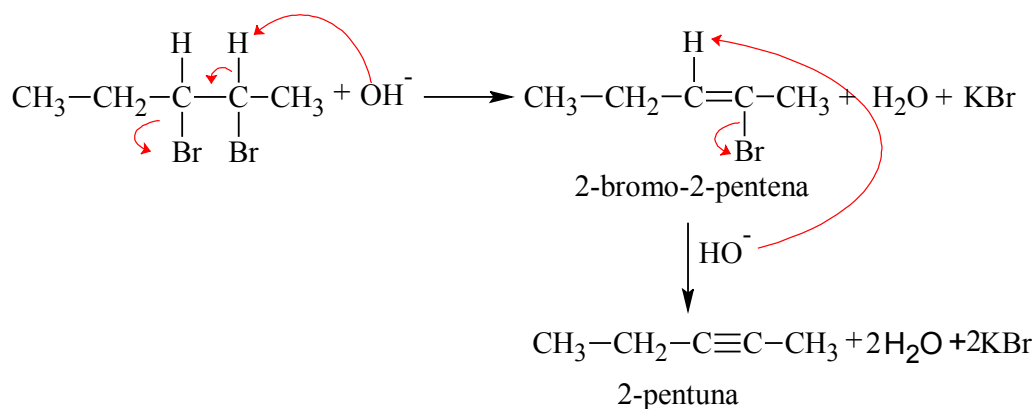
**Visinal dihalida** adalah alkil halida yang mempunyai dua atom halogen yang terikat pada atom karbon yang berbatasan.



Contoh:

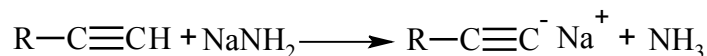


Mekanisme reaksinya adalah:

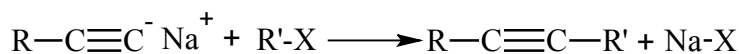


### c. Reaksi Asetilida Logam dengan Alkil Halida Primer

Alkuna dapat bereaksi dengan natrium amida (NaNH<sub>2</sub>) menghasilkan natrium alkunida.



Jika natrium alkunida direaksikan dengan alkil halida primer akan menghasilkan suatu alkuna. Hasil sampingnya berupa garam natrium halida. Persamaan reaksi umumnya ialah sebagai berikut.







## Latihan Soal 2.5

Bagaimanakah reaksi pembuatan:

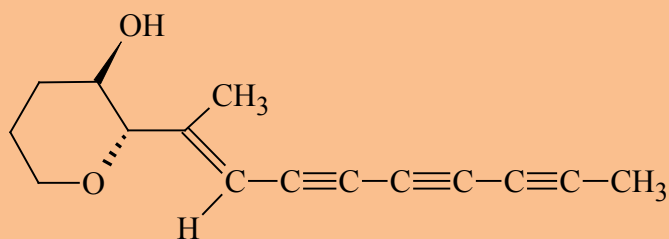
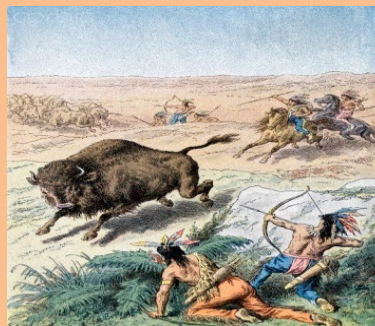
1. asetilena menjadi 1,1-diiodoetena
2. propuna menjadi isopropil bromida
3. 2-butuna menjadi 2,3-dibromobutana

## H. Sumber dan Kegunaan Alkuna

Alkuna berada dalam jumlah yang kecil dalam gas alam, minyak bumi, beberapa tanaman dan hewan. Sebagai contoh, senyawa *ichthyothereol* pada bunga *ichthyothere terminalis*. Jumlah alkuna yang sedikit di alam, menyebabkan industri harus mensintesis senyawa alkuna dengan cara pembakaran tidak sempurna dari metana, peroksidasi alkana dari minyak bumi, atau dalam skala kecil asetilena dapat diperoleh dengan cara mereaksikan batu karbid dan air. Kegunaan senyawa alkuna dalam kehidupan sehari-hari adalah pengelasan. Ketika asetilena dalam jumlah besar dibakar dengan oksigen dapat menghasilkan suhu yang sangat tinggi 2800°C (3075K). Tingginya suhu tersebut mampu digunakan untuk melelehkan logam dan menyatukan pecahan-pecahan logam.

## Alkuna Beracun

Senyawa *ichthyothereol* merupakan komponen aktif dalam mata panah beracun yang digunakan oleh suku Indian; Amazon, yang menyebabkan kejang pada mamalia. Senyawa *ichthyothereol* ditemukan dalam daun *ichthyothere terminalis*, famili *asteraceae*. Bunga daisy merupakan salah satu famili *asteraceae* yang tumbuh subur di pegunungan Indonesia, seperti gunung perahu. Nama IUPAC *ichthyothereol* adalah (2S,3R)-2-[(E)-non-1-en-3,5,7-triynyl]oxan-3-ol.

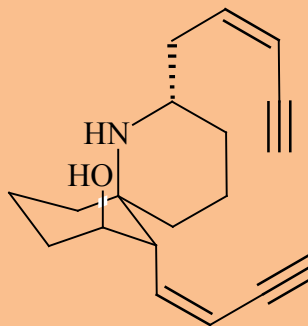


ichthyothereol

Sumber: *Phytochemical Dictionary*, 1998



Senyawa alkuna beracun yang lain adalah *histionicotoxin*. *Histionicotoxin* diisolasi dari sekresi kelenjar kulit katak panah beracun (*poison dart frog*), spesies yang bewarna-warni dari genus *Denrobates*. Katak panah beracun mengeluarkan *histionicotoxin* sebagai bentuk pertahanan diri ketika mengatasi predator, baik mamalia ataupun reptil.



Sumber: *Organic Chemistry*, 2014

## UJI KOMPETENSI 4

Berilah tanda silang pada a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang benar!

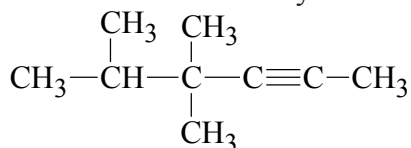
- 1) Aromatik
- 2) Alisiklis
- 3) Alifatik
- 4) Jenuh
- 5) Tak jenuh

Pernyataan yang benar untuk alkuna adalah nomor ....

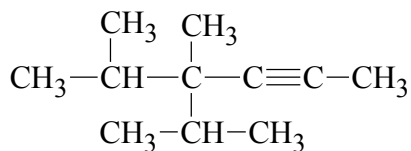
- |            |            |
|------------|------------|
| a. 1 dan 5 | d. 3 dan 4 |
| b. 2 dan 4 | e. 3 dan 5 |
| c. 2 dan 5 |            |
2. Rumus kimia dari pentuna adalah ....

