

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas karuniaNya buku "Kimia Organik I" ini dapat tersusun dengan baik.

Sumber tulisan untuk penyusunan buku ini disunting dari berbagai literatur, dan juga internet disamping itu juga dari materi kuliah.

Dalam buku ini disampaikan tentang sifat, struktur dan reaksi dari senyawa-senyawa organik dan diskripsinya, yang akan dibagi dalam beberapa bab. Penjelasan singkat dalam setiap bab adalah sebagai berikut :

- BAB I           Pendahuluan
- BAB II           Isomerisasi Dan Ikatan Kimia
- BAB III          Alkana
- BAB IV          Alkena
- BAB V           Alkuna Dan Diena
- BAB VI.         Hidrokarbon Aromatis

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis. Serta suami dan ketiga putri kami yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penulisan buku ini.

Tulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan kritik dan saran ke arah perbaikan buku ini nantinya, namun demikian kami berharap buku ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Surabaya, Juni 2010

# BAB 1

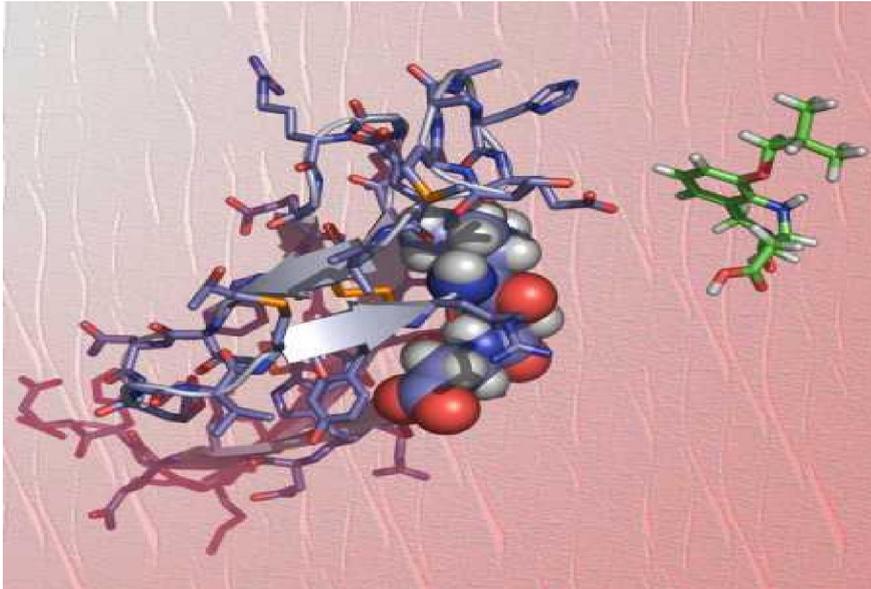
## PENDAHULUAN

### 1.1 Kimia Organik

Kimia organik adalah percabangan studi *ilmiah* dari ilmu kimia yang mempelajari tentang struktur, sifat, komposisi, reaksi, dan sintesis senyawa organik. Senyawa organik dibangun terutama oleh *karbon* dan *hidrogen*, tetapi senyawa tersebut dapat juga mengandung unsur-unsur lain seperti nitrogen, oksigen, fosfor, halogen dan belerang.

Pertama-tama kimia organik *didefinisikan*, bahwa semua senyawa organik pasti berasal dari organisme hidup dan ini merupakan suatu kesalahpahaman, namun telah dibuktikan bahwa ada beberapa perkecualian. Bahkan sebenarnya, kehidupan juga sangat bergantung pada kimia anorganik disamping kimia organik; sebagai contoh, banyak enzim yang mendasarkan kerjanya pada logam transisi seperti besi dan tembaga, juga gigi dan tulang yang komposisinya merupakan campuran dari senyawa organik maupun anorganik. Contoh lainnya adalah larutan HCl, larutan ini berperan besar dalam proses pencernaan makanan yang hampir seluruh organisme (terutama organisme tingkat tinggi) memakai larutan HCl untuk mencerna makanannya, yang juga digolongkan dalam senyawa anorganik. Mengenai unsur karbon, kimia anorganik biasanya berkaitan dengan senyawa karbon yang sederhana yang tidak mengandung ikatan antar karbon misalnya oksida, garam, asam, karbid,

dan mineral. Namun hal ini tidak berarti bahwa tidak ada senyawa karbon tunggal dalam senyawa organik misalnya metan dan turunannya.



Gambar 1.1 Beberapa senyawa organik kompleks

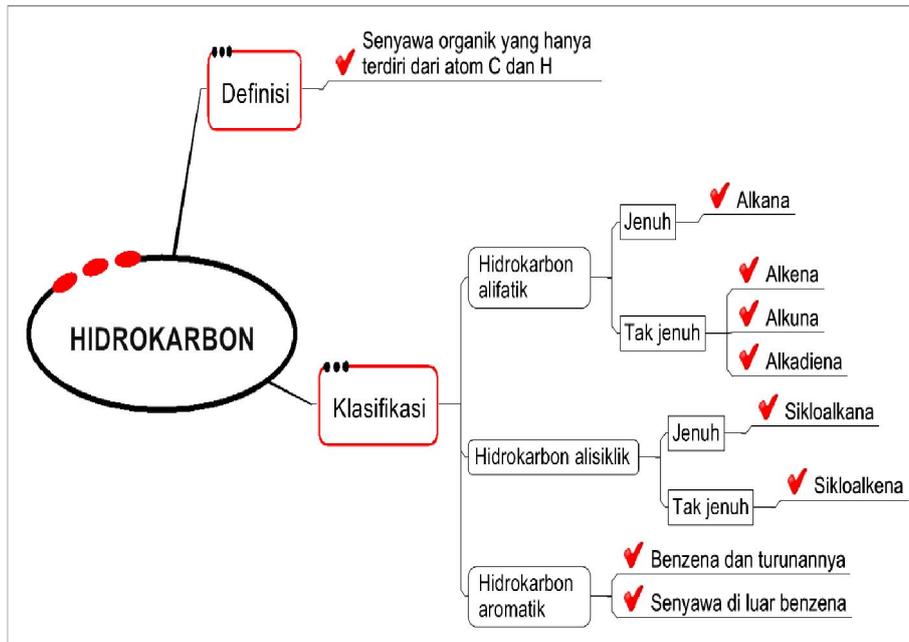
## 1.2 Hidrokarbon

Hidrokarbon juga merupakan senyawa karbon dengan penyusunnya hanya unsur C dan H. Senyawa karbon juga disebut dengan senyawa organik, karena semula dianggap hanya dapat disintesa oleh tubuh organisme hidup. Pendapat ini sudah tidak tepat karena sudah banyak senyawa karbon organik yang dapat disintesa di laboratorium dan industri.

Senyawa karbon yang paling sederhana adalah metana dan yang sangat kompleks diantaranya molekul DNA yang terdiri atas jutaan atom, senyawa protein, polisakarida dan lain-lain.

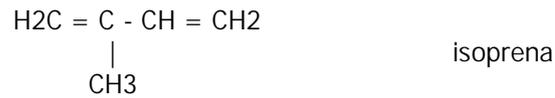
Kita mulai dengan klasifikasi hidrokarbon yang merupakan senyawa yang hanya tersusun oleh karbon dan hidrogen. Sedangkan senyawa karbon lainnya dapat dipandang sebagai turunan dari hidrokarbon. Hidrokarbon masih dapat dibagi menjadi dua kelompok utama: *hidrokarbon alifatik*, termasuk di dalamnya adalah yang berantai lurus, yang berantai cabang, dan rantai melingkar, dan kelompok kedua, *hidrokarbon aromatik* yang mengandung cincin atom karbon yang sangat stabil.

Hidrokarbon alifatik masih dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan kelipatan ikatan karbon-karbon; hidrokarbon jenuh yang mengandung ikatan tunggal karbon-karbon; dan hidrokarbon tak jenuh yang mengandung paling sedikit satu ikatan rangkap dua karbon-karbon atau ikatan rangkap tiga.

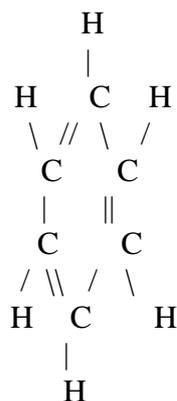


Gambar 1.2 Definisi dan klasifikasi Hidrokarbon

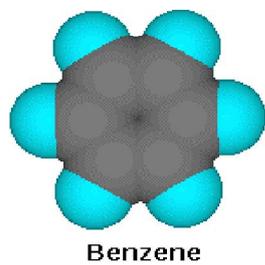
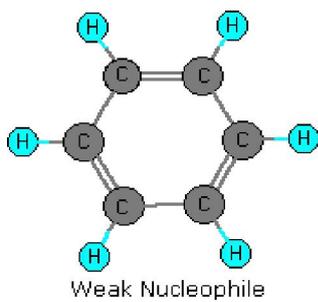
Seperti yang sudah di gambarkan oleh diagram diatas dikatakan dalam klasifikasi hidrokarbon, masih banyak hidrokarbon lainnya, tetapi rumus umumnya kadang-kadang sama dengan rumus umum yang ada antara lain rumus umum alkena. Rumus umum alkena juga menunjukkan hidrokarbon siklis yang jenuh yang dikenal sebagai *siklana* (siklo-alkana) dan siklo-propana sebagai suku pertamanya mempunyai harga  $n = 3$ . Alkandiena dan siklo-alkena mempunyai rumus umum yang sama dengan alkuna. Rumus molekul  $C_5H_8$  dapat merupakan pentuna, isoprena (monomer dari karet alam atau siklopentana).



Adalagi hidrokarbon berlingkar yang mengandung cincin segi enam, dikenal sebagai *hidrokarbon aromatik* karena umumnya hidrokarbon ini harum baunya walaupun banyak juga yang beracun. Struktur utama senyawa aromatik yang menjadi dasar sifat-sifat kimianya adalah cincin benzena. Cincin benzena biasa digambarkan sebagai segi-enam beraturan dengan tiap sudut ditempati oleh atom C yang mengikat satu atom H dan ikatan rangkap yang berselang-seling antara dua atom C yang berurutan (lihat gambar di bawah ini). Gambaran ini sempat menguasai senyawa aromatik untuk beberapa puluh tahun sebelum akhirnya diubah karena sifat-sifat utama ikatan rangkap tidak tampak pada gambaran struktur benzena sebelumnya. Hidrokarbon aromatik banyak pula terdapat dalam minyak bumi.



rumus lama struktur benzena



rumus baru struktur benzena

SOAL – SOAL LATIHAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Kimia Organik.
2. Mengapa Kimia Organik dipelajari secara khusus.
3. Gambar blok diagram senyawa karbon.
4. Jelaskan makna dari blok diagram senyawa karbon tersebut.
5. Jelaskan makna dari bentuk struktur benzen yang lama dengan bentuk struktur benzen yang baru.

# BAB 2

## ISOMERISASI DAN IKATAN KIMIA

### 2.1 Isomerisasi

Kemampuan atom karbon untuk membentuk ikatan rantai memungkinkan berbagai kombinasi dalam bentuk maupun bangun dari molekul. Hal ini mengakibatkan timbulnya senyawa – senyawa yang mempunyai komposisi atau rumus molekul sama tetapi mempunyai rumus bangun (struktur) yang berlainan.

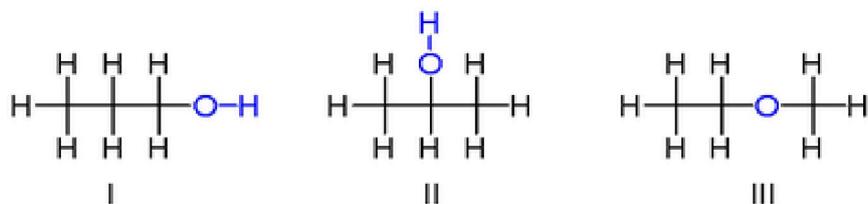
Disamping itu dengan adanya perbedaan letak dan jenis dari gugus fungsional, akan menambah macam isomer.

#### 2.1.1 Pengertian Isomer

Dalam bahasa Yunani, isomer berarti **Iso** = sama dan **Meros** = bagian.

Jadi **isomer** adalah molekul-molekul dengan rumus kimia yang sama (dan sering dengan jenis ikatan yang sama), namun memiliki susunan atom yang berbeda. Kebanyakan isomer memiliki sifat kimia yang mirip satu sama lain. Sekarang terdapat juga istilah isomer nuklir, yaitu inti-inti atom yang memiliki tingkat eksitasi yang berbeda.

Contoh sederhana dari suatu isomer adalah  $C_3H_8O$ . Dalam hal ini terdapat 3 isomer dari rumus kimia tersebut, yaitu 2 molekul alkohol dan sebuah molekul eter.



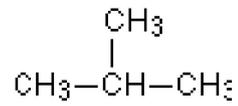
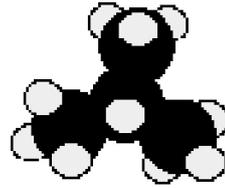
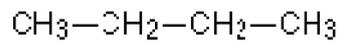
Dua molekul alkohol yaitu 1-propanol (n-propil alkohol, **I**), dan 2-propanol (isopropil alkohol, **II**). Pada molekul **I**, atom oksigen terikat pada karbon ujung, sedangkan pada molekul **II** atom oksigen terikat pada karbon kedua (tengah). Kedua alkohol tersebut memiliki sifat kimia yang mirip. Sedangkan isomer ketiga, metil etil eter, memiliki perbedaan sifat yang signifikan terhadap dua molekul sebelumnya. Senyawa ini bukan lagi sebuah alkohol, tetapi sebuah eter, dimana atom oksigen terikat pada dua atom karbon, bukan satu karbon dan satu hidrogen seperti halnya alkohol. Jadi eter tidak memiliki *gugus hidroksil*.

### 2.1.2 Jenis Isomer

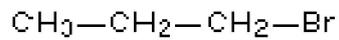
Terdapat dua jenis isomer, yaitu *isomer struktural* dan *stereoisomer*.

#### a. Isomer Struktural

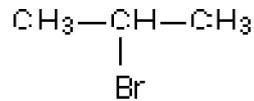
Isomer struktural adalah isomer yang berbeda dari susunan/urutan atom-atom yang terikat satu sama lain. Isomer ini muncul karena adanya kemungkinan dari percabangan rantai karbon. Contoh isomer dari butan,  $C_4H_{10}$ . Pada salah satunya rantai karbon berada dalam bentuk rantai panjang, dimana yang satunya berbentuk rantai karbon bercabang. Contoh yang disebutkan diatas juga termasuk isomer struktural.



Isomer Struktur dapat juga disebut dengan isomer posisi. Pada isomer posisi, kerangka utama karbon tetap tidak berubah, namun atom-atom yang penting bertukar posisi pada kerangka tersebut. Sebagai contoh, adalah molekul  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$ .

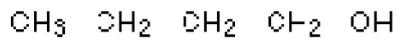


1-bromopropane

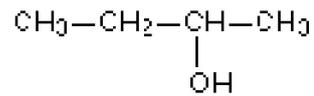


2-bromopropane

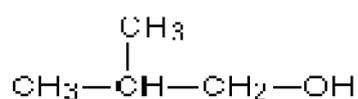
C



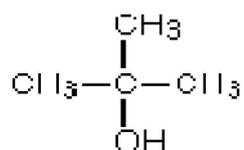
butan-1-ol



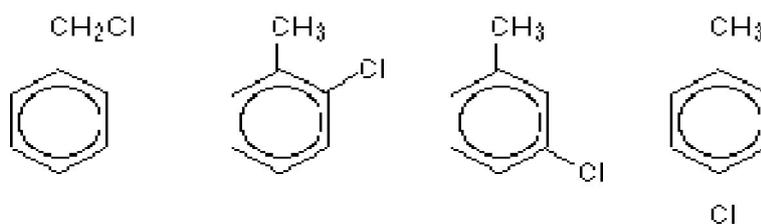
butan-2-ol



2-methylpropan-1-ol



2-methylpropan-2-ol

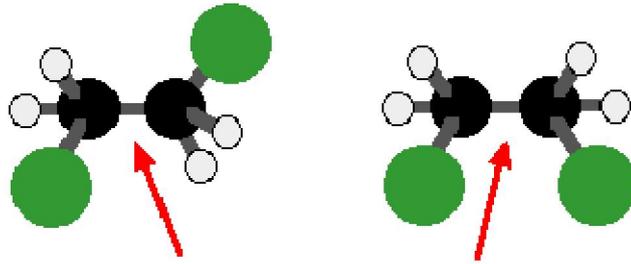


### b. Stereoisomer

Dalam stereoisomer, atom yang menghasilkan isomer berada pada posisi yang sama namun memiliki pengaturan keruangan yang berbeda. Isomer geometrik adalah salah satu contoh dari stereoisomer.

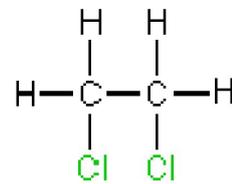
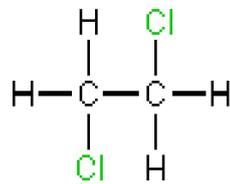
- **Isomer Geometrik (cis / trans)**

Suatu molekul dapat dikatakan mempunyai isomer geometrik apabila dilakukan rotasi tertentu dalam molekul. Jika anda membayangkan sebuah ikatan karbon dimana semua ikatan merupakan ikatan tunggal, contohnya 1,2-dikloroetan.

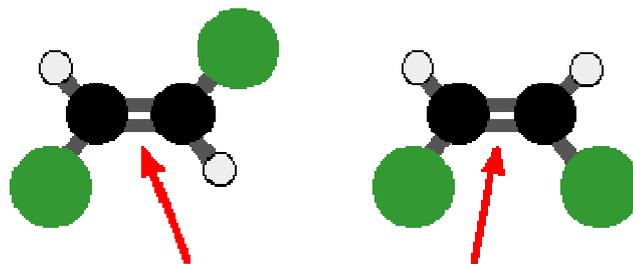


Kedu  
men  
tung  
isom  
akan  
mole

bisa  
atan  
inlah  
anda  
akan



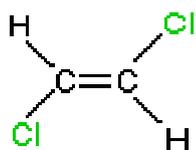
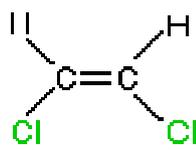
Namun bagaimana dengan karbon-karbon ikatan rangkap, seperti pada 1,2-dikloroeten?