a. $C_3H_6$	d. $C_5H_8$
b. $C_4H_{10}$	e. $C_2H_6$
c. $C_6H_{10}$	

3. Nama IUPAC dari senyawa berikut ini adalah ....

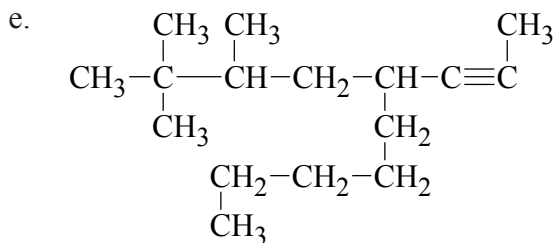
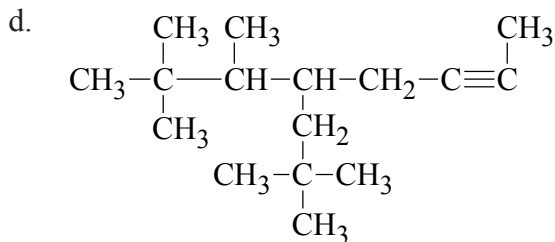
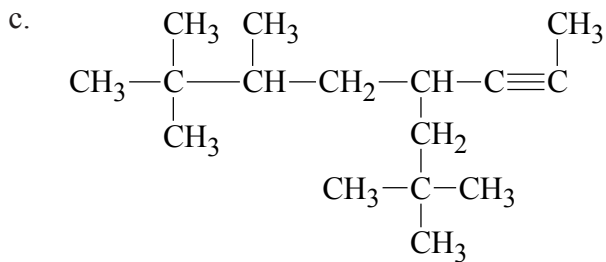
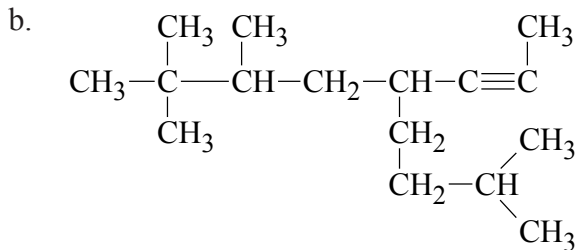
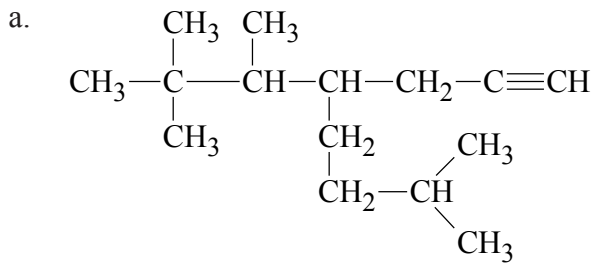


- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| a. 4-isopropil-4-metil-2-pentuna | d. 2,3,3-trimetil-4-heksuna |
| b. 4-metil-4-isopropil-2-pentuna | e. 4,4,5-trimetil-2-heksuna |
| c. 2-isopropil-2-metil-3-pentuna |                             |
4. Nama IUPAC dari senyawa berikut ini adalah ....



- |                                      |
|--------------------------------------|
| a. 4-propil-4,5-dimetil-2-heksuna    |
| b. 4,5-dimetil-4-propil-2-heksuna    |
| c. 4-isopropil-4,5-dimetil-2-heksuna |
| d. 4,5-dimetil-4-isopropil-2-heksuna |
| e. 3-propil-2,3-dimetil-4-heksuna    |

5. Senyawa dengan nama 4-isopentil-6,7,7-trimetil-2-oktuna memiliki rumus struktur...



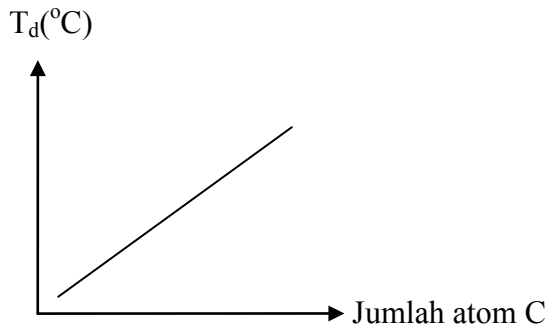
6. Nama yang tepat untuk senyawa dengan rumus struktur berikut:



adalah ....

- a. 3,5,7-trimetil-1,5-oktuna  
 b. 3,5,7-trimetiloktadiuna  
 c. 3,5,7-trimetil-1,5-oktadiuna
- d. 3,5,7-trimetil-2,6-heptadiuna  
 e. 3,5,7-trimetil-2,6-heptuna
7. Sebanyak 20mL gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan 200mL gas oksigen sehingga dihasilkan volume gas sebanyak 130mL. setelah volume gas karbon dioksida dihilangkan ternyata diperoleh volume gas sisa sebanyak 60mL. Jika percobaan diukur pada 25°C dan tekanan yang tetap, maka senyawa hidrokarbon tersebut adalah ....
- a. propuna  
 b. butuna  
 c. pentuna  
 d. heksuna  
 e. heptuna
8. Bentuk fisik senyawa alkuna antara deret C5-C18 adalah ....
- a. gas  
 b. cair  
 c. padat  
 d. gel  
 e. gel padat
9. Tiga gas yaitu karbondioksida, propuna, dan oksigen diukur pada suhu dan tekanan yang sama. Perbandingan massa jenis ( $\rho$ ) ketiga gas itu yaitu .... ( $A_r$  H=1; C=12; O=16)
- a. oksigen > propuna > karbondioksida  
 b. oksigen < propuna < karbondioksida  
 c. oksigen > propuna = karbondioksida  
 d. karbondioksida = propuna > Oksigen  
 e. karbondioksida = propuna = Oksigen
10. Senyawa di bawah ini yang memiliki titik didih tertinggi adalah ....
- a.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CCH}$   
 b.  $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CCH}$   
 c.  $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CC}(\text{CH}_3)$   
 d.  $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)_2\text{CCH}$   
 e.  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CCC}(\text{CH}_3)_3$
11. Senyawa alkuna dibawah ini yang memiliki titik didih paling tinggi ke tiga adalah ....
- a. 1-oktuna  
 b. 3-metil-1-heptuna  
 c. 3,4-dimetil-1-heksuna  
 d. 4,4-dimetil-2-heksuna  
 e. 3,4,4-trimetil-1-pentuna

12. Perhatikan grafik kenaikan titik didih senyawa alkuna berikut!



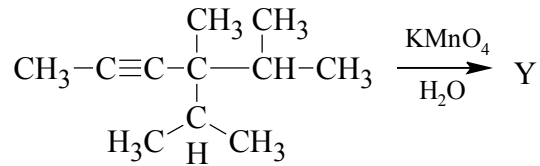
Informasi yang dapat diperoleh dari grafik di atas adalah ....

- senyawa alkuna merupakan senyawa dengan titik didih paling tinggi
  - titik didih alkuna berbanding terbalik dengan jumlah atom C
  - semakin sedikit atom C yang dikandung senyawa hidrokarbon, maka titik didihnya semakin tinggi
  - semakin banyak atom C yang dikandung senyawa hidrokarbon, maka titik didihnya semakin tinggi
  - semakin banyak atom C yang dikandung senyawa hidrokarbon, maka titik didihnya semakin rendah
13. 3-metil-1-heksuna *tidak* berisomer dengan ....
- 3-metil-1-heksuna
  - 4-metil-1-heksuna
  - 4-metil-2-heksuna
  - 2,3-dimetil-1-heksuna
  - 3,3-dimetil-1-heksuna
14. Senyawa alkuna yang memiliki 3 isomer adalah ....
- |            |            |
|------------|------------|
| a. etuna   | d. pentuna |
| b. propana | e. heksuna |
| c. butuna  |            |
15. Jumlah isomer  $\text{C}_5\text{H}_8$  adalah ....
- |      |      |
|------|------|
| a. 2 | d. 5 |
| b. 3 | e. 6 |
| c. 4 |      |
16. Yang bukan isomer dari  $\text{C}_7\text{H}_{12}$  adalah ....
- 5-metil-1-heksuna

- b. 5-metil-1-heksuna  
 c. 3,2- dimetil-1-pentuna  
 d. 3,3-dimetil-1-pentuna  
 e. 3,4-dimetil-1-pentuna
17. Rumus struktur yang bukan isomer dari  $C_6H_{10}$  adalah ....
- a.  $CH_3-CH_2-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-C\equiv CH$
- b.  $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-C\equiv CH$
- c.  $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-C\equiv C-CH_3$
- d.  $CH_3-\overset{\substack{CH_3 \\ |}}{C}-C\equiv CH$   
 $\quad \quad \quad |$   
 $\quad \quad \quad CH_3$
- e.  $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-\overset{\substack{CH_3 \\ |}}{C}\equiv CH$
18. Jumlah isomer dari  $C_5H_7Cl$  adalah ....
- a. 3  
 b. 4  
 c. 5  
 d. 6  
 e. 7
19. Sebanyak 10 mL gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan 85 mL gas oksigen sehingga dihasilkan volume gas sebanyak 110 mL. setelah volume gas karbon dioksida dihilangkan ternyata diperoleh volume gas sisa sebanyak 50mL. Jika percobaan diukur pada 25°C dan tekanan yang tetap, jumlah isomer dari hidrokarbon tersebut adalah ....
- a. 2 isomer  
 b. 2 isomer  
 c. 3 isomer  
 d. 6 isomer  
 e. 7 isomer
20. Sebanyak  $3,01 \times 10^{24}$  molekul gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan 170 mL gas oksigen. Setelah reaksi selesai diperoleh volume gas sebanyak 1232 mL. Jika gas karbon dioksida dihilangkan, volume gas bersisa 560 mL. Berdasarkan data ini, manakah senyawa yang merupakan salah satu isomer dari hidrokarbon tersebut!
- a. 1-butuna  
 b. 1-pentuna  
 c. 2-metil-1-butuna  
 d. 2-metil-1-pentuna  
 e. 3,3-dimetil-1-butuna