Ikatan rangkap dua

Kedua molekul diatas tidaklah sama. Ikatan rangkap tidak dapat diputar sehingga anda harus mempreteli model anda dan menggabungkannya lagi untuk dapat menghasilkan molekul yang kedua. Seperti yang diterangkan sebelumnya, Jika anda harus membongkar model dari sebuah molekul dan menggabungkannya lagi untuk membuat model yang lain maka kedua molekul yang telah anda buat merupakan isomer. Jika anda hanya memutar bagian bagian tertentu saja. Anda tidak akan menghasilkan sebuah molekul yang lain.

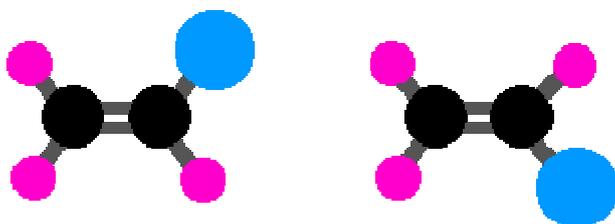
Struktur formula dari kedua molekul diatas menghasilkan 2 buah isomer. Yang pertama, kedua klorin berada dalam posisi yang berlawanan pada ikatan rangkap. Isomer ini dikenal dengan nama isomer ***trans***. (*trans* :dari bahasa latin yang berarti berseberangan). Sedangkan yang satu lagi, kedua atom berada pada sisi yang sama dari ikatan rangkap. Dikenal sebagai isomer ***cis*** . (*cis* : dari bahasa latin berarti "pada sisi ini").

*trans*-1,2-dichloroethene*cis*-1,2-dichloroethene

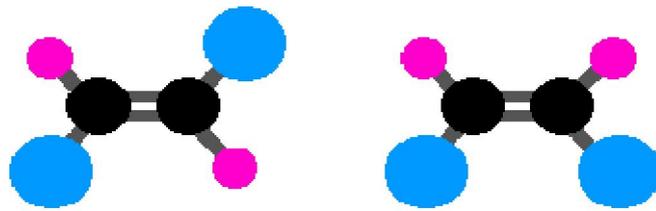
### Bagaimana mengenali adanya isomer geometrik

Kita membutuhkan adanya ikatan yang tidak dapat diputar (dirotasikan). Yang berarti ikatan tersebut adalah ikatan-ikatan rangkap. Jika terdapat ikatan rangkap, berhati hatilah akan adanya kemungkinan adanya isomer geometrik.

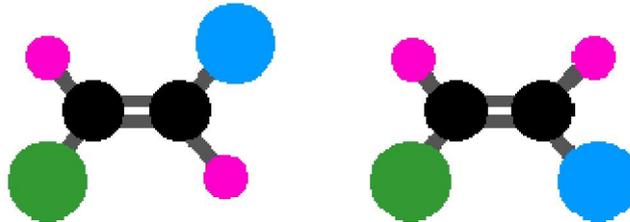
Contoh;



Walaupun kelompok tangan kanan kita putar, kita masih berada pada bentuk molekul yang sama. Karena kita hanya memutar keseluruhan molekul saja. Sehingga tidak akan didapatkan bentuk isomer geometrik jika pada daerah yang sama terdapat atom yang sama. Dalam contoh diatas, kedua atom merah muda masih tetap di daerah tangan kiri. Jadi harus ada dua atom yang berbeda pada daerah tangan kiri dan daerah tangan kanan. Seperti pada gambar berikut ini:



C



Disini atom biru dan hijau bisa berada bersebrangan ataupun bersebelahan.

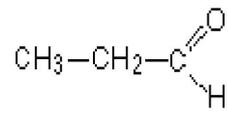
Jadi untuk mendapatkan bentuk isomer geometrik kita harus memiliki:

- Ikatan yang tidak bisa dirotasikan (contoh: ikatan-ikatan rangkap);
- Dua atom yang berbeda pada daerah tangan kanan maupun tangan kiri dan atom atom tangan kanan dan tangan kiri bukan merupakan atom atom yang sama.

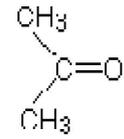
- **Isomer grup fungsional**

Pada variasi dari struktur isomer ini, isomer mengandung grup fungsional yang berbeda- yaitu isomer dari dua jenis kelompok molekul yang berbeda.

Sebagai contoh, sebuah formula molekul  $C_3H_6O$  dapat berarti propanal (aldehid) or propanon (keton).



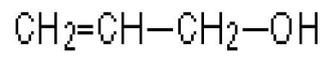
propanal



propanone

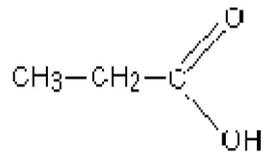
Seba  
mem

ini.  
dan

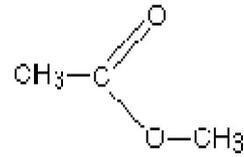


Conte  
terda  
dan r

anya  
silat)



propanoic acid



methyl ethanoate

- **Isomer Optik**

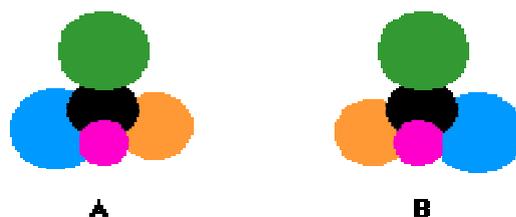
Isomer optikal juga merupakan salah satu bentuk dari stereoisomer. Dinamakan isomer optikal karena efek yang terjadi pada polarisasi sinar.

Contoh sederhana dari isomer optikal dikenal sebagai **enansiomer**.

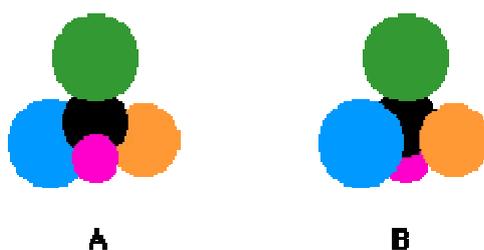
- ∅ Sebuah larutan mempolarisasi sinar datar sehingga berputar searah jarum jam. Enansiomer ini dikenal sebagai **d** atau bentuk **(+)**, (**d** merupakan singkatan dari **dextrorotatory**). Sebagai contoh, salah satu isomer optikal (enansiomer) dari asam amino alanin dikenal sebagai **d**-alanin atau **(+)** alanin.
- ∅ Sebuah larutan mempolarisasi sinar datar sehingga berputar berlawanan arah dengan jarum jam. Enansiomer ini dikenal sebagai **l** atau bentuk **(-)**, (**l** merupakan singkatan dari **laevorotatory**). Enansiomer lain dari alanin dikenal sebagai **l**-alanin atau **(-)** alanin.
- ∅ Jika konsentrasi dari suatu larutan seimbang maka putaran searah dan berlawanan jarum jam akan saling meniadakan.
- ∅ Substansi aktif optikal dapat dibuat secara laboratorium, biasanya dibuat dari suatu campuran dengan perbandingan 50/50 dari kedua enansiomer yang dikenal sebagai campuran rasemik (**racemic mixture**) yang tidak memiliki pengaruh terhadap polarisasi sinar.

#### **Bagaimana optikal isomer muncul**

Perhatikan bentuk isomer optikal organik dari sebuah atom karbon yang mengikat empat atom yang lain. Kedua model berikut ini memiliki jenis atom yang sama yang terikat ke atom carbon sebagai pusatnya, tetapi dapat menghasilkan dua molekul yang berbeda.

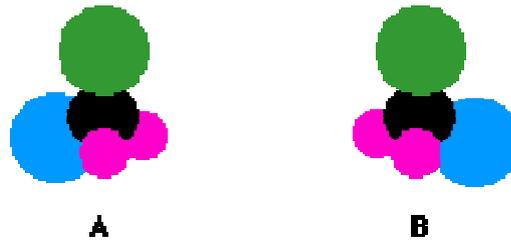


Dari gambar diatas dapat dilihat dengan jelas bagian oranye dan biru tidak berada pada posisi yang sama. Tetapi jika kita hanya memutar molekul tersebut (lihat gambar selanjutnya)

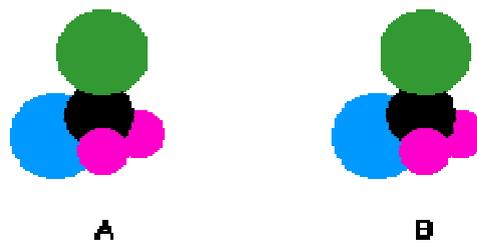


Tetap saja tidak menjadi sebuah molekul yang sama. Dan kita tidak mungkin bisa mendapatkan yang sama hanya dengan memutar molekul. Sehingga kedua molekul diatas merupakan isomer. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan sudut yang terjadi sewaktu berikatan.

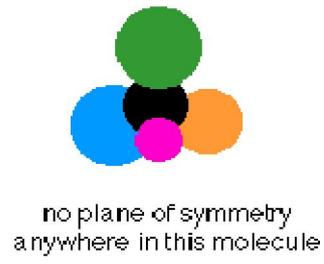
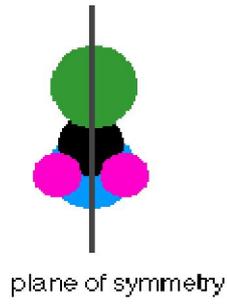
Sekarang kita perhatikan lagi, apa yang akan terjadi jika terdapat dua buah atom yang sama yang terikat pada satu atom karbon? Perkatikan gambar berikut.



Perputaran dari molekul **B** menghasilkan molekul yang sama dengan molekul **A**. Isomer optikal akan didapatkan hanya apabila keempat grup yang terikat dengan karbon berbeda.



Perbedaan yang nyata dari kedua contoh diatas terletak pada sumbu simetri dari molekul. Jika ada duah buah atom yang sama terikat pada atom karbon, maka molekul akan memiliki sebuah bidang simetri (*plane of symmetry*). Jadi bagian kanan akan sama dengan bagian kiri. Tetapi jika empat buah atom yang berbeda terikat pada satu atom karbon, maka molekul tersebut tidak akan simetri.

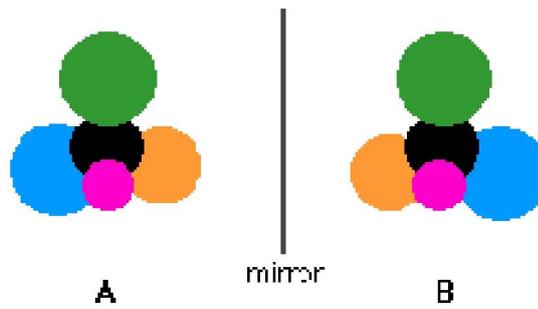


sebagai  
berkata  
**asimetri**  
simetri)  
memiliki

sebut  
beda  
**kon**  
dang  
yang

memiliki

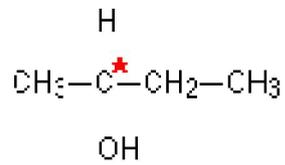
nya)  
ama.



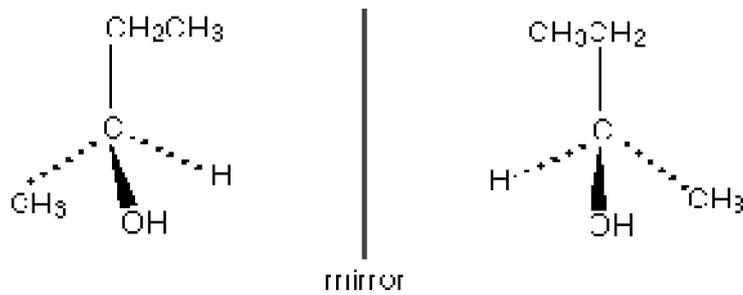
Saat molekul *akiral* (molekul yang memiliki bidang simetri) dicerminkan, akan didapatkan hasil pencerminan tersebut hanya dengan memutar molekul awal. Sehingga menghasilkan dua molekul yang identik.

Contoh;

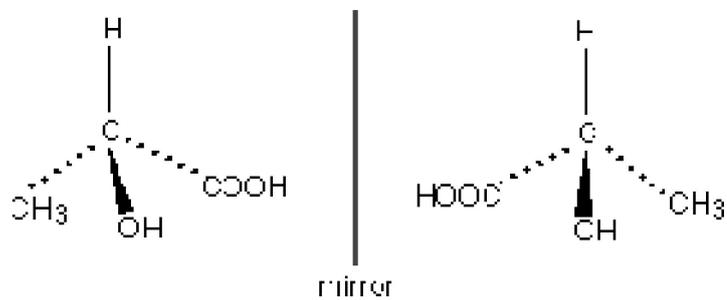
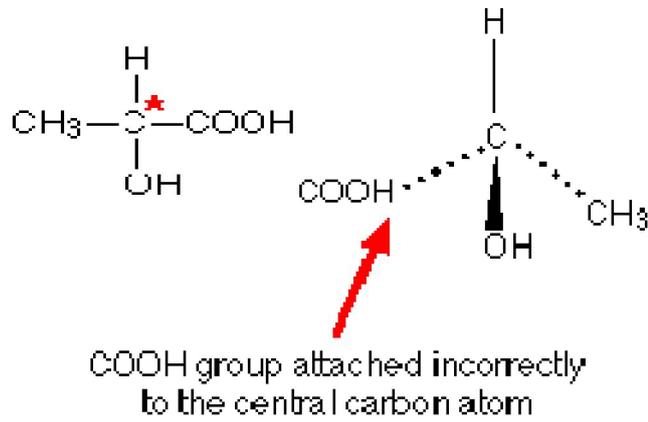
1. Atom karbon asimetrik pada senyawa butan-2-ol (dimana empat buah grup yang berbeda terikat) ditunjukkan dengan bintang.



3

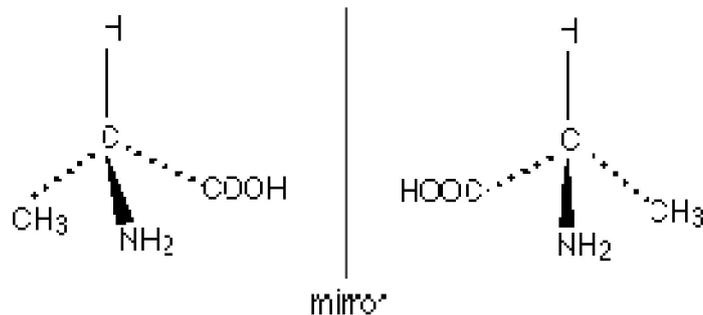
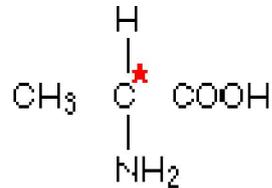


2. asam 2-hidroksipropanoik (lactic acid)  
 Sekali lagi, carbon kiral ditunjukkan dengan bintang.



Pada kali ini unuk menggambar/menuliskan COOH ditulis secara terbalik pada bayangan cermin. Agar pengabungannya dengan carbon pusat tidak salah.

3. asam 2-aminopropanoik (alanine)  
 Merupakan amino asam yang terjadi secara natural.  
 Secara struktur mirip dengan contoh sebelumnya, hanya  
 -OH digantikan dengan -NH<sub>2</sub>

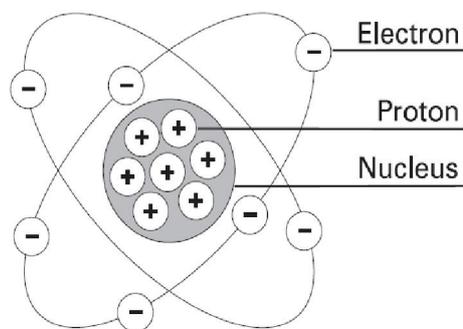


## 2.2 Ikatan Kimia

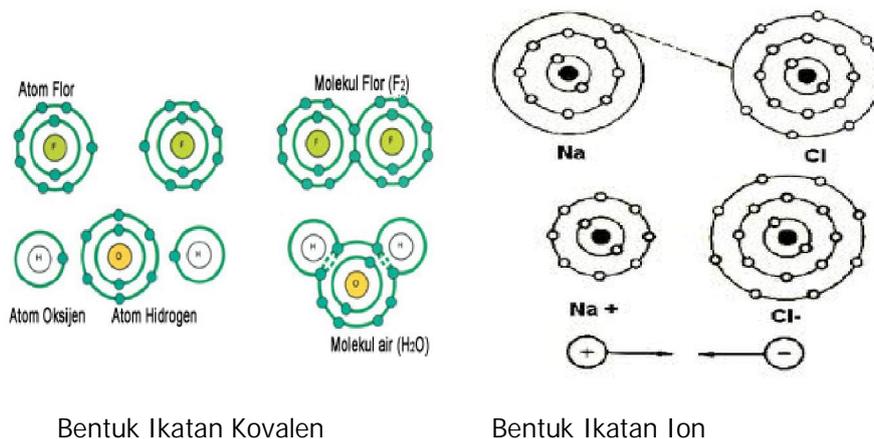
Adalah ikatan yang terjadi antar atom atau antar molekul dengan cara sebagai berikut :

- Atom yang 1 melepaskan elektron, sedangkan atom yang lain menerima elektron.
- penggunaan bersama pasangan elektron yang berasal dari salah 1 atom.

Suatu atom terdiri atas inti atom dan kulit-kulit atom. Inti atom terdiri atas partikel-partikel proton yang bermuatan positif dan partikel-partikel neutron yang tidak bermuatan. Sementara kulit-kulit elektron berisi partikel-partikel elektron yang bermuatan negatif. Tempat elektron berada disebut orbital. Elektron-elektron terlebih dahulu menempatkan diri pada orbital-orbital yang mempunyai tingkat energi terendah.



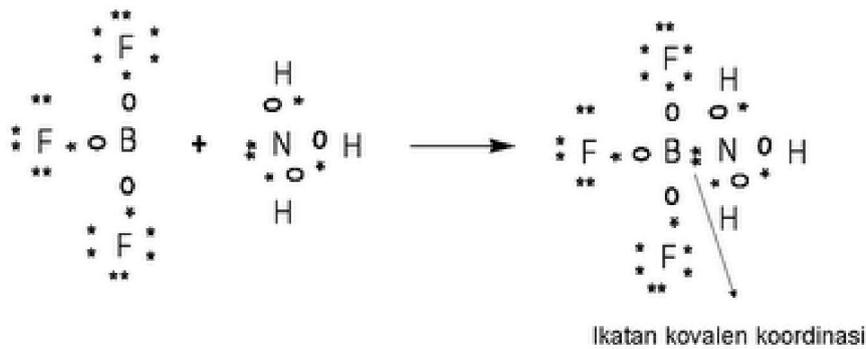
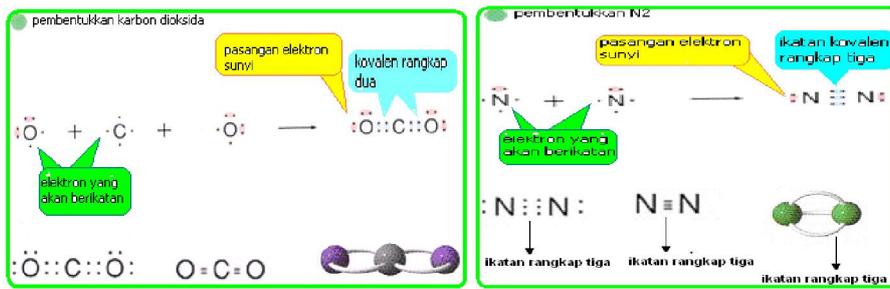
Dua buah atom atau lebih dapat membentuk suatu ikatan kimia menggunakan elektron-elektron valensi yang dimilikinya untuk membentuk suatu molekul. Jika atom-atom tersebut tidak memiliki perbedaan keelektronegatifan yang kuat (atau sedikit perbedaan keelektronegatifan), elektron-elektron valensi atom-atom tersebut digunakan bersama membentuk ikatan kovalen. Jika atom-atom tersebut memiliki perbedaan keelektronegatifan yang besar, atom-atom tersebut akan membentuk ikatan ion.



Atom-atom tersebut berikatan untuk memperoleh kestabilan yaitu membentuk konfigurasi elektron seperti konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia.

Pada ikatan kovalen, elektron-elektron digunakan bersama oleh atom-atom yang berikatan sehingga atom-atom tersebut mempunyai konfigurasi elektron seperti konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia. Sebagai contoh hidrogen memiliki 1 elektron valensi dan oksigen memiliki 6 elektron valensi. Kedua jenis unsur tersebut membentuk molekul air ( $H_2O$ ).





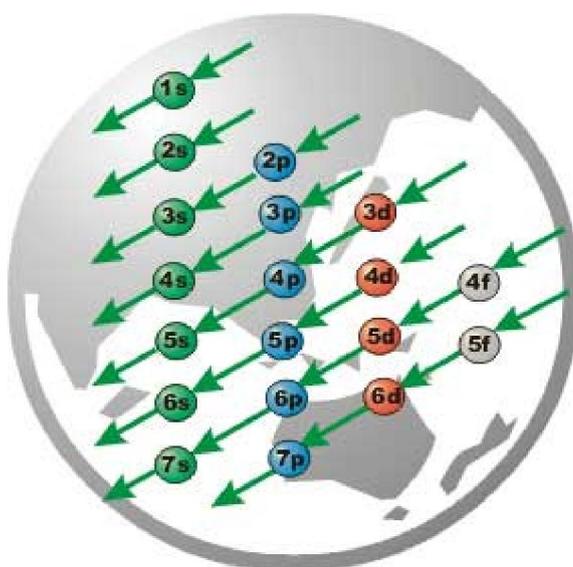
Pada ikatan ion, atom-atom yang memiliki nilai keelektronegatifan tinggi mengikat elektron membentuk ion negatif, sedangkan atom-atom yang memiliki nilai keelektronegatifan rendah melepaskan elektron valensinya membentuk ion positif.

Dengan menangkap atau melepas elektron ini, atom-atom tersebut mencapai konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia dan membentuk ketabilan. Meskipun atom-atom dalam senyawa ion tidak menggunakan elektron bersama-sama, tetapi atom-atom tersebut saling tertarik dengan kuat satu sama lain karena muatan atom-atom tersebut berbeda. Dalam suatu senyawa ion, semua ion-ionnya saling tarik menarik satu sama lain membentuk struktur kisi kristal.

Dalam setiap atom telah tersedia orbital-orbital, akan tetapi belum tentu semua orbital ini terisi penuh. Bagaimanakah pengisian elektron dalam orbital-orbital tersebut ?.

Pengisian elektron dalam orbital-orbital memenuhi beberapa peraturan. antara lain:

1. **Prinsip Aufbau** : elektron-elektron mulai mengisi orbital dengan tingkat energi terendah dan seterusnya. Orbital yang memenuhi tingkat energi yang paling rendah adalah 1s dilanjutkan dengan 2s, 2p, 3s, 3p, dan seterusnya dan untuk mempermudah dibuat diagram sebagai berikut:



Contoh pengisian elektron-elektron dalam orbital beberapa unsur:

Atom H : mempunyai 1 elektron, konfigurasiya  $1s^1$

Atom C : mempunyai 6 elektron, konfigurasiya  $1s^2 2s^2 2p^2$

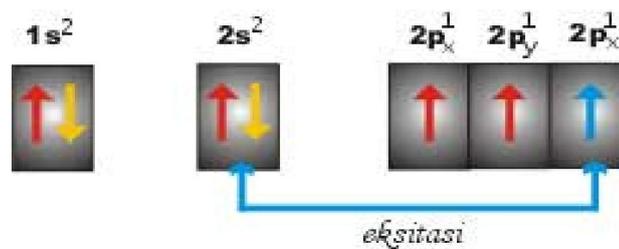
Atom K : mempunyai 19 elektron, konfigurasiya  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

**2. Prinsip Pauli** : tidak mungkin di dalam atom terdapat 2 elektron dengan keempat bilangan kuantum yang sama. Hal ini berarti, bila ada dua elektron yang mempunyai bilangan kuantum utama, azimuth dan magnetik yang sama, maka bilangan kuantum spinnya harus berlawanan.

**3. Prinsip Hund** : cara pengisian elektron dalam orbital pada suatu sub kulit ialah bahwa elektron-elektron tidak membentuk pasangan elektron sebelum masing-masing orbital terisi dengan sebuah elektron.

Contoh:

- Atom C dengan nomor atom 6, berarti memiliki 6 elektron dan cara orbitalnya adalah:



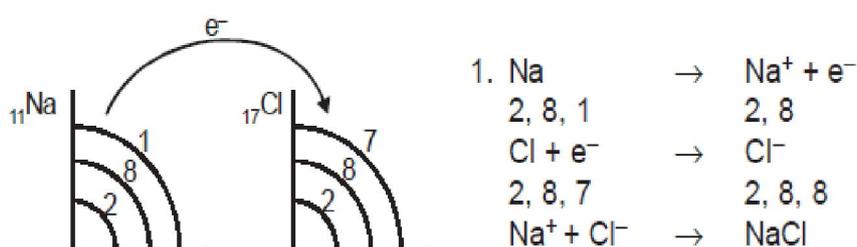
Berdasarkan prinsip Hund, maka 1 elektron dari lintasan  $2s$  akan berpindah ke lintasan  $2p_z$ , sehingga sekarang ada 4 elektron yang tidak berpasangan. Oleh karena itu agar semua orbitalnya penuh, maka atom karbon berikatan dengan unsur yang dapat memberikan 4 elektron. Sehingga di alam terdapat senyawa  $CH_4$  atau  $CCl_4$ , tetapi tidak terdapat senyawa  $CCl_3$  atau  $CCl_5$ .

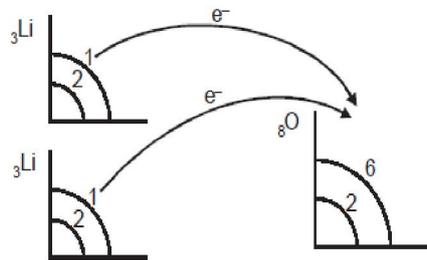
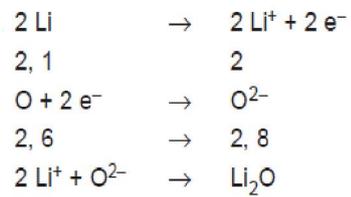
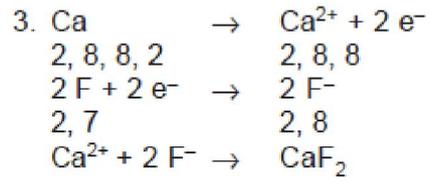
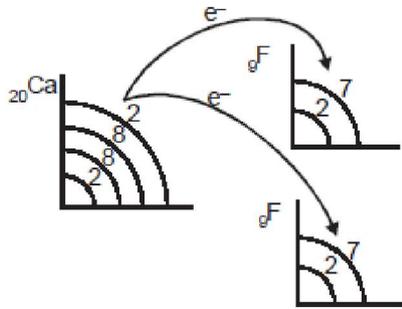
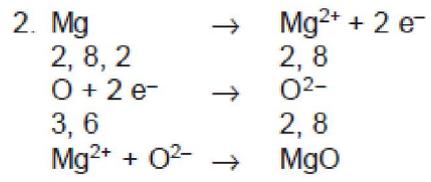
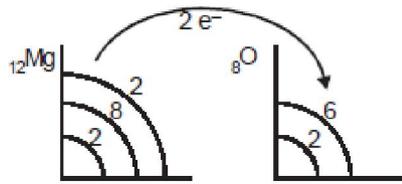
Berdasarkan perubahan konfigurasi elektron yang terjadi pada pembentukan ikatan, maka ikatan kimia dibedakan menjadi 4 yaitu : *ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinat/koordinasi/dativ dan ikatan logam.*

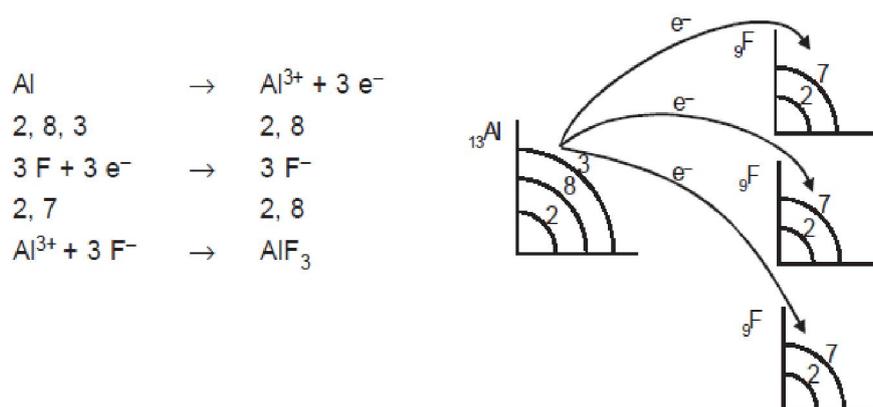
## 2.2.1 Ikatan Ion

Ikatan ion biasanya terjadi antara atom-atom yang mudah melepaskan elektron (logam-logam golongan utama) dengan atom-atom yang mudah menerima elektron (terutama golongan VIA dan VIIA). Atom-atom yang melepas elektron menjadi ion positif (kation) sedang atom-atom yang menerima elektron menjadi ion negatif (anion).

Ikatan ion biasanya disebut ikatan elektrovalen. Senyawa yang memiliki ikatan ion disebut senyawa ionik. Senyawa ionik biasanya terbentuk antara atom-atom unsur logam dan nonlogam. Atom unsur logam cenderung melepas elektron membentuk ion positif, dan atom unsur nonlogam cenderung menangkap elektron membentuk ion negatif. Contoh: NaCl, MgO, CaF<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub>O, AlF<sub>3</sub>, dan lain-lain. *Makin besar perbedaan elektronegativitas antara atom-atom yang membentuk ikatan, maka ikatan yang terbentuk makin bersifat ionik.*





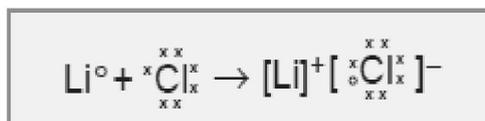


Lambang titik elektron Lewis terdiri atas lambang unsur dan titik-titik yang setiap titiknya menggambarkan satu elektron valensi dari atom-atom unsur. Titik-titik elektron adalah elektron terluarnya. Contoh-contoh lambang titik elektron lewis.

Unsur	Lambang titik Lewis
Li (2, 1)	$\text{Li}^\circ$
Mg (2, 8, 2)	$\circ\text{Mg}^\circ$
Cl (2, 8, 7)	$\begin{array}{c} \circ\circ \\ \text{Cl}^\circ \\ \circ\circ\circ \end{array}$
C (2, 4)	$\begin{array}{c} \circ \\ \text{C}^\circ \\ \circ \end{array}$

Untuk membedakan asal elektron valensi penggunaan tanda (O) boleh diganti dengan tanda (x), tetapi pada dasarnya elektron mempunyai lambang titik Lewis yang mirip.

Lambang titik Lewis untuk logam transisi, lantanida, dan aktinida tidak dapat dituliskan secara sederhana, karena mempunyai kulit dalam yang tidak terisi penuh. Contoh penggunaan lambang titik Lewis dalam ikatan ion sebagai berikut.



Sifat-sifat fisika senyawa ionik pada umumnya:

1. Pada suhu kamar berwujud padat;
2. Struktur kristalnya keras tapi rapuh;
3. Mempunyai titik didih dan titik leleh tinggi;
4. Larut dalam pelarut air tetapi tidak larut dalam pelarut organik;
5. Tidak menghantarkan listrik pada fase padat, tetapi pada fase cair (lelehan) dan larutannya menghantarkan listrik.

### 2.2.2 Ikatan Kovalen

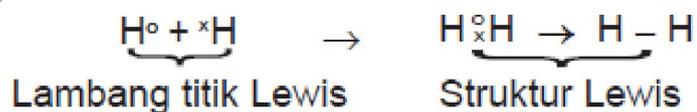
Ikatan kovalen terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron oleh atom-atom yang berikatan.

Pasangan elektron yang dipakai bersama disebut pasangan elektron ikatan (PEI) dan pasangan elektron valensi yang tidak terlibat dalam pembentukan ikatan kovalen disebut pasangan elektron bebas (PEB). Ikatan kovalen umumnya terjadi antara atom-atom unsur nonlogam, bisa sejenis (contoh: H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>) dan berbeda jenis (contoh: H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, dan lain-lain). Senyawa yang hanya mengandung ikatan kovalen disebut *senyawa kovalen*.

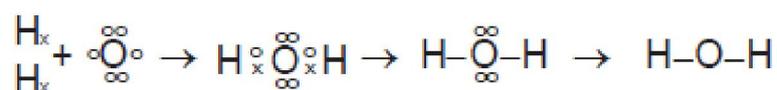
Berdasarkan lambang titik Lewis dapat dibuat struktur Lewis atau rumus Lewis. Struktur Lewis adalah penggambaran ikatan kovalen yang menggunakan lambang titik Lewis di mana PEI dinyatakan dengan satu garis atau sepasang titik yang diletakkan di antara kedua atom dan PEB dinyatakan dengan titik-titik pada masing-masing atom.

Contoh:

1.  $H_2$



2.  $H_2O$



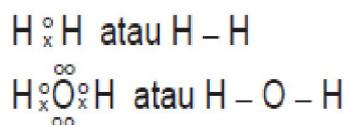
Macam-macam ikatan kovalen:

1. Berdasarkan jumlah PEI-nya ikatan kovalen dibagi 3:

a. *Ikatan kovalen tunggal*

Ikatan kovalen tunggal yaitu ikatan kovalen yang memiliki 1 pasang PEI.

Contoh:  $H_2$ ,  $H_2O$  (konfigurasi elektron H = 1; O = 2, 6)



*b. Ikatan kovalen rangkap dua*

Ikatan kovalen rangkap 2 yaitu ikatan kovalen yang memiliki 2 pasang PEI.

Contoh: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> (konfigurasi elektron O = 2, 6; C = 2, 4)



*c. Ikatan kovalen rangkap tiga*

Ikatan kovalen rangkap 3 yaitu ikatan kovalen yang memiliki 3 pasang PEI.

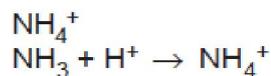
Contoh: N<sub>2</sub> (Konfigurasi elektron N = 2, 5)

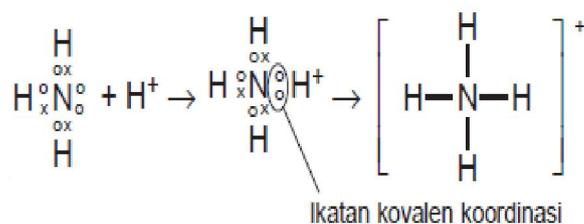


**2. Ikatan kovalen koordinasi**

Ikatan kovalen koordinasi *adalah* ikatan kovalen yang PEI nya berasal dari salah satu atom yang berikatan.

Contoh:





Sifat-sifat fisis senyawa kovalen:

1. pada suhu kamar berwujud gas, cair ( $\text{Br}_2$ ), dan ada yang padat ( $\text{I}_2$ );
2. padatnya lunak dan tidak rapuh;
3. mempunyai titik didih dan titik leleh rendah;
4. larut dalam pelarut organik tapi tidak larut dalam air;
5. umumnya tidak menghantarkan listrik.

### 2.2.3 Ikatan Logam

Ikatan logam *adalah* ikatan kimia yang terbentuk akibat penggunaan bersama elektron-elektron valensi antar atom-atom logam.

Contoh: logam besi, seng, dan perak.

Ikatan logam bukanlah ikatan ion atau ikatan kovalen. Salah satu teori yang dikemukakan untuk menjelaskan ikatan logam adalah teori lautan elektron.