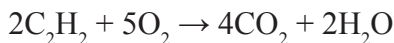
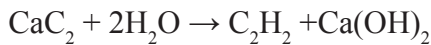


21. Perhatikan reaksi berikut.



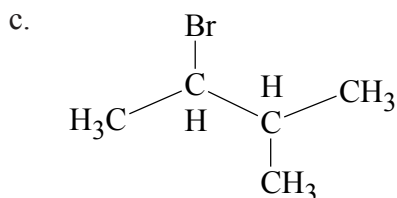
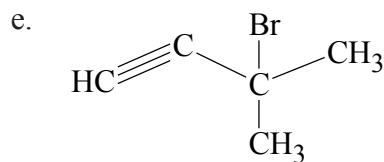
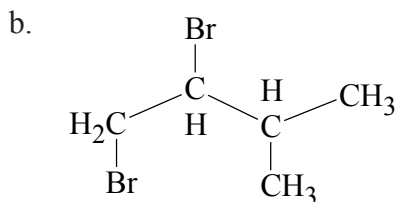
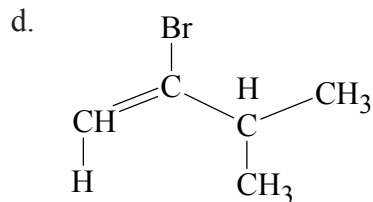
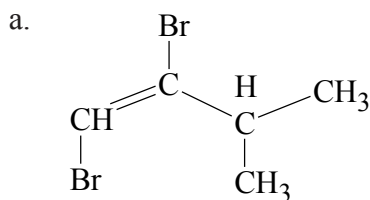
Senyawa Y adalah ....

- 4-isopropil-4,5-dimetilheksana
  - 4-isopropil-4,5-dimetil-2-heksena
  - 4-isopropil-4,5-dimetil-3-heksena
  - 4-isopropil-4,5-dimetil-2,3-heksanadion
  - 4-isopropil-4,5-dimetil-2,2,3,3-heksanatetrol
22. Gas asetilena (etuna) dibuat dari kalsium karbida dan digunakan untuk mengelas, reaksinya sebagai berikut:

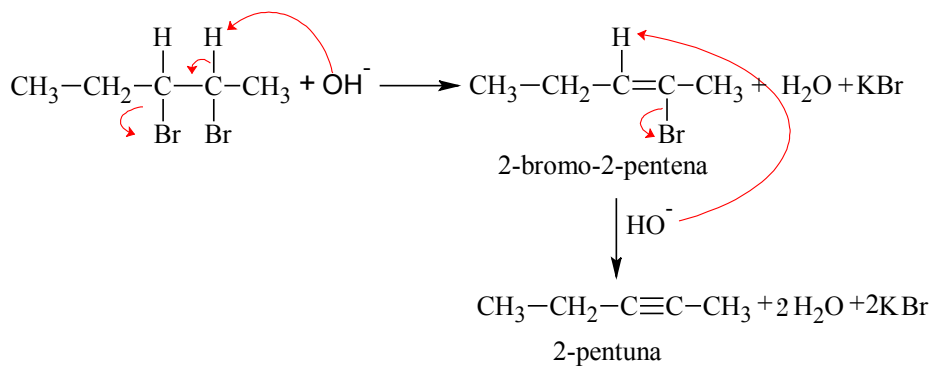


Jika udara yang diperlukan untuk membakar asetilena sebanyak 200 liter (udara mengandung 20% oksigen) dan reaksi dilakukan pada suhu 27°C tekanan 1 atm. Massa kalsium karbida yang diperlukan adalah ... gram. (Ar Ca=40, Ar C=12, Ar O=16, dan Ar H=1)

- 20,8
  - 41,6
  - 45,7
  - 1040,6
  - 1142,8
23. Sebanyak 4 liter alkuna dibakar sempurna tepat menghabiskan 110 liter udara (udara mengandung 20% gas oksigen). Senyawa alkuna tersebut ialah ....
- etuna
  - propuna
  - butuna
  - pentuna
  - heksuna
24. Gas asetilena digunakan untuk ....
- Pengelasan
  - Cairan pendingin
  - Antiseptik pada luka
  - Obat bius
  - Pelarut lemak
25. Produk yang dihasilkan dari proses reaksi adisi 3-metil-1-butuna dengan HBr adalah...



26. Sebanyak 2 liter gas butuna yang dibakar oleh 75 liter udara yang mengandung 20% gas oksigen, sehingga menghasilkan 8 liter gas karbon dioksida. Jika semua gas diukur pada keadaan yang sama, maka ....
- dihasilkan 180 gram uap air (ar H=1, O=16)
  - reaksi pembakaran ini tidak sempurna
  - gas butuna bersisa 1 liter
  - setelah reaksi selesai, dihasilkan volume gas sebanyak 14 liter
  - setelah reaksi selesai, dihasilkan volume gas sebanyak 18 liter
27. Sebanyak 15 liter campuran gas etuna dan propuna dibakar dengan gas oksigen menghasilkan 35 liter gas karbon dioksida dan sejumlah uap air. Berapakah volume gas etuna dan propana yang terdapat dalam campuran tersebut serta volume total gas oksigen yang diperlukan!
- 10 liter; 5 liter; dan 15 liter
  - 10 liter; 5 liter; dan 35 liter
  - 10 liter; 5 liter; dan 45 liter
  - 5 liter; 10 liter; dan 35 liter
  - 5 liter; 10 liter; dan 45 liter
28. Dari reaksi perpanjangan rantai senyawa hidrokarbon berikut ini, lengkapi pereaksi-pereaksi yang dibutuhkan.



- |    |   |                          |                             |
|----|---|--------------------------|-----------------------------|
| a. | Basa X = $\text{NaNH}_2, \text{NH}_3$ ;                   | Y = $\text{H}_2\text{O}$ | Z = Tautomerisasi keto-enol |
| b. | Basa X = $\text{NaNH}_2, \text{NH}_3$                     | Y = $\text{KOH}$         | Z = Isomerisasi             |
| c. | Basa X = $\text{NaNH}_2, \text{NH}_3$ ;                   | Y = $\text{KOH/alk}$     | Z = Resonansi               |
| d. | Basa X = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-, \text{KOH}$ ; | Y = $\text{H}_2\text{O}$ | Z = Keto-enol tautomerisasi |
| e. | Basa X = $\text{NaOCH}_3, \text{CH}_3\text{OH}$ ;         | Y = $\text{KOH}$         | Z = Tautomerisasi keto-enol |

*(OSN kimia Tk.Provinsi 2014)*

**Petunjuk soal dibawah ini digunakan untuk menjawab soal nomor 29 dan 30.**

- (A) Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar.  
 (B) Jika jawaban (1) dan (3) benar.  
 (C) Jika jawaban (2) dan (4) benar.  
 (D) Jika jawaban (4) saja yang benar.  
 (E) Jika semua jawaban (1), (2), (3), dan (4) benar.

29. (1) Senyawa alifatik tak jenuh  
 (2) Larut dalam karbontetraklorida  
 (3) perbandingan jarak antar ikatan rangkapnya relatif pendek  
 (4) Memiliki sudut ikatan  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}$  paling besar  
 Pernyataan yang benar tentang alkuna adalah ....

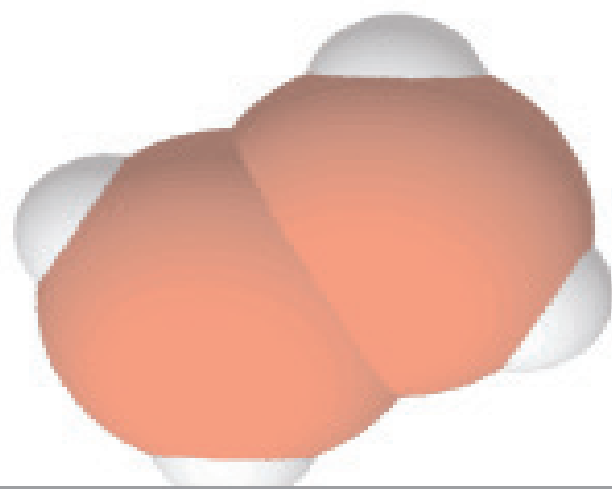
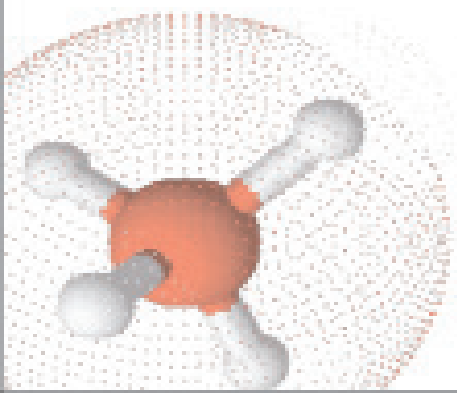
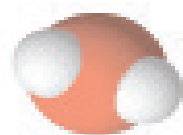
30. (1) Mempercepat pemasakan buah

(2) Pengelasan

(3) Bahan baku PVC

(4) *Dry cleaning*

Pernyataan yang benar mengenai etuna ialah ....



## Glosarium

Alifatik	: Senyawa hidrokarbon yang membentuk rantai karbon terbuka.
Alkana	: Golongan senyawa hidrokarbon yang semua ikatan antar atom karbonnya merupakan ikatan tunggal dan membentuk rantai terbuka.
Alkena	: Senyawa Hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua.
Alkil	: Gugus alkana yang kehilangan satu atom hidrogen.
Alkuna	: Senyawa Hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap tiga.
Alkuna internal	: Alkuna yang ikatan rangkap tiganya di tengah rantai.
Alkuna terminal	: Alkuna yang ikatan rangkap tiganya di ujung rantai.
Anestesi	: Semua bahan yang menghasilkan kehilangan sensasi lokal ataupun keseluruhan.
Aromatik	: Senyawa hidrokarbon yang membentuk rantai karbon melingkar dan ikatannya selang seling antara iktan tunggal dan rangkap.
Aturan markovnikov	: Jika adisi HX terhadap alkena tak simetris maka atom akan diikat oleh C=C yang mengikat atom hidrogen lebih banyak.
<i>Cracking</i>	: Proses pemecahan kimia oleh panas.
Deret homolog	: Golongan senyawa karbon yang memiliki rumus umum, gugus, sifat kimia yang sama.
Dimer	: Senyawa yang terdiri dari dua monomer identik.
Dihalida geminal	: Alkil halida yang mempunyai dua atom halogen yang terikat pada molekul atom karbon yang sama.
Dihalida visinal	: Alkil halida yang mempunyai dua atom halogen yang terikat pada molekul atom karbon yang berbatasan.
Distilasi	: Proses pemisahan campuran berupa zat cair berdasarkan titik didinya.
Elektron valensi	: Elektron yang terletak di kulit terluar suatu atom.
Endoterm	: Reaksi penyerapan kalor dari lingkungan ke sistem.
Enol	: Senyawa yang memiliki gugus -OH pada senyawa rantai utama alkena.
Entgegen (E)	: Awalan yang digunakan untuk menyatakan jika gugus terletak di sisi



	berlawanan dari ikatan rangkap.
Furnace	: Tempat pembakaran dengan suhu yang sangat tinggi, sampai dapat melelehkan logam.
Gasifikasi	: Proses oksidasi parsial senyawa karbon yang dipecah menjadi karbon monoksida, hidrogen, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan molekul hidrokarbon lain.
Glikol	: Senyawa yang memiliki dua gugus OH yang melekat pada atom karbon yang berbeda.
Halogenasi	: Reaksi kimia dengan unsur halogen.
Hidroborasi	: Reaksi senyawa alkena dengan senyawa boran.
Hidrogenasi	: Reaksi kimia dengan hidrogen.
Hidrokarbon	: Senyawa yang mengandung atom karbon dan hidrogen.
Hidrokarbon jenuh	: Senyawa hidrokarbon yang tidak mengandung ikatan rangkap
Hidrokarbon tak jenuh	: Senyawa hidrokarbon yang mengandung ikatan rangkap.
Ikatan kovalen	: Ikatan antar atom yang menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama.
Ikatan pi	: Orbital molekul yang terbentuk karena adanya tumpang tindih orbital dari elektron bebas.
Ikatan sigma	: Orbital molekul yang terbentuk karena adanya tumpang tindih orbital
Inert	: Bahan yang tidak mudah bereaksi dengan bahan lainnya.
Isomer	: Keberadaan beberapa senyawa kimia yang memiliki rumus molekul yang sama, tetapi berbeda rumus struktur molekulnya atau berbeda susunan dalam ruang.
Isomerisasi	: Reaksi yang mengubah suatu senyawa menjadi isomernya.
Katalis	: Zat yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia tetapi zat itu sendiri tidak mengalami perubahan kimia yang permanen.
Konfigurasi elektron	: Susunan elektron di seputar inti atom.
Nitrasi	: Reaksi kimia dengan asam nitrat.
Organik	: Zat yang berasal dari makhluk hidup.

Polimer	: Zat yang memiliki molekul besar terdiri atas satu ulangan (monomer).
Radikal bebas	: Molekul tidak stabil yang kehilangan satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan.
Randemen	: Jumlah produk yang dihasilkan dari suatu proses kimia.
Reagensia	: Zat yang digunakan untuk menimbulkan reaksi kimia.
Reaksi adisi	: Reaksi yang melibatkan pemutusan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal.
Reaksi eliminasi	: Reaksi penghilangan suatu gugus atom pada suatu senyawa.
Reaksi substitusi	: Reaksi yang melibatkan penggantian satu atom atau gugus dengan atom atau gugus lainnya.
Reaksi pembakaran	: Reaksi dengan oksigen menghasilkan karbon dioksida dan uap air.
Reaksi polimerisasi	: Reaksi pembentukan polimer dari monomer-monomer.
Reaktivitas	: Sifat suatu senyawa yang mudah bereaksi.
Siklis	: Senyawa hidrokarbon yang membentuk rantai tertutup.
Sintesis	: Kegiatan melakukan proses kimia untuk mendapatkan produk kimia.
Substituen	: Suatu atom atau gugus yang menggantikan atom hidrogen.
Sulfonasi	: Reaksi alkana dengan asam sulfat berasap menghasilkan asam alkana sulfonat.
Terisolasi	: Alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya dipisahkan oleh oleh dua atau lebih ikatan tunggal.
Terkonjugasi	: Alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya dipisahkan oleh oleh sebuah ikatan tunggal.
Terkumulasi	: Alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya saling berdampingan.
Titik embun	: Suhu dimana air mengembun dalam bentuk cair.
<i>Vis vitalis</i>	: Teori yang menyatakan bahwa senyawa organik hanya dapat dibuat jika ada pengaruh dari makhluk.
Zusammen (Z)	: Awalan yang digunakan untuk menyatakan jika gugus terletak di sisi yang sama dari ikatan rangkap.