Contoh terjadinya ikatan logam;

Tempat kedudukan elektron valensi dari suatu atom besi (Fe) dapat saling tumpang tindih dengan tempat kedudukan elektron valensi dari atom-atom Fe yang lain. Tumpang tindih antarelektro valensi ini memungkinkan elektron valensi dari setiap atom Fe bergerak bebas dalam ruang di antara ion-ion  $\text{Fe}^+$  membentuk lautan elektron. Karena muatannya berlawanan ( $\text{Fe}^{2+}$  dan  $2 e^-$ ), maka

terjadi gaya tarik-menarik antara ion-ion  $\text{Fe}^+$  dan elektron-elektron bebas ini. Akibatnya terbentuk ikatan yang disebut **ikatan logam**.

Adanya ikatan logam menyebabkan logam bersifat:

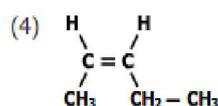
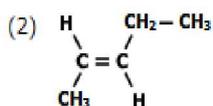
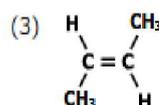
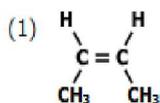
1. pada suhu kamar berwujud padat, kecuali Hg;
2. keras tapi lentur/dapat ditempa;
3. mempunyai titik didih dan titik leleh yang tinggi;
4. penghantar listrik dan panas yang baik;
5. mengkilap.

### SOAL-SOAL

1. .Senyawa berikut ini yang merupakan pasangan isomer adalah....

- a. n-heksana dan sikloheksana
- b. pentana dan 2-metilbutana
- c. butana dan butuna
- d. propena dan propuna
- e. 2,3-dimetilpentena dan 2-metilpentena

2. .Di antara struktur senyawa hidrokarbon berikut yang merupakan isomer trans adalah....



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

3. Jumlah isomer yang dimiliki senyawa hidrokarbon dengan rumus molekul  $C_5H_8$  adalah....
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
4. Apa yang dimaksud dengan Keisomeran Struktur, jelaskan dan berikan contohnya.
5. Keisomeran struktur di bagi menjadi berapa macam, sebutkan dan berikan contohnya.
6. Apa yang dimaksud dengan Keisomeran Ruang, jelaskan dan berikan contohnya.
7. Jumlah isomer  $C_6H_{10}$  ada berapa.
8. Berdasarkan jumlah PEI nya, jumlah ikatan Kovalen dibagi menjadi berapa macam.
9. Apa yang dimaksud dengan ikatan kovalen koordinasi, jelaskan dan berikan contohnya.
10. Apa yang dimaksud dengan ikatan logam, jelaskan dan berikan contohnya.

# BAB 3

## ALKANA

### 3.1 Karbon

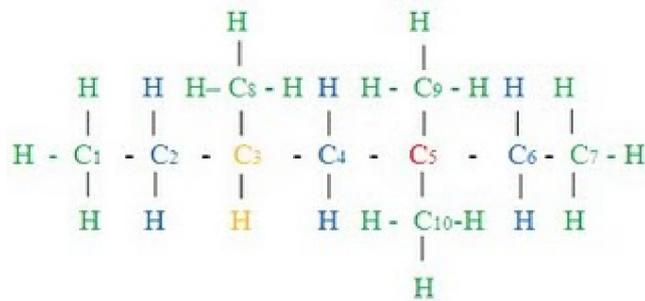
Dari berbagai unsur-unsur kimia yang kita kenal ada satu unsur yang cakupannya sangat luas dan pembahasannya sangat mendalam yakni **KARBON**. Karbon mempunyai nomor atom 6 sehingga jumlah elektronnya juga 6 dengan konfigurasi  $6\text{C} = 2, 4$ . Dari konfigurasi elektron ini terlihat atom C mempunyai 4 elektron valensi (elektron pada kulit terluar). Untuk memperoleh 8 elektron (oktet) pada kulit terluarnya (elektron valensi) dibutuhkan 4 elektron sehingga masing-masing elektron valensi mencari pasangan elektron dengan atom-atom lainnya.

Kekhasan atom karbon adalah kemampuannya untuk berikatan dengan atom karbon yang lain membentuk rantai karbon. Bentuk rantai-rantai karbon yang paling sederhana adalah **Hidrokarbon**. Hidrokarbon hanya tersusun dari dua unsur yaitu Hidrogen dan Karbon.

Berdasarkan jumlah atom C lain yang terikat pada satu atom C dalam rantai karbon, maka atom C dibedakan menjadi :

- a. Atom C primer, yaitu atom C yang mengikat satu atom C yang lain.
- b. Atom C sekunder, yaitu atom C yang mengikat dua atom C yang lain.

- c. Atom C tersier, yaitu atom C yang mengikat tiga atom C yang lain.
- d. Atom C kwarternar, yaitu atom C yang mengikat empat atom C yang lain.



- atom C primer, atom C nomor 1, 7, 8, 9 dan 10 (warna hijau)
- atom C sekunder, atom C nomor 2, 4 dan 6 (warna biru)
- atom C tersier, atom C nomor 3 (warna kuning)
- atom C kwarternar, atom C nomor 5 (warna merah)

Berdasarkan bentuk rantai karbonnya :

- Hidrokarbon alifatik = senyawa hidrokarbon dengan rantai lurus/terbuka yang jenuh (ikatan tunggal/alkana) maupun tidak jenuh (ikatan rangkap/alkena atau alkuna).
- Hidrokarbon alisiklik = senyawa hidrokarbon dengan rantai melingkar / tertutup (cincin).
- Hidrokarbon aromatik = senyawa hidrokarbon dengan rantai melingkar (cincin) yang mempunyai ikatan antar atom C tunggal dan rangkap secara selang-seling / bergantian (konjugasi)

Berdasarkan ikatan yang ada dalam rantai C-nya, senyawa hidrokarbon alifatik dibedakan atas :

1. Alkana ( $C_nH_{2n+2}$ )
2. Alkena ( $C_nH_{2n}$ )
3. Alkuna ( $C_nH_{2n-2}$ )

Keterangan :  $n = 1, 2, 3, 4, \dots\dots$ dst

### 3.2 Alkana (Parafin)

Alkana (Parafin) *adalah* hidrokarbon yang rantai C nya hanya terdiri dari ikatan tunggal saja dan sering disebut sebagai hidrokarbon jenuh karena jumlah atom Hidrogen dalam tiap-tiap molekulnya maksimal. Memahami tata nama Alkana sangat penting, karena menjadi dasar penamaan senyawa-senyawa karbon lainnya.

#### Sifat-sifat Alkana

1. Hidrokarbon jenuh (tidak ada ikatan atom C rangkap sehingga jumlah atom H nya maksimal)
2. Disebut golongan parafin karena affinitas kecil (sedikit gaya gabung)
3. Sukar bereaksi
4. Bentuk Alkana dengan rantai C1 – C4 pada suhu kamar adalah gas, C4 – C17 pada suhu adalah cair dan > C18 pada suhu kamar adalah padat
5. Titik didih makin tinggi bila unsur C nya bertambah dan bila jumlah atom C sama maka yang bercabang mempunyai titik didih yang lebih rendah
6. Sifat kelarutannya mudah larut dalam pelarut non polar
7. Massa jenisnya naik seiring dengan penambahan jumlah unsur C
8. Merupakan sumber utama gas alam dan petroleum (minyak bumi)

Rumus umumnya  $C_nH_{2n+2}$

### 3.3 Deret homolog alkana

Deret homolog adalah suatu golongan/kelompok senyawa karbon dengan rumus umum yang sama, mempunyai sifat yang mirip dan antar suku-suku berturutannya mempunyai beda  $CH_2$  atau dengan kata lain merupakan rantai terbuka tanpa cabang atau dengan cabang yang nomor cabangnya sama.

Sifat-sifat deret homolog alkana :

- o Mempunyai sifat kimia yang mirip
- o Mempunyai rumus umum yang sama
- o Perbedaan Mr antara 2 suku berturutannya sebesar 14
- o Makin panjang rantai karbon, makin tinggi titik didihnya

rumus	nama	rumus	nama
$CH_4$	metana	$C_6H_{14}$	heksana
$C_2H_6$	etana	$C_7H_{16}$	heptana
$C_3H_8$	propana	$C_8H_{18}$	oktana
$C_4H_{10}$	butana	$C_9H_{20}$	nonana
$C_5H_{12}$	pentana	$C_{10}H_{22}$	dekana

### 3.4 Tata Nama Alkana

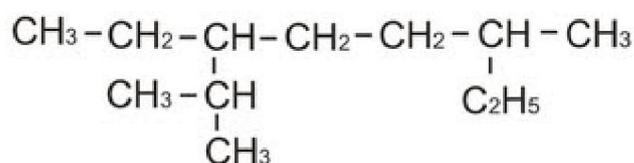
1. Nama alkana didasarkan pada rantai C terpanjang sebagai rantai utama. Apabila ada dua atau lebih rantai yang terpanjang maka dipilih yang jumlah cabangnya terbanyak.
2. Cabang merupakan rantai C yang terikat pada rantai utama. Di depan nama alkananya ditulis nomor dan nama cabang. Nama cabang sesuai dengan nama alkana dengan mengganti akhiran *ana* dengan akhiran *il* (alkil).
3. Jika terdapat beberapa cabang yang sama, maka nama cabang yang jumlah C nya sama disebutkan sekali tetapi dilengkapi dengan awalan yang menyatakan jumlah seluruh cabang tersebut. Nomor atom C tempat cabang terikat harus dituliskan sebanyak cabang yang ada (jumlah nomor yang dituliskan = awalan yang digunakan), yaitu di = 2, tri = 3, tetra = 4, penta = 5 dan seterusnya.
4. Untuk cabang yang jumlah C nya berbeda diurutkan sesuai dengan urutan abjad (etil lebih dulu dari metil).
5. Nomor cabang dihitung dari ujung rantai utama yang terdekat dengan cabang.

Apabila letak cabang yang terdekat dengan kedua sama dimulai dari :

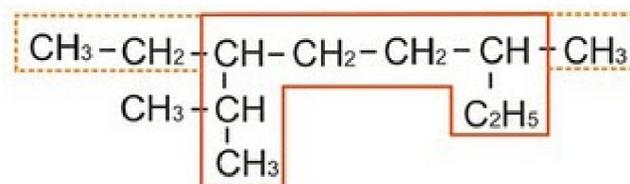
- § Cabang yang urutan abjadnya lebih dulu ( etil lebih dulu dari metil ).
- § Cabang yang jumlahnya lebih banyak ( dua cabang dulu dari satu cabang ).

*Contoh :*

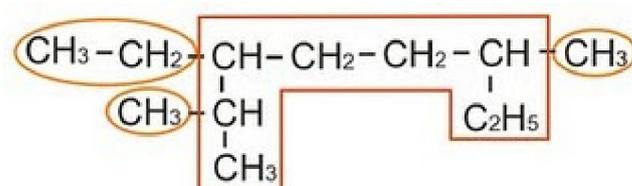
Apakah nama idrokarbon di bawah ini ?



Pertama kali kita tentukan rantai utamanya, rantai utama adalah rantai terpanjang :



Rantai utamanya adalah yang di kotak merah. Kenapa?? coba kalian perhatikan sisi sebelah kiri, bila rantai utamanya yang lurus (garis putus-putus) maka sama-sama akan bertambah 2 atom C tapi hanya akan menimbulkan satu cabang (bagian yang belok ke bawah), sedangkan bila kita belokkan ke bawah akan timbul 2 cabang (Aturan no 1). Sekarang coba kalian perhatikan bagian kanan, penjelasannya lebih mudah, bila rantai utamanya yang lurus (garis putus-putus) hanya bertambah satu atom C sedangkan bila belok ke bawah maka akan bertambah 2 atom C. Jadi rangkaian rantai utama itu boleh belak-belok dan gak harus lurus asal masih dalam satu rangkaian yang bersambungan tanpa cabang. Rantai karbon yang tersisa dari rantai utama adalah cabangnya.



Terlihat ada 3 cabang yakni 1 etil dan 2 metil. Untuk penomoran cabang kita pilih yang angkanya terkecil :

§ Bila dari ujung rantai utama sebelah kiri maka etil terletak di atom C rantai utama nomor 3 dan metil terletak di atom C rantai utama nomor 2 dan 6.

§ Bila dari ujung rantai utama sebelah kanan maka etil terletak di atom C rantai utama nomor 6 dan metil di atom C rantai utama nomor 3 dan 7.

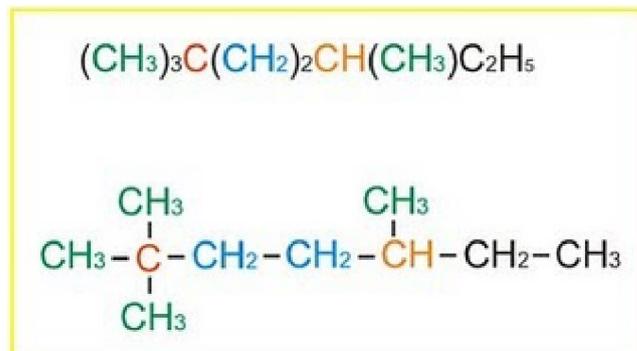
Kesimpulannya kira urutkan dari ujung sebelah kiri.

Urutan penamaan : **nomor cabang - nama cabang - nama rantai induk**

Jadi namanya : **3-etil, 2,6-dimetil oktana**

Cabang etil disebut lebih dahulu daripada metil karena abjad nama depannya dahulu (abjad "e" lebih dahulu dari "m"), karena cabang metil ada dua buah maka cukup disebut sekali ditambah awalan "di" yang artinya "dua", karena rantai utamanya terdiri dari 8 atom C maka rantai utamanya bernama "oktana".

Bentuk struktur kerangka Alkana kadangkala mengalami penyingkatan misalnya :

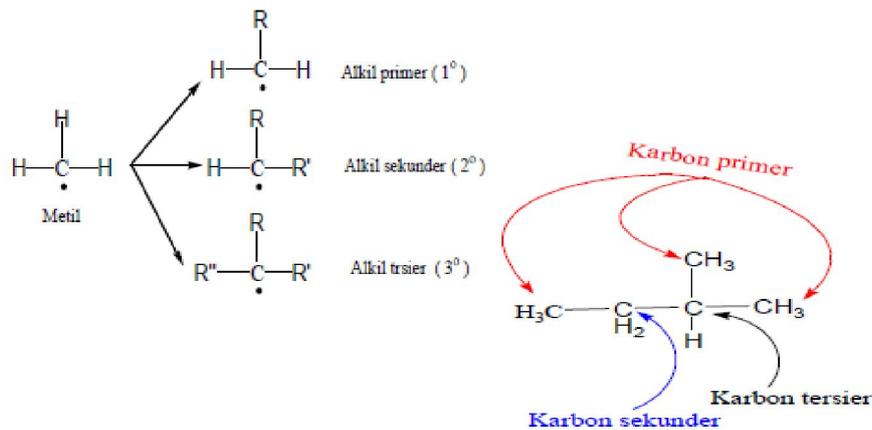
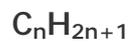


CH<sub>3</sub> (warna hijau) merupakan ujung rantai  
 CH<sub>2</sub> (warna biru) merupakan bagian tengah rantai lurus  
 CH (warna oranye) percabangan tiga  
 C (warna merah) percabangan empat

Atau lebih singkatnya adalah:

1. Jika rantai lurus, nama sesuai dengan jumlah alkana dengan awalan n-(alkana)
2. Jika rantai cabang;
  1. Tentukan rantai terpanjang (sebagai nama alkana)
  2. Tentukan rantai cabangnya (alkil)
  3. Pemberian nomor dimulai dari atom C yang paling dekat dengan cabang
  4. Alkil-alkil sejenis digabung dengan awalan di(2), tri(3), dst
  5. Alkil tak sejenis ditulis berdasar abjad (butil, etil, metil,..) atau dari yang paling sederhana (metil, etil, propil,...)

**Gugus Alkil** Adalah Alkana yang telah kehilangan 1 atom H



### 3.5 Reaksi – reaksi Senyawa Alkana

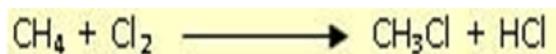
Reaksi senyawa alkana pada umumnya merupakan pemutusan dan pembentukan ikatan kovalen. Ada beberapa jenis reaksi senyawa alkana, diantaranya yaitu reaksi *substitusi*, *adisi*, dan *eliminasi*.

#### 1. Reaksi Substitusi

Pada reaksi substitusi, atom atau gugus atom yang terdapat dalam suatu molekul digantikan oleh atom atau gugus atom lain. Reaksi substitusi umumnya terjadi pada senyawa yang jenuh (semua ikatan karbon-karbon merupakan ikatan tunggal), tetapi dengan kondisi tertentu dapat juga terjadi pada senyawa tak jenuh.

Contoh:

- Halogenasi hidrokarbon (penggantian atom H oleh halogen)



- Pembuatan alkil halida dari alkohol, gugus – OH diganti oleh atom halogen



- Pembuatan alkohol dari alkil halida, atom halogen diganti oleh gugus – OH

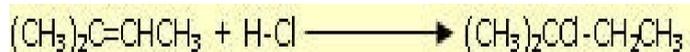


#### 2. Reaksi Adisi

Reaksi adisi terjadi pada senyawa yang mempunyai ikatan rangkap atau rangkap tiga, termasuk ikatan rangkap karbon dengan atom lain, seperti pada C=O dan pada  $\text{C}\equiv\text{N}$

Dalam reaksi adisi, molekul senyawa yang mempunyai ikatan rangkap menyerap atom atau gugus atom sehingga ikatan rangkap berubah menjadi ikatan tunggal. Untuk alkena atau alkuna, bila jumlah atom H pada kedua atom C ikatan rangkap berbeda, maka arah adisi ditentukan oleh kaidah Markovnikov, yaitu atom H akan terikat pada atom karbon yang lebih banyak atom H-nya ("yang kaya semakin kaya").

Contoh:

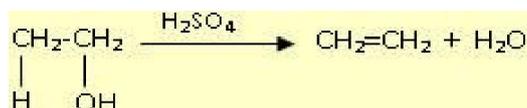


### 3. Reaksi Eliminasi

Pada reaksi eliminasi, molekul senyawa berikatan tunggal berubah menjadi senyawa berikatan rangkap dengan melepas molekul kecil. Jadi, eliminasi merupakan kebalikan dari adisi.

Contoh:

Eliminasi air (dehidrasi) dari alkohol. Apabila dipanaskan dengan asam sulfat pekat pada suhu sekitar  $180^\circ\text{C}$ , alkohol dapat mengalami dehidrasi membentuk alkena.

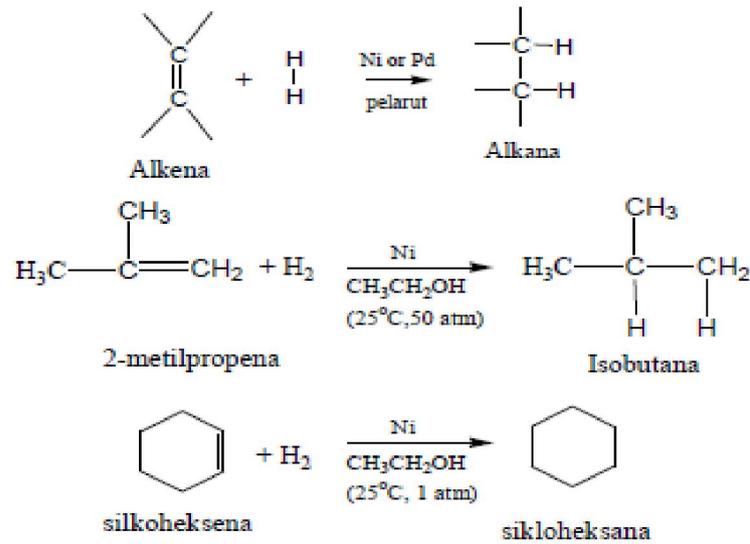


### 4. Reaksi Oksidasi

Apabila senyawa alkana dibakar menggunakan oksigen, senyawa yang dihasilkan ialah karbon dioksida dan air. Reaksi tersebut dikenal dengan reaksi oksidasi atau pembakaran. Sebagai contoh:



## 5. Hidrogenasi Alkena (dengan menggunakan katalis logam Ni, Pd)



## 3.6 Reaksi Pembuatan Alkana Secara Laboratorium

## 1. Sintesa Wurtz

Rumus Umum : Alkil Halida + Na Alkana

Contoh ; (2 molekul alkil halida menghasilkan 1 molekul alkana)



( Sintesa Wurtz sangat berguna untuk memperpanjang rantai alkana)

## 2. Sintesa Grignard

Rumus Umum :  $(\text{RMgX}) + \text{H}_2\text{O}$      alkana

Contoh : \*)  $\text{CH}_3\text{MgBr} + \text{H}_2\text{O}$       $\text{CH}_4 + \text{MgOHBr}$   
                   Metil Mg Bromida     metana

                  \*)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgI} + \text{H}_2\text{O}$       $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{MgOHI}$

(Pada sintesa Grignard, alkana yang di hasilkan sesuai dengan alkil dari  $\text{RMgX}$  yang kita gunakan).

## 3. Sintesa Dumas

Garam Na-Karboksilat jika dipanaskan bersama-sama dengan  $\text{NaOH}$ , maka akan terbentuk alkana.

Contoh : \*)  $\text{CH}_3\text{-COONa} + \text{NaOH}$       $\text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$   
                   Na-asetat                             metana

                  \*)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-COONa} + \text{Na}$       $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$   
                   Na-butirat                             Pronana

## 4. Reaksi Williamson

Adalah Reaksi antara  $\text{RX} + \text{R}'\text{-Ona}$       $\text{R-O-R}' + \text{NaX}$

Contoh :

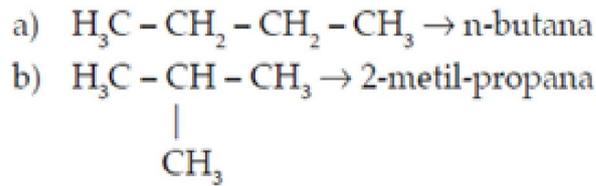
$\text{CH}_3\text{-Br} + \text{C}_2\text{H}_5 \text{O-Na}$       $\text{CH}_3\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{NaBr}$

### 3.7 Bentuk Isomer Dari Senyawa Alkana

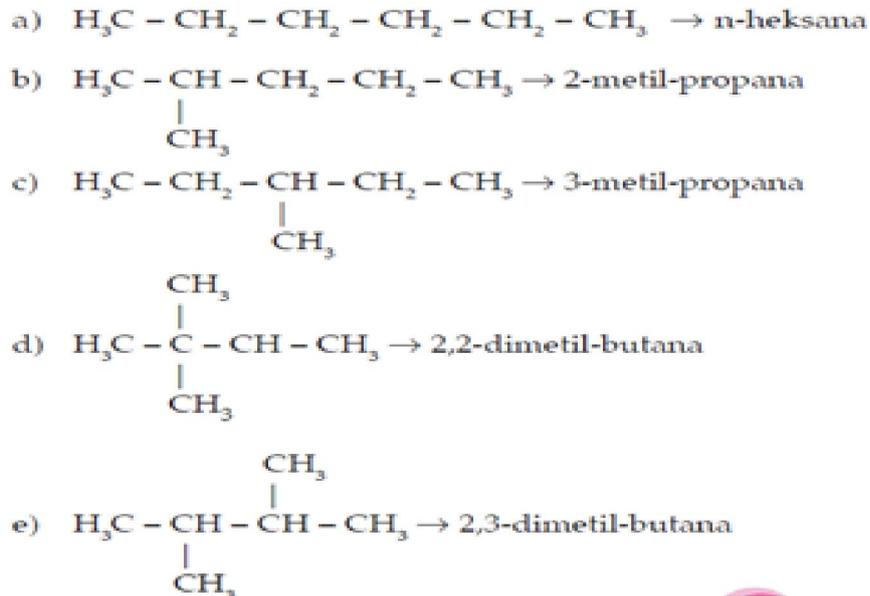
Seperti telah dijelaskan dalam bab sebelumnya bahwa yang dimaksud dengan Isomer adalah dua senyawa atau lebih yang mempunyai rumus kimia sama tetapi mempunyai struktur yang berbeda. Senyawa alkana paling rendah yang dapat memiliki isomer yaitu butana ( $C_4H_{10}$ ).

Contoh:

1). Bentuk-bentuk isomer yang mungkin dari butana  $C_4H_{10}$

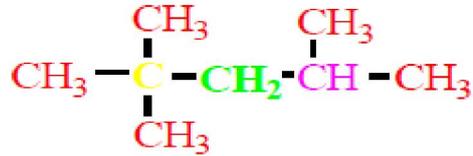


2). Bentuk-bentuk Isomer yang ada dari heksana,  $C_6H_{14}$



### 3.8 Klasifikasi Atom Karbon

- **primer** ( $1^\circ$ ) – Hanya mengikat 1 atom karbon lain.
- **sekunder** ( $2^\circ$ ) – Mengikat 2 atom karbon
- **tersier** ( $3^\circ$ ) – mengikat 3 atom karbon
- **quaterner** ( $4^\circ$ ) – mengikat 4 atom karbon.

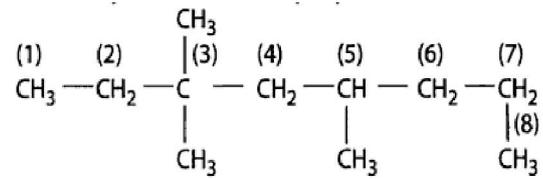


Alkana dapat digunakan, sebagai :

- Bahan bakar
- Pelarut
- Sumber hidrogen
- Pelumas
- Bahan baku untuk senyawa organik lain
- Bahan baku industri



7. Jelaskan klasifikasi dari atom-atom karbon dalam struktur berikut



8. Pada pembakaran sempurna suatu hidrokarbon terbentuk 4,4 gr CO<sub>2</sub> dan 2,7 gr H<sub>2</sub>O. Tentukan rumus empiris dan rumus molekul hidrokarbon tersebut. Diketahui massa molekul relatif senyawa tersebut 30.
9. Sebutkan reaksi-reaksi yang terjadi pada senyawa Alkana serta berikan contoh reaksinya (min. 2).
10. Jelaskan reaksi pembentukan dari senyawa Alkana (min.2).



# BAB 4

## ALKENA

**4.1.** Senyawa hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap dua antar atom Karbonnya, dan juga mengikat atom Hidrogen. Jumlah atom Hidrogen merupakan fungsi dari atom Karbonnya, dan mengikuti persamaan:  $C_nH_{2n}$  dimana  $n$  adalah jumlah atom C. Senyawa pertama alkena adalah etena atau lebih populer etilena dan merupakan induk deret homolog alkena, hingga deret ini juga disebut dengan deret etilena. Contoh senyawa etilena dan merupakan kerangka deret homolog etilena ditunjukkan pada gambar di bawah



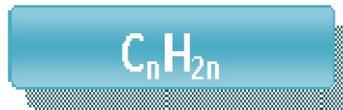
Molekul deret alkena dicirikan oleh adanya sebuah ikatan rangkap yang menghubungkan dua atom karbon yang berdekatan

Perhatikan tabel berikut :

Tabel 1. Nama, Rumus Struktur, dan Rumus Molekul Beberapa Senyawa Alkena

Nama	Rumus Struktur	Rumus Molekul
Etena	$CH_2=CH_2$	$C_2H_4$
Propena	$CH_2=CH-CH_3$	$C_3H_6$
1-Butena	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	$C_4H_8$
1-Pentena	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_5H_{10}$
1-Heksena	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_6H_{12}$
1-Heptena	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_7H_{14}$

Dari rumus molekul pada tabel di atas, terlihat bahwa jumlah atom H yang diikat adalah dua kali jumlah atom C. Jika terdapat n atom C, maka jumlah atom H adalah 2n. Sehingga dapat disimpulkan rumus umum senyawa alkena adalah

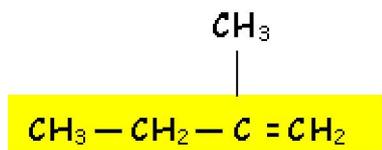


## 4.2. Tata Nama

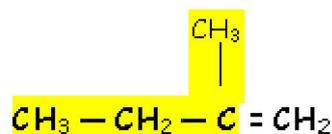
### 1. Penentuan

Rantai rangkap di beri akhir

arbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap dengan jumlah atom C terpanjang dan



Bagian ku



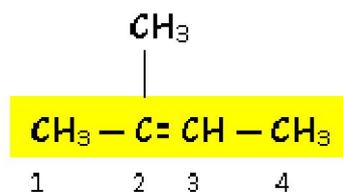
Bagian ku

andung ikatan rangkap.

### 2. Penomoran

Penomoran dimulai dari atom C pertama yang terikat pada ikatan rangkap.

hingga atom C pertama yang terikat pada ikatan rangkap. Rantai utama dimulai dengan nomor atom C terendah nama rantai utama.



Rantai utama adalah 2-butena



### 4.3 Sifat – Sifat Alkena

#### 4.3.1. Sifat Fisika

Dalam kehidupan sehari-hari, kalian pasti pernah melihat air mendidih. Apa gejala yang ditunjukkan oleh air yang sedang mendidih? Bagaimana suatu senyawa dikatakan mendidih?

Tabel 1. Data Massa Molekul Relatif, Titik Leleh, Titik didih, Kerapatan, dan Fasa pada 25°C

Nama alkena	Rumus Molekul	Mr	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	Fase pada 25°C
Etena	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28	-169	-104	0,568	Gas
Propena	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42	-185	-48	0,614	Gas
1-Butena	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56	-185	-6	0,630	Gas
1-Pentena	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	70	-165	30	0,643	Cair
1-Heksena	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84	-140	63	0,675	Cair
1-Heptena	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	98	-120	94	0,698	Cair
1-Oktena	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	112	-102	122	0,716	Cair
1-Nonena	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126	-81	147	0,731	Cair
1-Dekena	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140	-66	171	0,743	Cair

sumber : chem-is-try.org

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa pada suhu kamar (25°C), tiga suku yang pertama adalah gas, suku-suku berikutnya adalah cair dan suku-suku tinggi berbentuk padat. Hal ini dipengaruhi oleh titik didih dan titik lelehnya. Mendidih adalah suatu perubahan wujud zat dari cair menjadi gas. Suatu zat yang memiliki titik didih kurang dari 25°C, pada keadaan standar (25°C, 1 atm) zat tersebut berwujud gas. Adapun zat yang memiliki titik leleh kurang dari 25°C dan titik didih di atas 25°C dalam keadaan standar, berwujud cair. Jika suatu zat memiliki harga titik leleh di atas 25°C, dapatkah kamu meramalkan wujud zat tersebut pada keadaan standar?

Masing-masing alkena memiliki titik didih yang sedikit lebih rendah dibanding titik didih alkana yang sama jumlah atom karbonnya. Etena, propena dan butena berwujud gas pada suhu kamar, selainnya adalah cairan. C<sub>1</sub> sampai C<sub>4</sub> pada suhu kamar berbentuk gas C<sub>5</sub> ke atas pada suhu kamar berbentuk cair. Satu-satunya gaya tarik yang terlibat dalam ikatan alkena adalah gaya dispersi Van der Waals, dan gaya-gaya ini tergantung pada bentuk molekul dan jumlah elektron yang dikandungnya. Gaya Van der Waals adalah gaya antar molekul pada senyawa kovalen. Untuk gaya Van der Waals pada alkena yang bersifat non-polar disebut gaya London (dipil sesaat). Makin besar

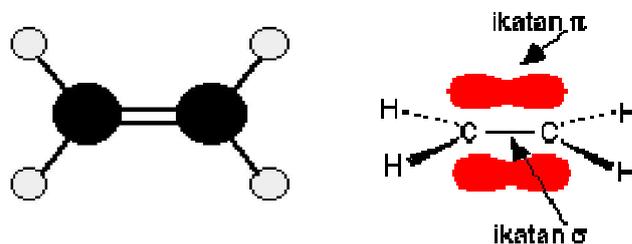
Mr senyawa alkena, gaya Van del Waals makin kuat, sehingga titik didih ( $T_D$ ) makin tinggi. Masing-masing alkena memiliki 2 lebih sedikit elektron dibanding alkana yang sama jumlah atom karbonnya.

Sifat fisis alkena, yakni titik didih mirip alkana. Hal ini dikarenakan alkena bersifat non polar dan mempunyai gaya antar molekul yang relatif lemah. Di samping itu, nilai Mr alkena hampir sama dengan alkana. seperti halnya alkana kecenderungan titik didih alkena juga naik seiring dengan pertambahan nilai Mr atau kenaikan jumlah atom karbon.

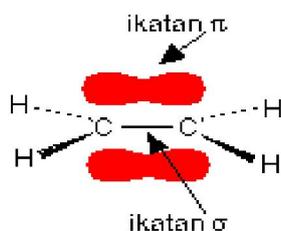
Untuk kelarutan, alkena hampir tidak dapat larut dalam air, tapi larut dalam pelarut-pelarut organik. Oleh karena itu, jika cairan alkena dicampur dengan air maka kedua cairan itu akan membentuk lapisan yang tidak saling bercampur. Alkena hampir tidak dapat larut dalam air, tapi larut dalam pelarut-pelarut organik, seperti lemak dan minyak.

#### 4.3.2. Sifat Kimia

Untuk ikatan, kita cukup membahas etena, sebab sifat-sifat ikatan C=C pada etena juga berlaku pada ikatan C=C dalam alkena yang lebih kompleks. Etena biasanya digambarkan sebagai berikut:



Ikatan rangkap antara atom karbon adalah dua pasang elektron bersama. Hanya saja pada gambar di atas tidak ditunjukkan bahwa kedua pasangan elektron tersebut tidak sama satu sama lain. Salah satu dari pasangan elektron dipegang pada sebuah garis lurus antara dua inti karbon, tapi pasangan lainnya dipegang dalam sebuah *orbital molekul* di atas dan di bawah bidang molekul. Orbital molekul adalah sebuah ruang dalam molekul dimana terdapat kemungkinan besar untuk menemukan sepasang elektron tertentu.



Pada gambar di atas, garis antara kedua atom karbon menunjukkan sebuah ikatan normal pasangan elektron bersama terletak dalam sebuah orbital molekul pada garis antara dua inti. Ikatan ini disebut ikatan sigma. Pasangan elektron yang lain ditemukan di suatu tempat dalam bagian berarsir di atas atau di bawah bidang molekul. Ikatan ini disebut ikatan  $\pi$ . Elektron-elektron dalam

ikatan  $\pi$  bebas berpindah *kemanapun* dalam daerah berarsir ini dan bisa berpindah bebas dari belahan yang satu ke belahan yang lain.

Elektron  $\pi$  tidak sepenuhnya dikendalikan oleh inti karbon seperti pada elektron dalam ikatan sigma, dan karena elektron  $\pi$  terletak di atas dan di bawah daerah kosong dari molekul, maka elektron-elektron ini relatif terbuka untuk diserang oleh partikel lain.

#### 4.4. Kegunaan Alkena

Alkena banyak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan senyawa organik di industri, seperti industri plastik, farmasi, dan insektisida. Berikut beberapa contohnya :

1. Etena

Etena adalah bahan baku pembuatan polietena dan senyawa organik intermediet (produk antara) seperti kloroeten (vinil klorida) dan stirena.

2. Propena

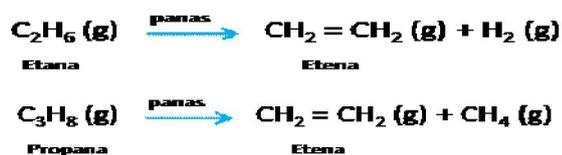
Propena digunakan untuk membuat polipropena, suatu polimer untuk membuat serat sintesis, materi pengepakan, dan peralatan memasak. Propena digunakan untuk membuat polipropena, suatu polimer untuk membuat serat sintesis, materi pengepakan, dan peralatan memasak.