## Indeks

**A**  
Alkadiena, 86,87,88,91  
Alkohol,79,83,88,90,123  
Alifatik,10,11,13,86  
Anorganik,1,2,3,80  
Amonium klorida,2  
Aromatik,10,11,35  
Asetilena,126,104,107,112  
**B**  
Berat molekul,22,39,81,84  
**C**  
Cracking,34,84  
**D**  
Deret homolog,61  
Diels Elder,87  
Diklorometana,27  
Dimer,80  
Distilasi,34,35  
Dry Cleaning,27,30  
**E**  
Elektron valensi,7,60  
Endoterm,77  
Engegen,73  
**G**  
Geminal dihalida,113  
Glikol,76  
Grasifikasi,36  
Gugus alkil,14,15,80,107  
**H**  
Halida,26,30-32,40,84,78  
Halogenasi,26,77  
Hidrasi,77,79  
Hidroborasi,80  
Hidrogenasi,31,80,77,114  
Hidrohalogenasi,77-79,115  
**I**  
Isomer  
Struktur,19,20,64  
Cis-Trans,70-73

Isopropil,14,2  
Ikatan kovalen,2,7,8,25  
Ikatan ion,2  
Inert,25,38  
Inisiasi,26  
**K**  
Katalis,34,35,36,80,81,84,74,115,118  
Karbon monoksida,25,26,35,36,77  
Karbon tetraklorida,30,111  
**N**  
Nomor atom,7,63,73,107  
Nonpolar,2,25,38,74  
**M**  
Minyak bakar,35  
Minyak bumi,33,34,36,40,84,89,126  
Minyak tanah,34,35  
Minyak pelumas,35  
Monomer,81  
**O**  
Oksidasi,76,80,113  
Oksigen,3,4,5,7,25,39,77,104,112,113,126  
Organik,2,3,6,13,30,75,80,134,111  
Ozonolisis,113  
**P**  
Perak klorida,3  
Perak sianat,3  
polar,2  
Propagasi,26  
**R**  
Radikal bebas,26  
Reaksi kimia  
Reaksi adisi,39,77,80,81,87,90,114-118  
Reaksi halogenasi,26,77,117  
Reaksi isomerisasi,28,81  
Reaksi nitration,28  
Reaksi pembakaran,3,4,6,25,77,113,126  
Reaksi polimerisasi,81,90,91  
Reaksi substitusi,26,28  
Reaksi sulfonasi,28

Reaksi Wurtz,28  
Reduksi alkil halida,32  
Sintesis Dumas,32  
Reaktivitas,27,28

### S

Sianida,120,121  
Siklik,10,11  
Sikloalkana,10,34,37-40  
Sintesis,3,32,35,36,78,91,112  
Struktur senyawa  
Tetrahedral,12,60  
Segitiga planar,60  
Linear,104,109  
Substituen,13-15,37,38,64,70,71,75,106,107

### T

Terminasi,26  
Triklorometana,27

### U

Urea,2,3

### V

Vis vitalis,2  
Visinal dihalida,84,123

### Z

Zusammen,70



## Daftar Pustaka

- Arora, A. (2006). Hydrocarbon (Alkanes, Alkenes, and Alkynes). New Delhi: Discovery Publishing House.
- Baxter, H., Harborne, J. B., Moss, G. P. (1999). Phytochemical Dictionary: A Hand Book of Bioactive Compounds From Plants (2nd ed.). UK: Taylor and Francis Ltd.
- Bloch, D. R. (2006). Organic Chemistry DeMystified. USA: McGraw-Hill.
- Dewick, P. M. (2006). Essentials of Organic Chemistry. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. (1992). Organic Chemistry. Jilid I dan II. Jakarta: Erlangga.
- Ismunanandar, Onggoh, D., Sihombing, R., dan Moenandar, I. 2008. Olimpiade Kimia Internasional Tingkat SMA. Jakarta Selatan: Wahyu Media.
- Russo, S. dan Silverl, M. (2007). Introductory Chemistry (3th ed.). San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Timberlake, K. C. (2002). Organic & Biological Chemistry Structure of Life. San Francisco: Benjamin Cummings.
- Tro, N. J. (2007). Chemistry in Focus A Molecular View of Our World (3rd ed.). Singapore: Thomson Brook/Cole
- Vollhardt, P. dan Schore, N. (2014). Organic Chemistry, Structure and Function (7th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.

### Sumber lain:

[www.aceorganicchem.com](http://www.aceorganicchem.com)

[www.toxtown.nlm.nih.gov](http://www.toxtown.nlm.nih.gov)

[www.sciencenews.org](http://www.sciencenews.org)

[www.rsc.org](http://www.rsc.org)

[pubchem.ncbi.nlm.nih.gov](http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov)

[www.chemguide.co.uk](http://www.chemguide.co.uk)

[www.ochempal.org](http://www.ochempal.org)

[www.corbis.com](http://www.corbis.com)

[www.chemheritage.org](http://www.chemheritage.org)

[www.britannica.com](http://www.britannica.com)



## KUNCI JAWABAN

### ALKANA

#### Latihan 1.1

1. Ciri khas atom karbon antara lain dapat membentuk 4 ikatan kovalen; atom karbon dapat membentuk rantai karbon; dan ukuran atau jari-jari atom karbon yang relatif kecil mengakibatkan ikatan kovalen yang dibentuk cukup kuat.

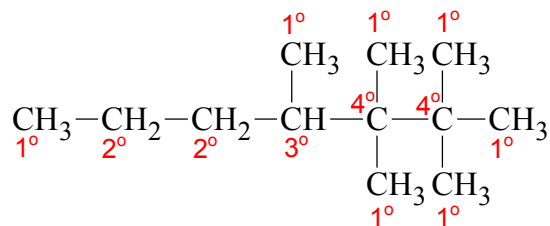
2.	Jumlah atom karbon	C 1°	C 2°	C 3°	C 4°
a.	$  \begin{array}{ccccccc}  & & 1^\circ & & & & \\  & & \text{CH}_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  1^\circ & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\    & &   & &   & &   & &   & &   \\  1^\circ & & 3^\circ & & 2^\circ & & 2^\circ & & 2^\circ & & 1^\circ  \end{array}  $	3	3	1	-
b.	$  \begin{array}{ccccccc}  & & 1^\circ & & 1^\circ & & \\  & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \\  & &   & &   & & \\  1^\circ & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & - & \text{CH} & \\    & &   & &   & &   & \\  1^\circ & & 2^\circ & & 4^\circ & & 3^\circ & & 1^\circ \\  & & & &   & &   & & \\  & & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \\  & & & &   & &   & & \\  & & & & 1^\circ & & 1^\circ & &   \end{array}  $	5	1	1	1

2. Dalam gugus CH<sub>3</sub> terdapat 3 atom H primer, gugus CH<sub>2</sub> terdapat 2 atom H sekunder, dan dalam gugus CH terdapat 1 atom H tersier. Sehingga,

a) Jumlah atom H primer ada 9 buah, atom H sekunder ada 9 buah, dan 1 buah atom H tersier.

b) Jumlah atom H primer ada 15 buah, atom H sekunder ada 2 buah, dan 1 buah atom H tersier.

4.