3. Butadiena

Butadiena adalah salah satu alkadiena, yang melalui reaksi polimerisasi akan membentuk polibutadiena (karet sintesis). Polibutadiena murni bersifat lengket dan lemah sehingga digunakan sebagai komponen adhesif dan semen. Agar lebih kuat dan elastis, polibutadiena dipanaskan dengan belerang melalui proses vulkanisir. Rantai-rantai polibutadiena akan bergabung melalui rantai belerang. Setelah itu, zat kimia seperti karbon dan pigmen ditambahkan untuk memperoleh karakteristik yang diinginkan. Alkena berada dalam jumlah yang kecil di alam sehingga harus disintesis melalui perengkahan alkana dari gas alam dan minyak bumi. Contoh : sintesis etena ( $C_2H_4$ ).

#### 4.5. Sumber Alkena

- Perengkahan alkana dari gas alam



- Pereng





Alkohol primer bereaksi dengan lambat. Dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan panas, alkena terbentuk, dapat mengalami isomerisasi dan reaksi lain; oleh karena itu biasanya alkohol primer tak berguna dalam pembuatan alkena. Alkil halida primer juga dapat mengalami reaksi eliminasi dengan lambat lewat jalan E2. Namun, bila di gunakan dalam suatu basa meruah seperti ion t-butoksida, dapat diperoleh alkena dengan rendemen yang baik.

4. Proses dehidrasi alkohol menggunakan aluminium oksida sebagai katalis.

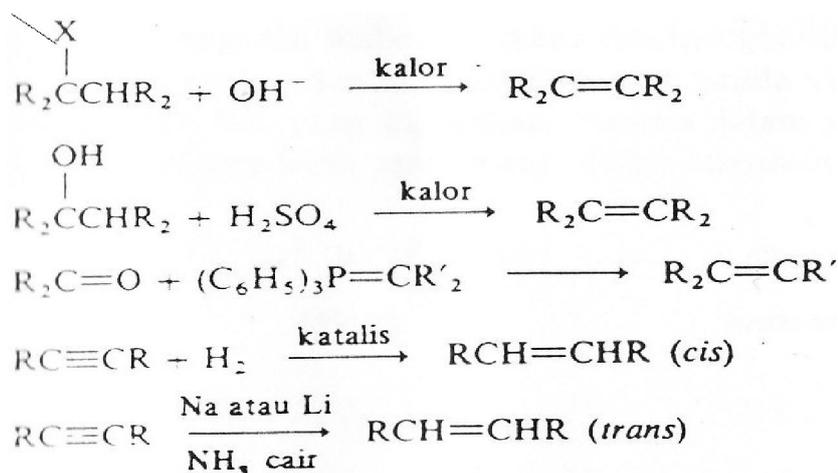
~ Dehidrasi etanol menjadi etena

Ini merupakan sebuah cara sederhana untuk membuat alkena berwujud gas seperti etena. Jika uap etanol dilewatkan pada bubuk aluminium oksida yang dipanaskan, maka etanol akan terurai membentuk etena dan uap air.

5. Dehidrasi sikloheksanol menjadi sikloheksana

Proses dehidrasi ini merupakan sebuah proses pemisahan yang umum digunakan untuk mengilustrasikan pembentukan dan pemurnian sebuah produk cair. Dengan adanya fakta bahwa atom-atom karbon tergabung dalam sebuah struktur cincin, tidak akan ada perbedaan yang terbentuk bagaimanapun karakteristik kimia reaksi yang terjadi.

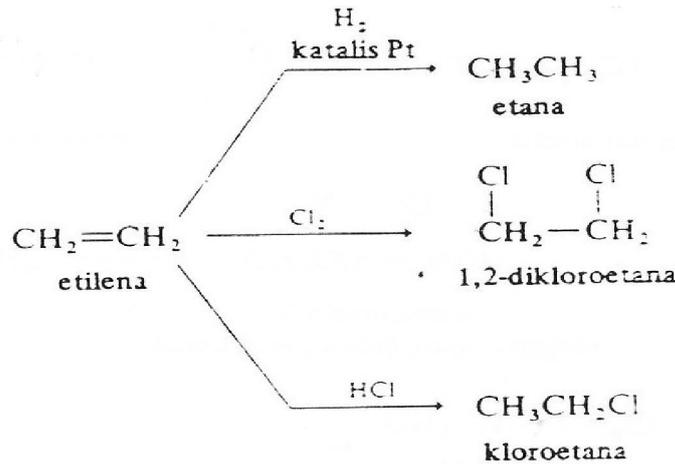
#### Ringkasan sintesis Alkena dalam skala laboratorium



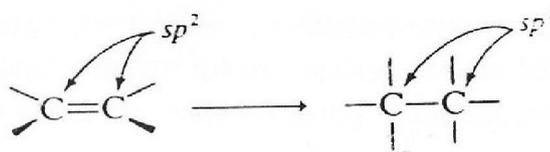
#### 4.7. Reaksi reaksi pada Alkena

1. Reaksi adisi

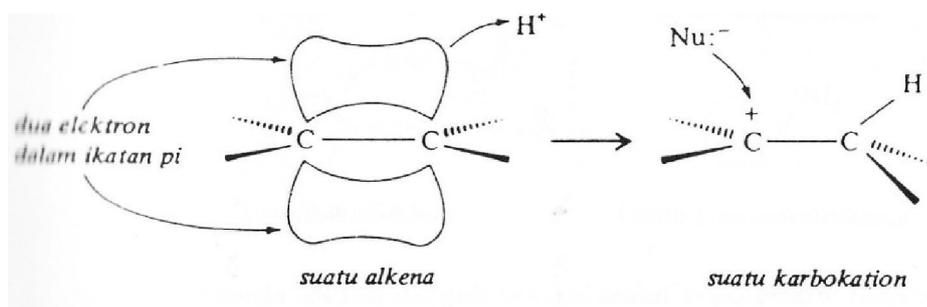
Adalah reaksi dengan hidrogen, klor, dan suatu hidrogen halida. Reaksi-reaksi penting yang terjadi semuanya berpusat di sekitar ikatan rangkap. Biasanya, ikatan pi terputus dan elektron-elektron dari ikatan ini digunakan untuk menggabungkan dua atom karbon dengan yang lainnya. Alkena mengalami *reaksi adisi*.



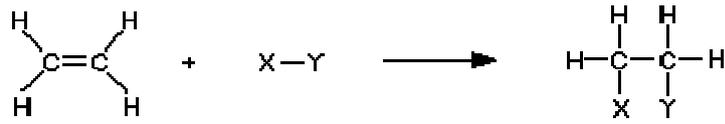
Tiap reaksi adalah reaksi adisi. Dalam tiap kasus, suatu pereaksi diadisikan kepada alkena tanpa terlepasnya atom atom lain. Segera di ketahui bahwa karakteristik utama senyawa tak jenuh ialah adisi pereaksi kepada ikatan-ikatan pi. Dalam suatu senyawa reaksi adisi suatu alkena, ikatan pi terputus dan pasangan elektronnya di gunakan untuk membentuk dua ikatan sigma baru. Dalam tiap kasus, atom karbon  $sp^2$  di rehidridisasi menjadi  $sp^3$ . 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 berdifat eksoterm.



Pada umumnya, ikatan rangkap karbon-karbon tidak diserang oleh nukleofil karena tak memiliki atom karbon yang positif parsial untuk dapat menarik nukleofil. Namun elektron pi yang tak terlindungi dalam ikatan rangkap karbon karbon akan menarik elektrofil seperti  $\text{H}^+$ . Oleh karena itu banyak reaksi alkena diawali dengan suatu serangan elektrofilik. Suatu tahap yang menghasilkan sebuah karbokation. kemudian karbokation diserang oleh sebuah nukleofil dan menghasilkan produk. Reaksi adisi tipe ini akan dibahas terlebih dahulu, kemudian barulah reaksi alkena tipe tipe lain.



Sebagai contoh, dengan menggunakan sebuah molekul umum X-Y



Elektron-elektron yang agak terekspos dalam ikatan pi akan terbuka bagi serangan sesuatu yang membawa muatan positif. Elektron ini disebut sebagai *elektrofil*.

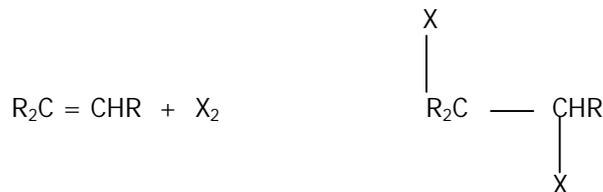
**Beberapa jenis reaksi adisi yaitu:**

- Adisi hidrogen dan Halogen ( Hidrogenasi and Halogenasi )  
Ikatan pi dari alkena akan terpecah dari masing-masing pasangan elektronnya akan membentuk ikatan sigma yang baru ( atom karbon  $sp^2$  akan terhibridisasi membentuk atom karbon  $sp^3$  ). Hidrogenasi alkena dengan katalis akan menghasilkan alkana.

Reaksi Hidrogenasi adalah sebagai berikut:

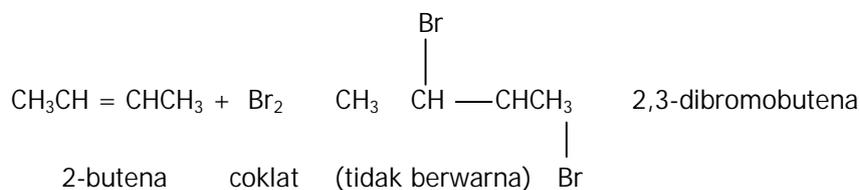


Halogenasi alkena akan menghasilkan dihaloalkana, reaksinya sebagai berikut



Penambahan brom pada senyawa berikatan rangkap dilakukan sebagai salah satu identifikasi adanya ikatan rangkap. Reaksi dilakukan dengan menggunakan larutan bromin pada  $\text{CCl}_4$ . Adanya ikatan rangkap ditunjukkan dengan hilangnya warna coklat dari brom.

Proses reaksinya adalah sebagai berikut:



- Adisi Halida Hidrogen (Hidrohalogenasi)  
Hidrogen halida akan ditambahkan pada ikatan pi alkena membentuk alkil halida. Reaksi ini merupakan adisi elektrofilik.

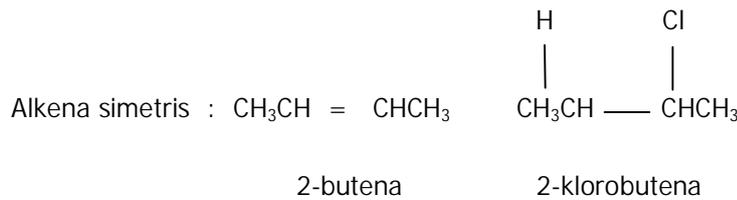
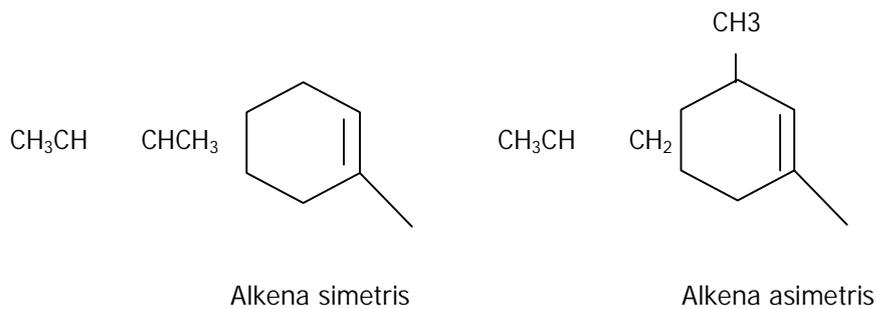
Reaksi Adisi Halida Hidrogen adalah sebagai berikut:



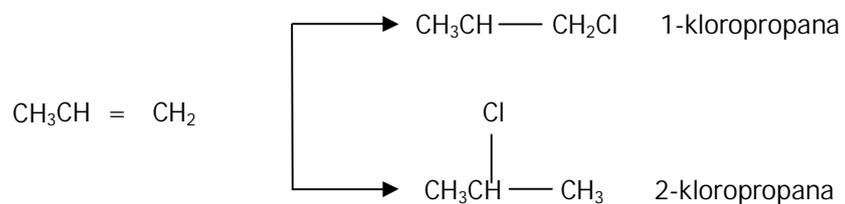
Etilena

etil halida

Jika suatu alkena adalah alken asimetris (gugus terikat pada dua karbon  $\text{sp}^3$  yang berbeda), maka kemungkinan akan terbentuk 2 produk yang berbeda dengan adanya adisi HX.



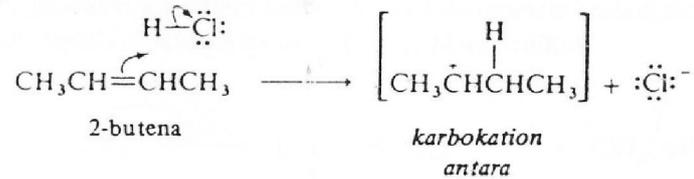
Alkena asimetris :



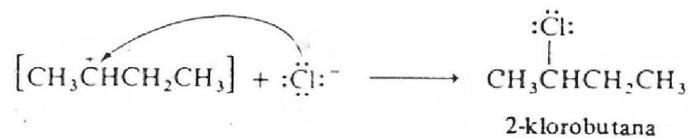
Adisi hidrogen halida pada alkena untuk membuat alkil halida, sering digunakan sebagai sintesa. Biasanya gas HX dialirkan ke dalam larutan alkena itu, (larutan pekat) hidrogen halida dalam air akan menghasilkan campuran produk, karena air dapat pula mengadisi ikatan rangkap. Reaktivitas relatif HX dalam reaksi ini adalah  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ . Asam terkuat HI bersifat paling reaktif terhadap alkena, sedangkan asam lemah (HF) adalah paling tak reaktif.

Suatu hidrogen halida mengandung ikatan H-X yang sangat polar dan dapat dengan mudah melepaskan H<sup>+</sup> kepada ikatan pi suatu alkena. Hasil serangan H<sup>+</sup> adalah suatu karbokation antara yang cepat bereaksi dengan ion negatif halida dan menghasilkan suatu alkil halida. Karena serangan awal dilakukan oleh sebuah elektrofil, maka adisi HX kepada sebuah alkena reaksi adisi elektofilik.

Tahap 1 (lambat):



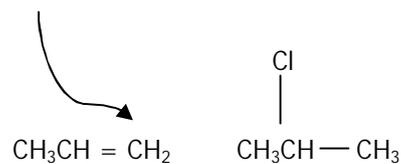
Tahap 2 (cepat):



- Aturan Markovnikov

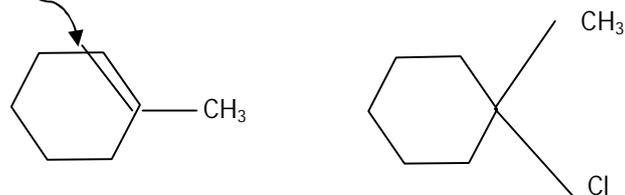
Markovnikov mengemukakan suatu teori untuk mengetahui pada rantai karbon yang mana atom H akan terikat. Menurut Markovnikov, dalam adisi HX pada alkena asimetris, H<sup>+</sup> dari HX akan menyerang ikatan rangkap karbon yang mempunyai jumlah atom H terbanyak. Dengan aturan Markovnikov tersebut, maka produk yang akan terbentuk dapat diprediksi, seperti pada contoh berikut ini

Lokasi atom H



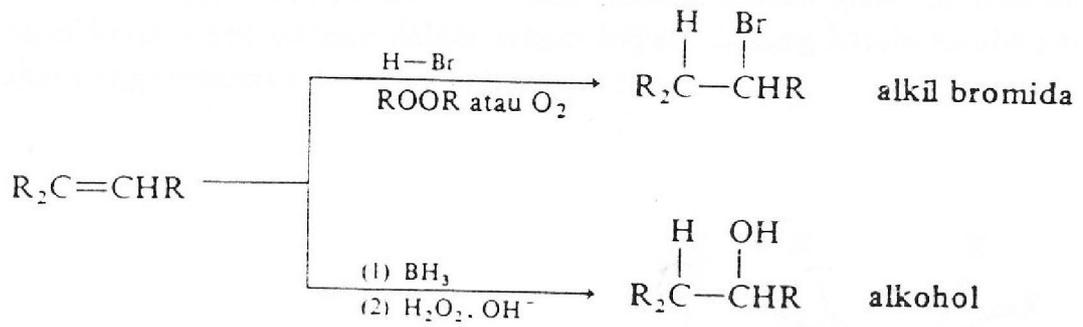
2-kloropropana

Lokasi atom H

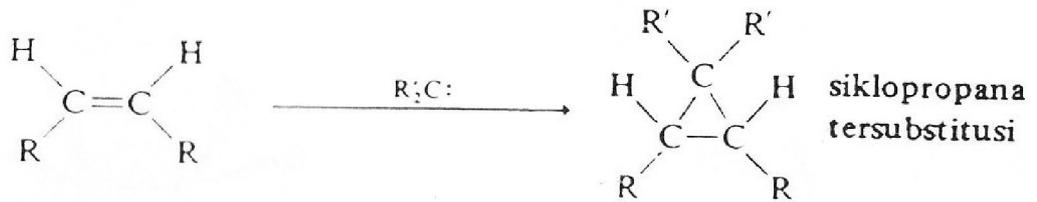




**Adisi Anti Markovnikov**



**Sin Adisi Karbena**



- Hidrobrominasi Alkena

Adisi hidrogen halida menggunakan HBr dan peroksida (ROOR) disebut hidrobrominasi dan adisi yang terjadi adalah adisi anti Markonikov. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya radikal Br<sup>+</sup> dari HBr. Ion Br<sup>+</sup> ini akan menyerang ikatan rangkap atom karbon yang mempunyai jumlah atom H terbanyak dan membentuk radikal bebas yang stabil.

Reaksi hidrobrominasi adalah sebagai berikut:

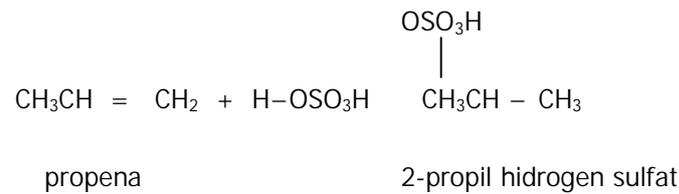




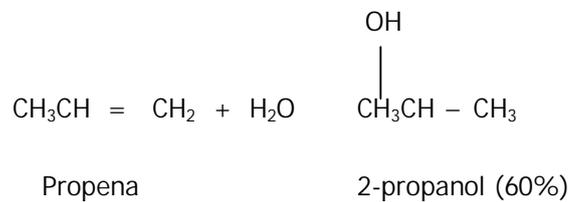
Bila  $\text{Br}^+$  maka terbentuk radikal bebas yang lebih stabil (kestabilan radikal bebas, seperti karbokation, berurutan sebagai tersier > sekunder > primer). Dalam contoh ini, hasil adisi radikal bebas ialah 1 bromopropana. Hidrogen klorida tidak menjalani adisi radikal bebas pada alkena karena proses pelepasan HCl yang terlalu lama menjadi radikal bebas. Hidrogen iodida tidak menjalani reaksi ini karena adisi  $\text{I}^-$  kedalam Alkena bersifat endoterm dan terlalu perlahan untuk mendukung suatu reaksi rantai.

- Adisi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}$

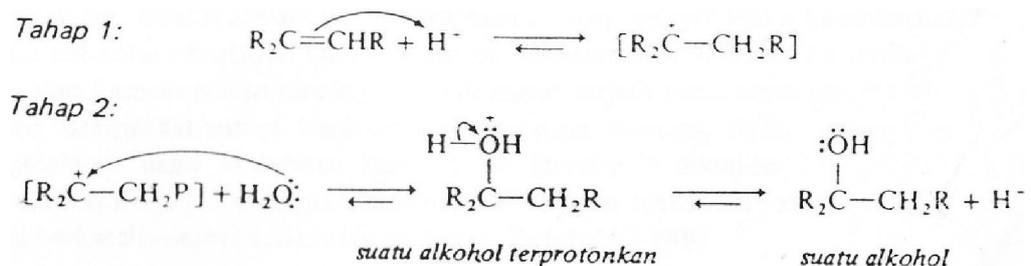
Adisi asam sulfat pada alkena akan menghasilkan alkil hidrogen sulfat, yang selanjutnya akan digunakan dalam sintesis alkohol atau eter.



Pada larutan asam kuat (seperti larutan asam sulfat), air ditambahkan pada ikatan rangkap untuk menghasilkan alkohol. Reaksi ini disebut hidrosi alkena.



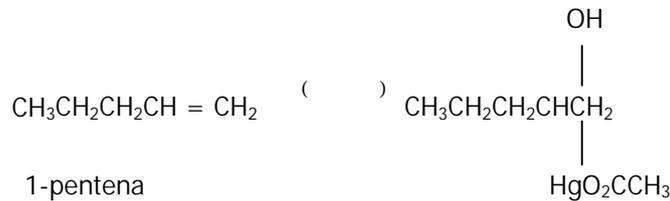
Kedua reaksi itu berlangsung dalam dua tahap, tepat sama seperti adisi hydrogen halide. Tahap pertama ialah protonasi alkena dan menghasilkan suatu karbokation. Tahap kedua ialah adisi suatu nukleofil ke karbokation itu. Karena mula mula terbentuk karbokation, kedua reaksi itu tunduk pada aturan Markovnikov. Penataan ulang dapat terjadi bila karbokation itu dapat menjalani geseran 1,2 (dari) atom H atau untuk menghasilkan karbokation yang lebih stabil.



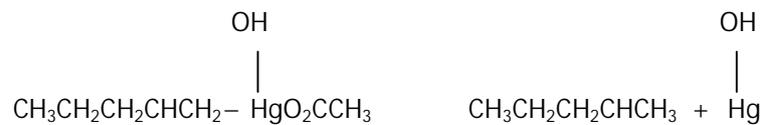
- Hidrasi menggunakan Merkuri asetat

Reaksi merkuri asetat  $\text{Hg}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2$  dan air pada alkena disebut oksimerkurasi. Produk oksimerkurasi biasanya direduksi dengan Natrium borohidrid ( $\text{NaBH}_4$ ), suatu rangkaian reaksi yang disebut dimerkurasi. Reaksi ini terdiri dari 2 tahap reaksi yaitu adisi elektrofilik dari  $\text{HgO}_2\text{OCH}_3$  diikuti dengan serangan nukleofil  $\text{H}_2\text{O}$ .

Proses reaksi Oksimerkurasi adalah sebagai berikut:



Proses reaksi Dimerkurasi adalah sebagai berikut:



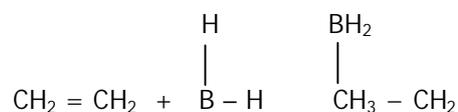
Seperti adisi dari pereaksi-pereaksi lain pada alkena, oksimerkurasi adalah proses adisi dua tahap. Adisi dimulai dengan serangan elektrofilik  $\text{Hg}_2\text{O}_2\text{CCH}_3$  yang diikuti oleh serangan nukleofilik  $\text{H}_2\text{O}$ . Karena ternyata tak terjadi penataan ulang zat antara yang terbentuk oleh serangan elektrofilik kiranya bukan suatu karbokation sejati.

- Adisi Borana

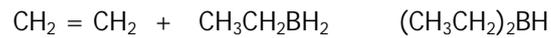
Diboran ( $\text{B}_2\text{H}_4$ ) adalah gas beracun yang dibuat dari reaksi Natrium borohidrid dan Boron trifluorida ( $3 \text{NaBH}_4 + 4 \text{BF}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6 + 3 \text{NaBF}_4$ ). Pada larutan dietil eter, diboran terdisosiasi membentuk boran ( $\text{BH}_3$ ). Boran akan bereaksi dengan alkena membentuk organoboran ( $\text{R}_2\text{B}$ ). Reaksi ini terdiri dari 3 langkah reaksi. Dalam masing-masing tahap, satu gugus alkil ditambahkan dalam boran sampai semua atom hidrogen telah digantikan oleh gugus alkil. Reaksi ini disebut hidroborasi.

Mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut:

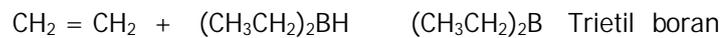
Tahap 1



Tahap 2

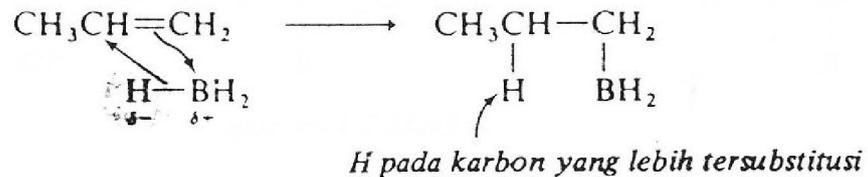


Tahap 3

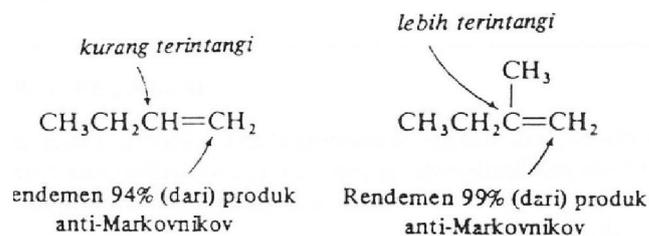


Organoboran selanjutnya akan dioksidasi menjadi alkohol dengan hidrogen peroksida dalam larutan basa.

Borana berbeda dari reagensia adisi lain yang telah disebut karena H adalah bagian elektro negatif dari molekul itu, bukannya bagian elektro positif seperti dalam HCl atau H<sub>2</sub>O bila borana mengadisi suatu ikatan rangkap, hidrogennya (sebagai ion hidrida H<sup>-</sup>) menjadi terikat pada karbonnya yang lebih tersubstitusi. Hasilnya ialah suatu adisi ialah anti markovnikov.



Rintang sterik memainkan peranan arah dalam reaksi ini. Rendemen terbaik dari organoborana anti markovnikov di peroleh bila satu karbon dari ikatan rangkap lebih terintangi daripada karbon yang lain.

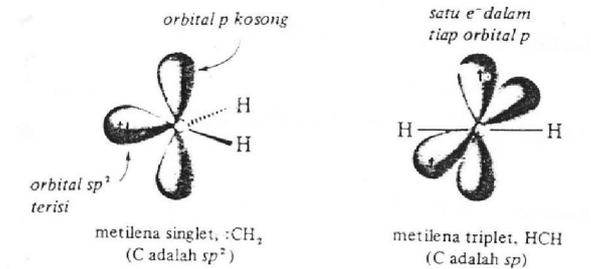


Organoborana mudah dioksidasi menjadi alkohol oleh hidrogen peroksida dalam suasana basa hasil akhir dari adisi borana yang disusul dengan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kelihatannya seolah-olah air di adisikan secara anti markovnikov kepada ikatan rangkap. Rendemen keseluruhan sebesar 95 – 100 %.

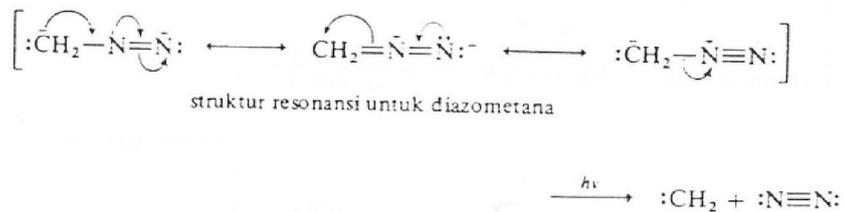


- Adisi Karbena pada Alkena

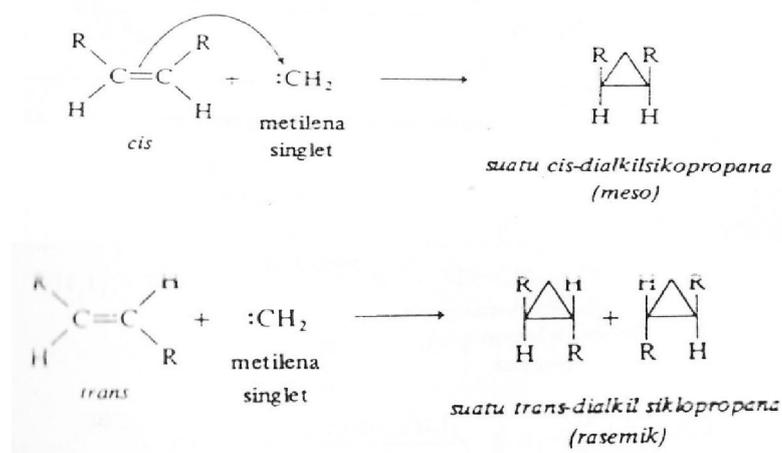
Terdapat metilena singkat dengan karbon terhibridisasi  $sp^2$  dan metilena triplet dengan karbon terhibridisasi  $sp$ . Lihat gambar dibawah ini. Metilena singlet lebih berguna dalam reaksi organik dan demikianlah kita akan membatasi pembahasan pada bentuk metilena ini.



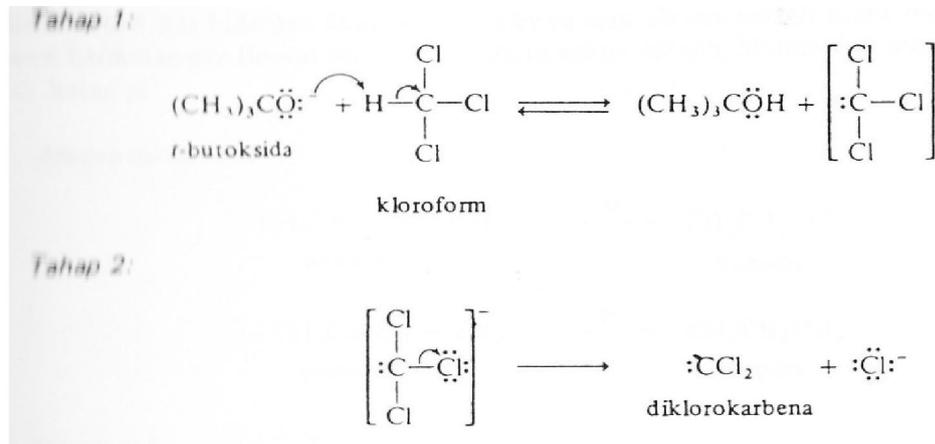
Metilena singlet dapat dibuat dengan fotolisis diazometana ( $CH_2N_2$ ) Suatu senyawa yang juga reaktif dan tak biasa.



Karbon dalam  $CH_2$  dengan hanya 6 elektron valensi, bersifat elektrofilik dan mengadisi ikatan rangkap suatu alkena untuk menghasilkan suatu siklopropana tersubstitusi. Reaksi ini bersifat sin adisi yang stereospesifik



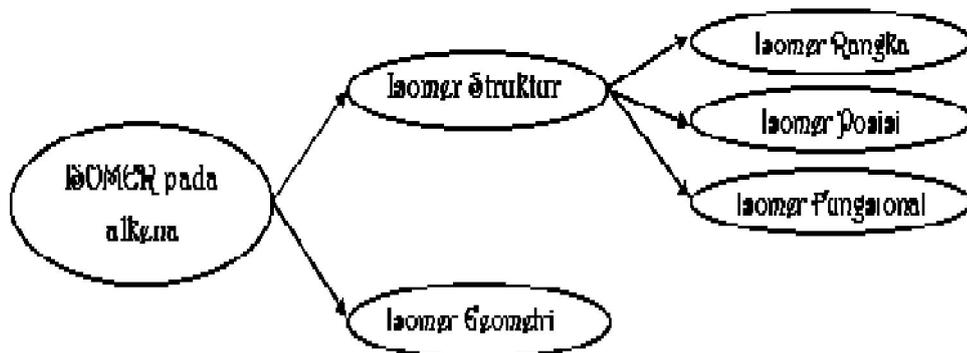
Dikloropropana dapat dibuat dengan diklorokarbena yang terbentuk oleh reaksi antara suatu basa kuat dan kloroform. Perubahan  $\text{CHCl}_3$  menjadi  $\text{Cl}_2\text{C}$  dihubungkan dengan reaksi eliminasi alkil kalida dalam arti basa itu mengenyahkan  $\text{HCl}$  dari dalam molekul itu.



#### 4.8. Keisomeran

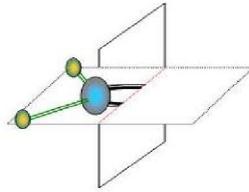
Struktur isomer yang berarti struktur yang berbeda tetapi mempunyai rumus molekul yang sama ditunjukkan oleh

isomer: isomer yang berbeda alkena



Ikatan rangkap dua terbentuk dari atom karbon yang terhibridisasi  $\text{sp}^2$ . Masing-masing atom Karbon memiliki dua jenis orbital atom yaitu orbital sigma ( ) dan orbital phi ( ).

Orbital  $sp^2$  membentuk sudut  $120^\circ$ , membentuk segitiga datar. Sehingga gugus yang ada memiliki rotasi yang terbatas, perhatikan Gambar dibawah ini. Molekul etilena berbentuk segi datar.



### 1. Isomer Struktur

Isomer dengan perbedaan terletak pada urutan penggabungan atom-atom penyusun molekul

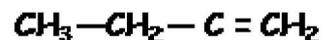
- a. Isomer Rangka,  
Senyawa dengan rumus molekul sama, namun rangka (bentuk) atom karbon berbeda
- b. Isomer Posisi,  
Senyawa dengan rumus molekul dan gugus fungsional sama, namun mempunyai posisi gugus fungsional berbeda.
- c. Isomer Fungsional,  
Senyawa dengan rumus molekul sama, namun jenis gugus fungsional berbeda.

### 2. Isomer Geometri

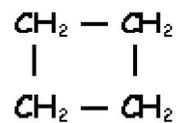
Senyawa dengan rumus molekul, gugus fungsional, dan posisi gugus fungsional sama, namun bentuk geometri (struktur ruang) berbeda. Isomer geometri terdiri dari isomer cis-trans dan isomer optik.

untuk lebih memahami perbedaan-perbedaan isomer-isomer tersebut, perhatikan contoh berikut

Contoh :  $C_4H_8$



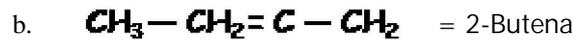
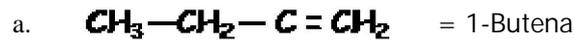
Butena



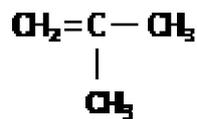
Isobutana

Senyawa di atas merupakan senyawa berbeda namun memiliki rumus molekul yang sama, yakni  $C_4H_8$ . Senyawa di atas memiliki gugus fungsi yang berbeda, dimana pada butena terdapat ikatan rangkap sebagai gugus fungsinya sedangkan pada alkana tidak memiliki gugus fungsi. Sehingga keduanya disebut berisomer fungsional.

Selain itu, senyawa alkena C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> juga memiliki 3 isomer lain, yaitu :



Kedua senyawa ini memiliki rangka atom C yang sama, tetapi posisi ikatan rangkapnya berbeda sehingga keduanya disebut berisomer posisi. Kedua senyawa tersebut juga berisomer rangka dengan senyawa berikut.



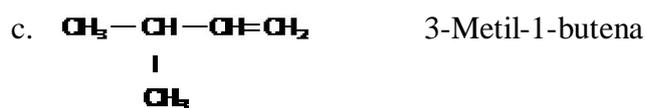
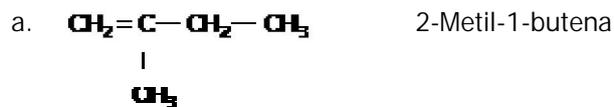
Contoh lain : C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>

Senyawa ini memiliki lima isomer dengan dua bentuk rangka atom C, yaitu rangka lurus dan rangka bercabang.

1. Bentuk rangka lurus



2. Bentuk rangka bercabang



Senyawa alkena memiliki isomer geometri berupa isomer cis-trans. Isomer geometri yang terjadi jika atom C yang memiliki ikatan rangkap mengikat dua gugus yang berbeda.