#### Latihan 1.2

(a) 2,2,4-trimetilheksana

(b) 4-etil-2,3,6-trimetiloktana

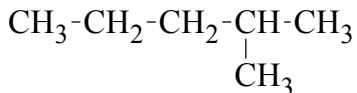
(c) 4-etil-4-isopropiloktana

(d) 6-etil-4,5-diisopropil-2-metildekana

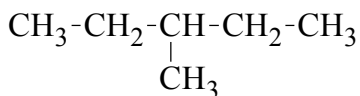
### Latihan 1.3

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

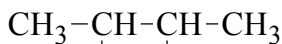
heksana



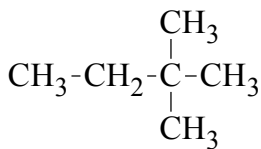
2-metilpentana



3-metilpentana



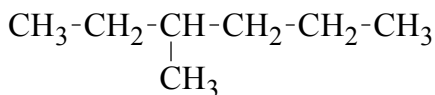
2,3-dimetilbutana



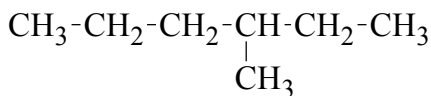
2,2-dimetilbutana

(ii)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

heptana



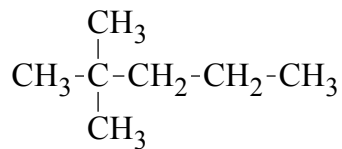
2-metilheksana



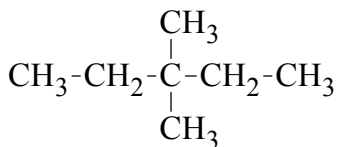
3-metilheksana



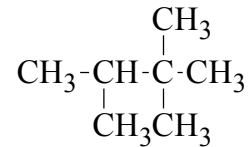
2,3-dimetilpentana



2,2-dimetilpentana



3,3-dimetilpentana



2,2,3-trimetilbutana

b. (i) 3-etil-2-metilpentana dan 2,4-dimetilheksana

Isomer

(ii) 2,3,4-trimetilpentana dan 3,4-dimetilheksana

Isomer

### Latihan 1.4

(a) i. 2,2-dimetilpropana < 2-metilbutana < pentana

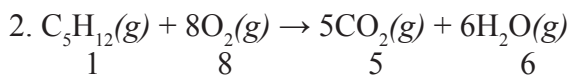
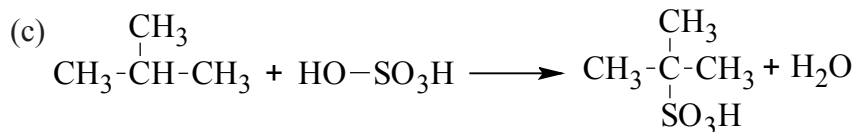
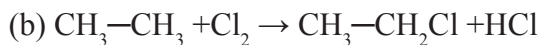
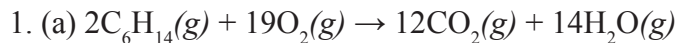
ii. 2,2,4-trimetilheksana < 3,3-dimetilheptana < nonana

(b) - Reaktifitas alkena berbanding terbalik dengan bertambahnya massa molekul relatif.

- LPG memiliki rantai karbon lebih pendek dibanding minyak tanah (kerosene). Rantai karbon LPG hanya pada rentang  $C_1$ - $C_4$  lebih tepatnya berada pada  $C_4$  atau 2-metilpropana, sedangkan rantai karbon minyak tanah berada pada rentang  $C_9$ - $C_{15}$ . Semakin pendek rantai karbon suatu bahan bakar, maka bahan bakar tersebut lebih reaktif (mudah terbakar). Sehingga LPG lebih reaktif dibanding minyak tanah.

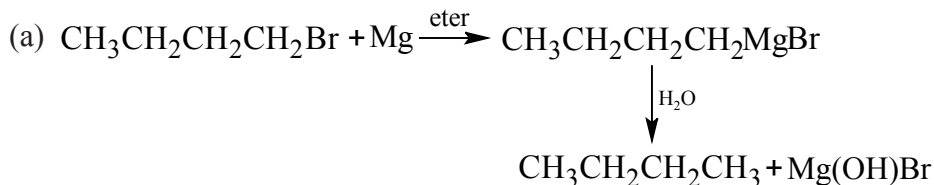
(c) Di dalam SPBU terdapat bahan bakar gasoline (bensin). Bensin memiliki rantai karbon pendek antara  $C_5$ - $C_{12}$ . Semakin pendek rantai karbon suatu bahan bakar, maka titik didih bahan bakar tersebut semakin kecil. Titik didih bensin berkisar antara 20-150°C. Dengan rendahnya titik didih tersebut mengakibatkan bensin menjadi bahan bakar yang mudah tersulut oleh api atau terbakar, walau hanya dengan percikan kecil bunga api. Hal inilah yang mengakibatkan adanya larangan merokok atau menyalakan motor di SPBU.

### Latihan 1.5

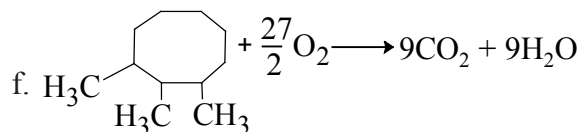
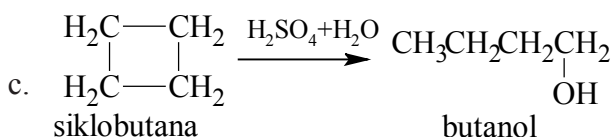
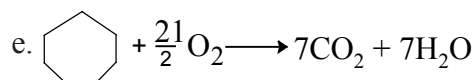
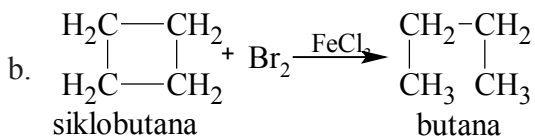
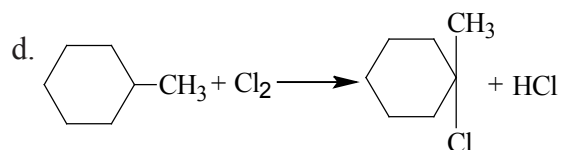
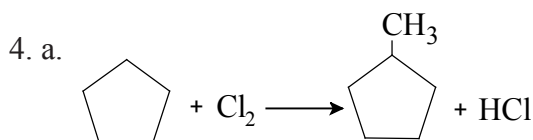
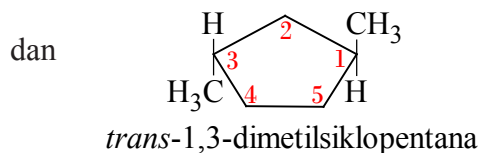
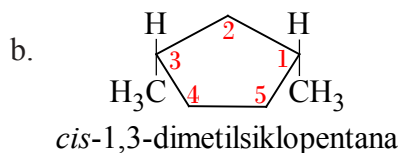
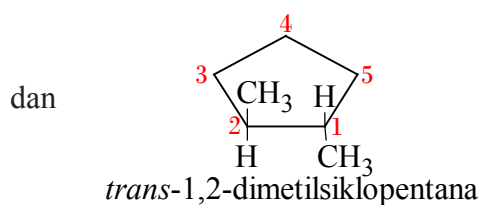
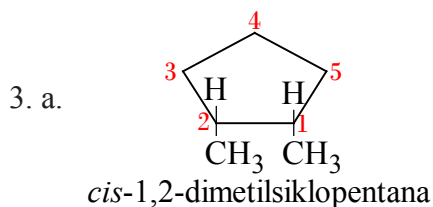
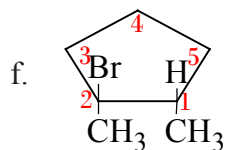
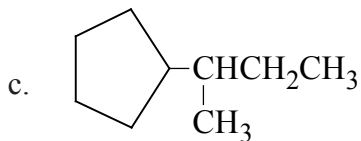


Sehingga, 2liter  $C_3H_8$  menghasilkan x 2liter= 10liter gas  $CO_2$

### Latihan 1.6







## Uji Kompetensi 1

### Pilihan Ganda

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. e | 11. e | 21. b |
| 2. e | 12. a | 22. e |
| 3. c | 13. e | 23. d |
| 4. b | 14. d | 24. b |
| 5. c | 15. d | 25. e |
| 6. d | 16. a | 26. e |



- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 7. c  | 17. b | 27. d |
| 8. e  | 18. c | 28. d |
| 9. b  | 19. a | 29. d |
| 10. e | 20. b | 30. b |

## Uji Kompetensi 2

### Pilihan Ganda

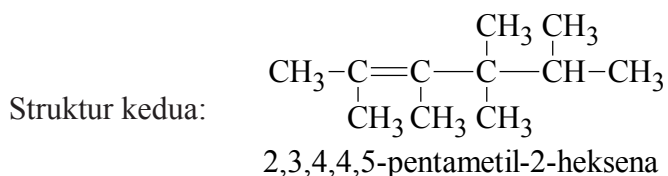
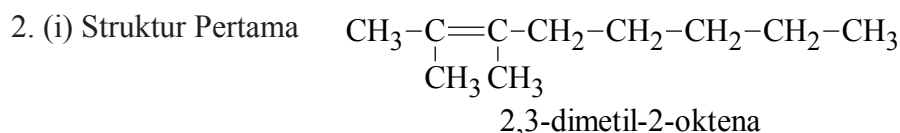
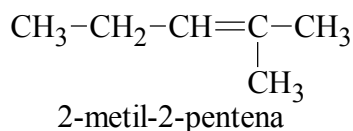
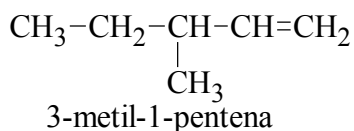
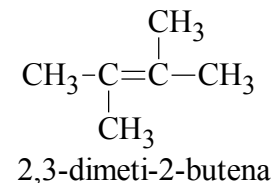
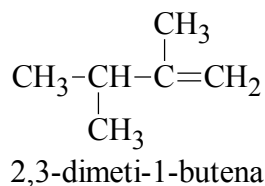
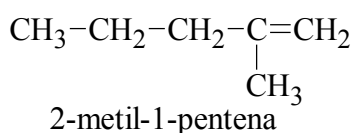
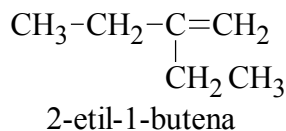
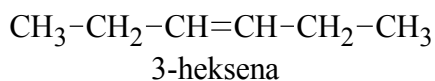
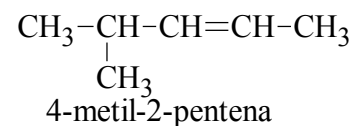
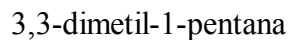
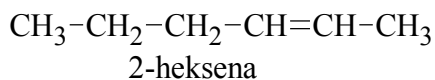
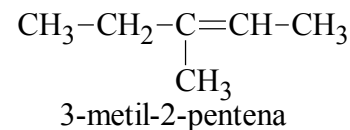
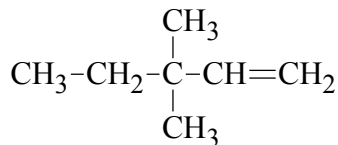
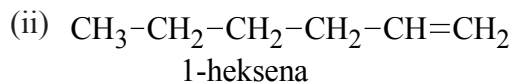
- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1. d  | 11. e | 21. e |
| 2. d  | 12. d | 22. d |
| 3. e  | 13. b | 23. c |
| 4. b  | 14. a | 24. a |
| 5. a  | 15. a | 25. d |
| 6. e  | 16. b | 16. b |
| 7. e  | 17. b | 27. e |
| 8. a  | 18. c | 28. d |
| 9. c  | 19. c | 29. d |
| 10. e | 20. b | 30. c |

### Latihan 2.1

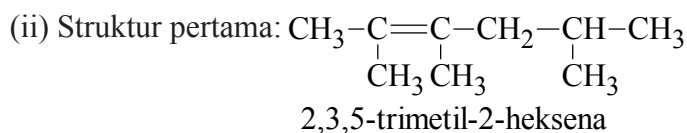
- (a) 3,3-dimetil-1-pentena
- (b) 4,5-dietil-4-nonana
- (c) 3-metil-2-pentena
- (d) 2,2-dimetil-3-heksena

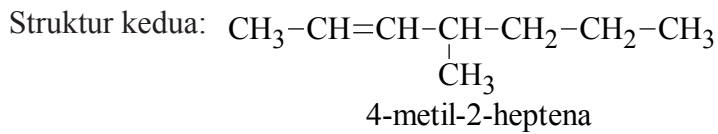
### Latihan 2.2

1. (i)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$   
1-butena
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$   
2-butena
- $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$   
2-metilpropena



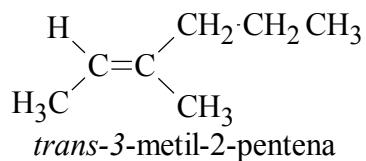
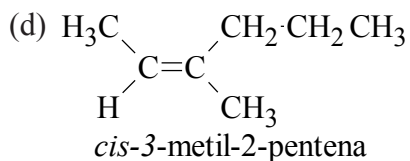
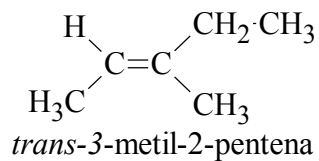
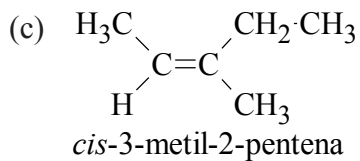
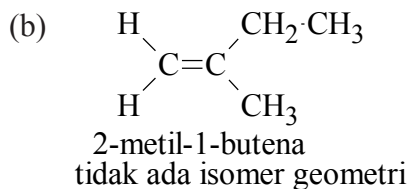
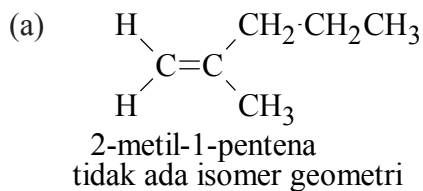
**Isomer.** Setiap struktur sama-sama memiliki 11 atom C. walaupun memiliki posisi ikatan rangkap sama, namun panjang rantai induk dan jumlah substituen berbeda.





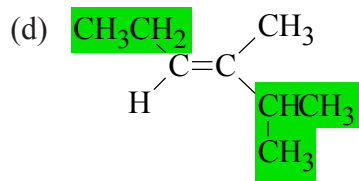
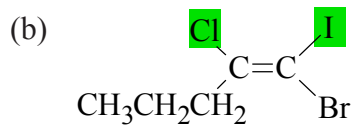
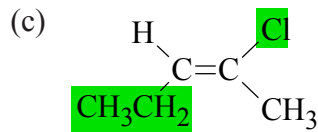
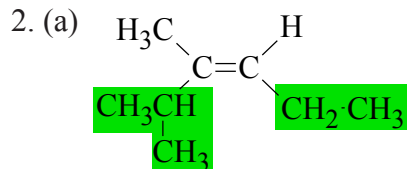
**Isomer.** Setiap struktur sama-sama memiliki 8 atom C. walaupun memiliki posisi ikatan rangkap sama, namun panjang rantai induk dan jumlah substituen berbeda.

### Latihan 2.3



### Latihan 2.4

- 1.(a) (E)-1-kloro-2,3-dimetil-2-pentena
- (b) (Z)-1-kloro-2-bromo-1-propena



**Latihan 2.5**

1. Titik didih 1-pentena lebih tinggi dibanding 2-butena, karena Mr 1-pentena lebih besar dari 2-butena. Semakin besar Mr, semakin besar pula ukuran molekul sehingga gaya tarik antar molekulnya pun semakin besar.
2. 1-heksena lebih mudah larut dalam CCl<sub>4</sub> dibanding air, karena baik 1-heksena maupun CCl<sub>4</sub> merupakan senyawa yang bersifat non polar
3. Kandungan utama minyak goreng pada umumnya adalah asam lemak jenuh (seperti asam palmitat dan asam stearat) dan asam lemak tak jenuh (seperti asam oleat (omega 9) dan asam linoleat atau omega 6). Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal antar atom karbon dan memiliki sifat mudah membeku jika terkena udara dingin. Asam lemak tak jenuh memiliki ikatan rangkap antar atom karbonnya dan memiliki sifat sukar membeku walaupun ditempatkan pada udara dingin. Pada minyak goreng curah kadar asam lemak jenuhnya lebih tinggi dibanding asam lemak tak jenuh sehingga dipagi hari minyak goreng curah akan lebih mudah membeku. Lain halnya dengan minyak goreng kemasan yang rendah kadar asam jenuhnya dan banyak mengandung asam lemak tak jenuh, sehingga minyak goreng kemasan lebih sukar membeku.

**Latihan 2.6**

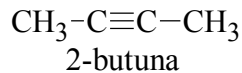
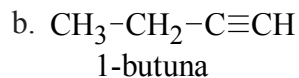
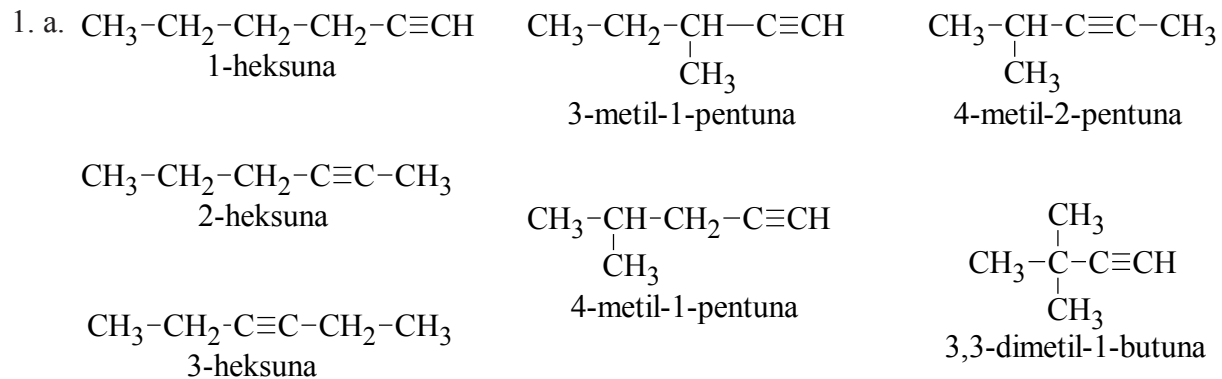
1. 21,6liter dan 12,8liter
2. a.  $C_4H_8 + 12O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$   
 b.  
 c. 353,71liter





c. 5-isopropil-3,6-dimetil-4-nonuna

### Latihan 3.2



2. a. Isomer. Senyawa memiliki ikatan rangkap 3 dan jumlah atom C yang sama banyak, tetapi berbeda letak cabangnya.
- b. Senyawa yang sama (bukan isomer), sama-sama memiliki ikatan rangkap 3 dan jumlah atom C yang sama banyak tetapi penyusunan atom-atom pada kedua struktur sama.

### Latihan 3.3

1. Titik didih 1-butuna lebih tinggi dibanding etuna, karena Mr 1-butuna lebih besar dari etuna. Semakin besar Mr, semakin besar pula ukuran molekul sehingga gaya tarik antar molekulnya pun semakin besar.
2. Asetilena lebih mudah larut dalam  $\text{CCl}_4$  dibanding air, karena baik asetilena maupun  $\text{CCl}_4$  merupakan senyawa yang bersifat non polar.



### Latihan 3.4

- $$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{katalis lindlar}} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$

2-heksuna *cis*-2-heksena
- $$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{HBr} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{Br} \\ | \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{Br} \end{array}$$

1-pentuna 2,2-dibromopentana
- $$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{HgSO}_4]{\text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$

propuna propanon
- $$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3 + 7\text{O}_2 \longrightarrow 5\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH-C}\equiv\text{C-CH-CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{KMnO}_4} \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ || \quad || \\ \text{CH}_3\text{-CH-C-C-CH-CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$$

2,5-dimetil-3-heksuna 2,5-dimetil-3,4-heksanadion
- $$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3 \xrightarrow[(2)\text{H}_2\text{O}]{(1)\text{O}_3} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3\text{-C-H} \end{array}$$

2-butuna asam etanoat

### Uji Kompetensi 4

#### Pilihan Ganda

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1. e  | 11. b | 21. d |
| 2. d  | 12. d | 22. b |
| 3. e  | 13. d | 23. c |
| 4. a  | 14. c | 24. a |
| 5. b  | 15. b | 25. d |
| 6. c  | 16. c | 26. e |
| 7. e  | 17. e | 27. c |
| 8. b  | 18. b | 28. a |
| 9. b  | 19. e | 29. e |
| 10. e | 20. d | 30. a |



**Catatan:**



## PROFIL PENULIS



Dian Ernawati, S.Pd. Lahir di Tegal pada tanggal 22 Juli 1994. Jenjang Pendidikan Dasar di SD Negeri 1 Bulakwaru lulus tahun 2006, SMP Negeri 1 Tarub lulus tahun 2010, SMA Negeri 1 Pangkah lulus tahun 2012 dan mendapatkan gelar S1 di Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dengan Jurusan Pendidikan Kimia Internasional pada tahun 2016.

Email: dianerna15@gmail.com



Drs. Jaslin Ikhsan, M.App.Sc, Ph.D. Lahir di Pati pada tanggal 29 Juni 1968. Beliau menyelesaikan jenjang studi S1 di IKIP Yogyakarta (UNY) pada tahun 1992, S2 di La Trobe University Australia pada tahun 2000, dan S3 di universitas yang sama pada tahun 2005. Sekarang beliau menjadi tenaga pendidik di Jurusan Kimia UNY, dengan bidang keahlian Kimia Koloid & Permukaan dan Pendidikan Berbasis Teknologi.

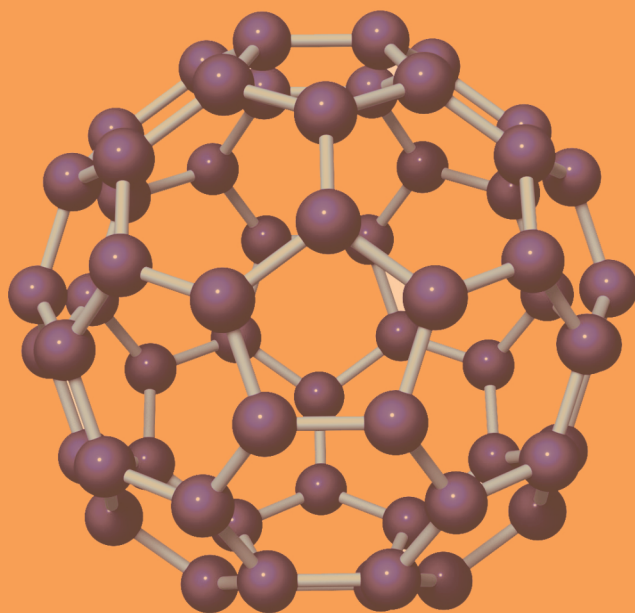
Email: jikhsan@uny.ac.id.

# AUGMENTED CHEMISTRY HIDROKARBON

“*Augmented Chemistry* Hidrokarbon” merupakan monograf yang berisi materi pengayaan Alkana, Alkena dan Alkuna. Materi yang disajikan bersifat luas dan mendalam namun mudah dipahami, sesuai dengan tujuan pembelajaran, dan mengikuti perkembangan zaman. Monograf ini dilengkapi dengan visualisasi objek 3 dimensi menggunakan sistem *marker* yang dapat membuat konsep kimia yang tadinya abstrak menjadi lebih konkret. Berdasarkan hal tersebut, maka penyusun buku ini diharapkan dapat menunjang keberhasilan pembelajaran.

Keistimewaan buku ini adalah sebagai berikut.

1. Terdiri dari 4 komponen isi yang itu sebagai berikut.
  - a. Uraian materi, berisi konsep-konsep kimia yang disajikan secara mendalam, analitis, dan menyajikan fakta-fakta yang berkaitan dengan konsep.
  - b. Contoh soal dan penyelesaian, berisi soal-soal kimia disertai penyelesaiannya secara rinci sehingga dapat meningkatkan motivasi peserta didik agar mampu menyelesaikan tipe soal kimia yang sejenis.
  - c. Latihan soal di setiap sub bab dan uji kompetensi di akhir bab, berisi soal kimia yang berkaitan dengan konsep diadaptasi dari soal OSN kimia dan dapat digunakan oleh siswa untuk mengetahui pemahaman materi kimia yang dikuasai dalam setiap bab.
  - d. Kegiatan ilmiah, berisi serangkaian kegiatan yang dapat dilakukan peserta didik secara individu maupun kelompok guna memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik.
2. Dilengkapi dengan visualisasi objek 3 dimensi yang dapat ditampilkan menggunakan komputer atau *smartphone*.



Scan for downloading  
file 3D