Keterangan :

R : gugus ring

B : gugus ber

..... (garis

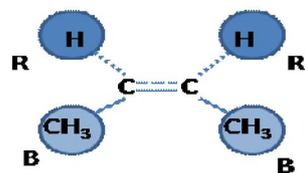
(garis

- Bentuk dan t  
belak
- Bentuk  
Gug  
pada

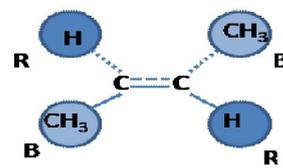
sama berat)  
mengarah ke

ersebrangan.  
yang terikat  
ainnya.

Untuk lebih m  
Senyawa 2-



*Cis*-2-butena



*Trans*-2-butena

Bagaimana jika salah satu gugus metil diganti dengan gugus etil, misalnya senyawa 2-pentena?



Bagaimana c  
tidak didasa  
tersebut. Cai  
rangkap.

netil-2-pentena?  
ab hal ini, tentu  
molekul gugus  
ap-tiap ikatan C



Atom C pertama mengikat atom H dan gugus metil (CH<sub>3</sub>), gugus metil lebih berat dibandingkan atom H (mengapa?) sehingga gugus metil diberi tanda B dan atom H diberi tanda R. Atom C kedua mengikat gugus metil (CH<sub>3</sub>) dan gugus etil (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>). Gugus etil yang lebih berat diberi tanda B sedang gugus metil diberi tanda R. Pada isomer cis, gugus yang sama (gugus B atau R) terletak pada satu sisi. Adapun pada isomer trans, gugus yang sama (gugus B atau R) ada pada posisi yang bersebrangan. Senyawa yang memiliki bentuk trans lebih stabil dibandingkan senyawa yang memiliki bentuk cis

## SOAL-SOAL

### A. Soal Pilihan

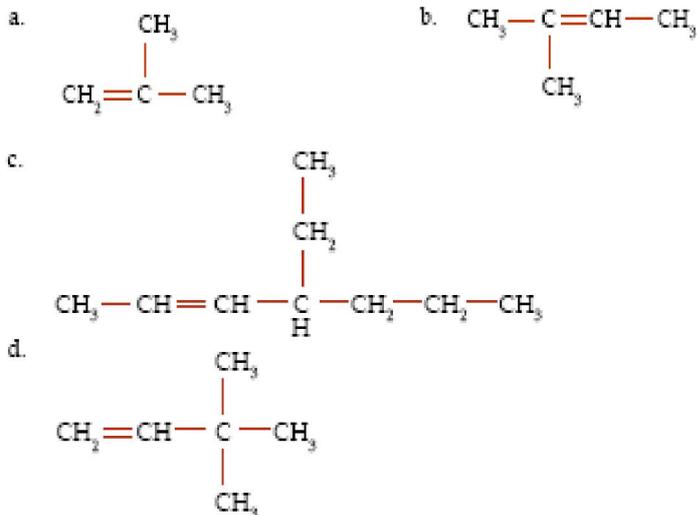
- Alkena disebut juga Olefiant gas, yang artinya....
  - gas yang membentuk minyak
  - gas yang membentuk polimer
  - gas yang membentuk berbagai macam senyawa hidrokarbon
  - semua jawaban salah
- Dalam addisi HX kepada alkena simetris, H<sup>+</sup> dari HX menuju ke karbon berikatan rangkap yang telah lebih banyak memiliki hidrogen dari...
  - Sytz Wagner
  - Markovnikov
  - Wurtz
  - Corey House

3. Reaksi alkena yang dengan senyawa tertentu akan menghasilkan rantai yang panjang , merupakan reaksi...
  - a. Adisi Polimerisasi
  - b. Adisi Didrasi
  - c. Adisi Halogenasi
  - d. Eliminasi Dehidrasi
  
4. Dibawah ini merupakan serbuk logam yang dapat bereaksi dengan gas H<sub>2</sub> ( Hidrogen ) membembetuk suatu alkena,kecuali.....
  - a. Ni
  - b. Zn
  - c. Pt
  - d. Pd
  
5. Hidrogen halide mengadisi ikatan pi alkena dan menghasilkan...
  - a. Alkil bromide
  - b. Ion siklik
  - c. Alkyl halide
  - d. Alkil alcohol
  
6. Propena direaksikan dengan Hbr akan menghasilkan.....
  - a. 2,3-dibromo propane
  - b. 3-bromo propane
  - c. 2-dibromo propane
  - d. 2-bromo propane
  
7. Suatu alkena jika direaksikan dengan campuran Cl<sub>2</sub> dan Br<sub>2</sub> dalam air akan menghasilkan produk...
  - a. 1,2 Halohidrin
  - b. 1,3 didalohidrin
  - c. 1,2 diklorobromida
  - d. 1-bromo-2 metil-2 propanol
  
8. Dalam larutan asam, kuat seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam air , air mengadisi suatu ikatan rangkap dan menghasilkan alkohol , reaksi ini disebut....
  - a hidrasi suatu alkena
  - b. hidrohalogenasi suatu alkuna
  - c. hidrogen halogenasi suatu alkena
  - d. reduksi suatu alkuna
  
9. 1 heksena jika di reaksikan dengan Organoborana akan menghasilkan suatu produk yaitu...
  - a. 2 heksanol
  - b. 3,4 di heksanol
  - c. 1 heksanol
  - d. 4,5 heksanol

10. Dikloropropana dapat dibuat dengan diklorokarbena (  $\text{ClC}$  ) yang terbentuk oleh reaksi antara....
- Suatu basa kuat dengan kloroform
  - Suatu Asam kuat dengan kloroform
  - Campuran Basa Kuat dan Asam kuat dengan clorida
  - Campuran Basa Kuat dan asam lemah dengan kloroform

## B. Soal Isian

1. Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut !



- Jelaskan macam - macam isomer pada Alkena !
- Ada berapa Isomer pada senyawa  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ?
- Sebutkan kegunaan dari alkena !
- Isomer *cis alkena* dapat dibuat dengan hidrogenasi katalitik alkuna. Isomer *trans alkena* dapat diperoleh dengan rendemen sangat bagus dengan suatu reduksi pelarut logam dari alkuna; suatu reduksi yang menggunakan larutan logam natrium atau litium dalam ammonia cair pada  $-33^\circ\text{C}$ . Dalam suatu reduksi pelarut logam, alkali dioksida menjadi suatu kation, sementara proton untuk reduksi diperoleh dari  $\text{NH}_3$ . Tulislah persamaan berimbang yang menunjukkan reduksi 3 oktuna oleh ( a ) hidrogenasi dan ( b ) Na dalam  $\text{NH}_3$  cair. Namailah produk produk itu ?
- Ramalkan laju relater reaksi alkena berikut ini terhadap  $\text{HBr}$  ( laju terendah ditulis lebih dulu ) :
  - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
  - $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
  - $(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{CHCH}_3$
- Jelaskan secara singkat yang termasuk reaksi addisi pada Alkena!
- Jelaskan apa yang dimaksud dengan baeyer test pada Alkena!
- Bagaimanakah reaksi pembuatan alkena dari Dehidrasi alcohol?

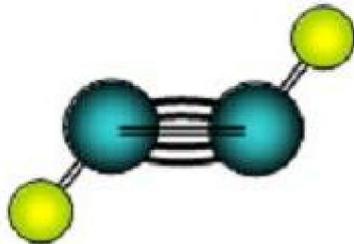
10. Jelaskan mekanisme reaksi pada adisi Borana.
11. Apa produk dari sikloalkana yang direaksikan dengan OsO atau larutan  $\text{KMnO}_4$  dingin ?
12. Bila propena diolah dengan  $\text{Br}_2 + \text{Cl}^-$  hanya 1 bromo kloropropena yang terisolasi sebagai produk. Bagaimana strukturnya? Tunjukkan pembentukannya dengan persamaan reaksi.
13. Jelaskan aturan markovnikov !
14. Jelaskan reaksi Adisi Halida Hidrogen (Hidrohalegenasi) pada alkena dan berikan contohnya!

# BAB 5

## ALKUNA DAN DIENA

### 5.1. Pengertian Alkuna

Alkuna merupakan deret senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang dalam tiap molekulnya mengandung satu ikatan rangkap 3 diantara dua atom C yang berurutan. Untuk membentuk ikatan rangkap 3 atau 3 ikatan kovalen diperlukan 6 elektron, sehingga tinggal satu elektron pada tiap-tiap atom C tersisa untuk mengikat atom H. Jumlah atom H, yang dapat diikat berkurang dua, maka rumus umumnya menjadi



Rumus Umum Alkuna

Gambar, Struktur Alkuna.

Seperti halnya alkena, alkuna juga mempunyai suku pertama dengan harga  $n = 2$ , sehingga rumus molekulnya  $\text{C}_2\text{H}_2$ , sedang rumus strukturnya  $\text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H}$ . Senyawa alkuna tersebut mempunyai nama etuna atau dengan nama lazim asetilena. Asetilena merupakan suatu gas yang dihasilkan dari reaksi senyawa karbida dengan air dan banyak digunakan oleh tukang las untuk menyambung besi. Reaksinya adalah sebagai berikut :



### *Sifat Fisis Alkuna*

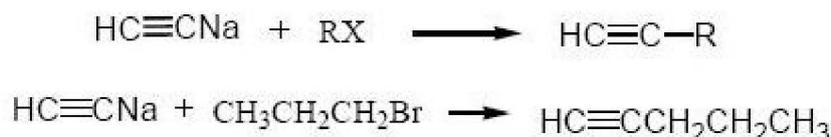
Sifat fisis alkuna, yakni titik didih mirip dengan alkana dan alkena. Semakin tinggi suku alkena, titik didih semakin besar. Pada suhu kamar, tiga suku pertama berwujud gas, suku berikutnya berwujud cair sedangkan pada suku yang tinggi berwujud padat.

Nama Alkana	Rumus molekul	Mr	Titik Leleh (°C)	Titik Didih (°C)	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	Fase Pada 25°C
Etuna	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26	-81	-85	-	Gas
Propuna	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	40	-103	-23	-	Gas
1-Butuna	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	54	-126	8	-	Gas
1-Pentuna	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	68	-90	40	0,690	Cair
1-Heksuna	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	82	-132	71	0,716	Cair
1-Hepuna	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub>	96	-81	100	0,733	Cair
1-Oktuna	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub>	110	-79	126	0,740	Cair
1-Nonuna	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub>	124	-50	151	0,766	Cair
1-Dekuna	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	138	-44	174	0,765	Cair

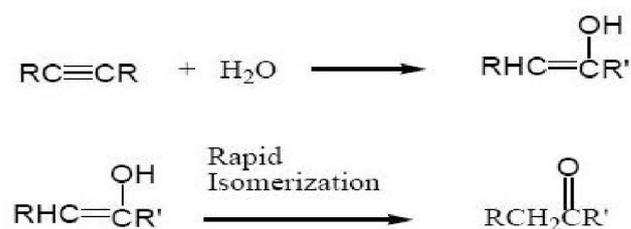
( Sumber : <http://www.susilochem04.co.cc/2010/07/sifat-alkana-alkena-alkuna.html> )

### Sifat Kimia Alkana

Secara umum, alkuna lebih reaktif dari pada alkena, karena kecenderungan dari alkuna untuk mengurangi ketidakelestariannya. Reaksi yang penting adalah reaksi adisi nukleofil. Dalam hal penyerangan oleh pereaksi nukleofil, alkuna lebih reaktif daripada alkena.



Reaksi ini efektif hanya jika memakai metil halida atau primer atau ester sulfonat

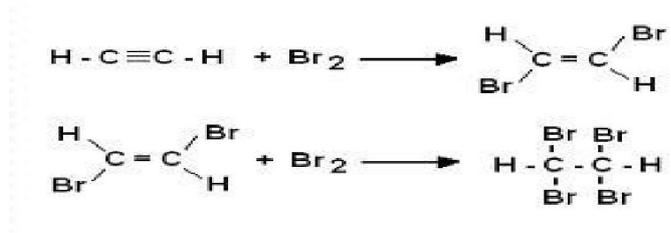


Adanya ikatan rangkap tiga yang dimiliki alkuna memungkinkan terjadinya reaksi adisi, polimerisasi, substitusi dan pembakaran.

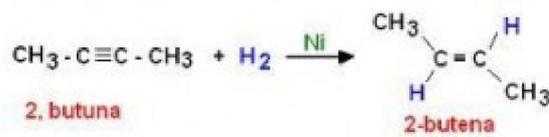
#### 1. Reaksi adisi pada alkuna

Contoh reaksi adisi alkuna dengan gas halogen, seperti gas bromine (Br<sub>2</sub>), klorine (Cl<sub>2</sub>) dan iodine (I<sub>2</sub>). Ikatan rangkap tiga terlepas dan senyawa halogen masuk pada kedua atom karbon. Reaksi

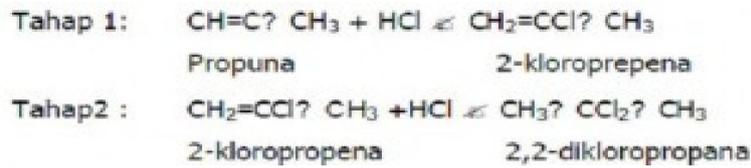
terus berlangsung sehingga seluruh ikatan rangkapnya terlepas, dan membentuk senyawa haloalkana.



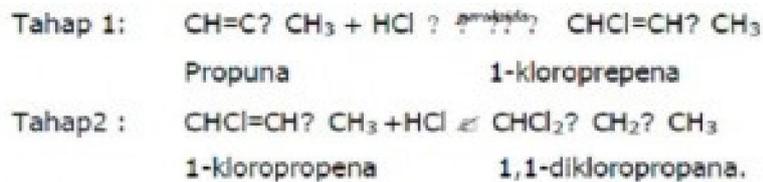
Reaksi lainnya yaitu adisi dengan senyawa hidrogen menggunakan katalis Nikel,



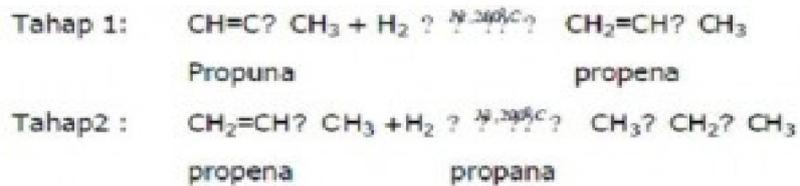
Reaksi alkuna dengan hidrogen halida



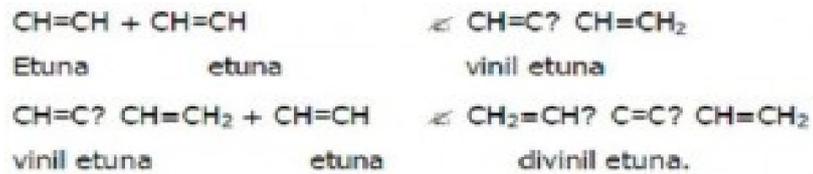
Reaksi di atas mengikuti aturan markonikov, tetapi jika pada reaksi alkena dan alkuna ditambahkan peroksida maka akan berlaku aturan antimarkonikov. Perhatikan reaksi berikut:



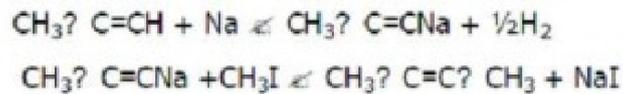
Reaksi alkuna dengan hidrogen



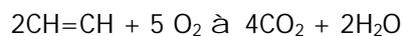
2. Polimerisasi alkuna



3. Substitusi alkuna Substitusi (pengantian) pada alkuna dilakukan dengan menggantikan satu atom H yang terikat pada C=C di ujung rantai dengan atom lain.



4. Pembakaran alkuna Pembakaran alkuna (reaksi alkuna dengan oksigen) akan menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O



### 5.1.1. Tatanama Senyawa Alkuna

Secara umum, penamaan alkuna tidak jauh beda dengan penamaan alkana dan alkena. Perbedaannya terletak pada akhiran nama senyawa. Berikut langkah-langkah memberi nama senyawa alkuna.

#### Aturan Penamaan Senyawa Alkuna

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap tiga, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkuna.
2. Hitung jumlah atom C-nya.
3. Tuliskan awalan berdasarkan jumlah atom C-nya dan diakhiri dengan akhiran **-una**.
4. Jika jumlah atom C senyawa alkuna lebih dari 3, beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada atom C yang terikat ikatan rangkap tiga. Kemudian, penamaan senyawa diawali oleh nomor atom C pertama yang terikat ke ikatan rangkap 3, diikuti tanda (-) dan nama rantai induk.

Untuk lebih jelasnya, kita lihat contoh soal berikut.

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

- $\text{CH} \equiv \text{CH}$
- $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
- $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$

Jawab

- $\text{CH} \equiv \text{CH}$  memiliki atom C sebanyak 2 buah (eta-). Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama etuna.
- $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$  memiliki atom C sebanyak 3 buah (propa-). Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama propuna.
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$  atom C sebanyak 4 buah (buta-). Posisi ikatan rangkap 3 terletak pada atom C nomor 1 sehingga senyawa ini memiliki nama 1-butuna.
- $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$  memiliki atom C sebanyak 4 buah (buta-). Posisi ikatan rangkap 3 terletak pada atom C nomor 2 sehingga senyawa ini memiliki nama 2-butuna.

Seperti halnya senyawa alkana dan alkena, senyawa alkuna pun ada yang memiliki rantai cabang. Aturan penamaannya mirip dengan penamaan rantai alkana dan alkena bercabang.

#### Aturan Penamaan Senyawa Alkuna Rantai Bercabang

- Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap tiga, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkuna.
- Tentukan rantai induk dan rantai cabangnya. Rantai induk ditentukan dari rantai atom C terpanjang yang mengandung ikatan rangkap tiga.
- Beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada atom C yang terikat ikatan rangkap tiga.
- Rantai induk diberi nama sesuai aturan penamaan senyawa alkuna rantai lurus.
- Rantai cabang diberi nama sesuai jumlah atom C dan struktur gugus alkil.
- Urutan penulisan nama senyawa sama dengan urutan penulisan nama senyawa alkana dan alkena.

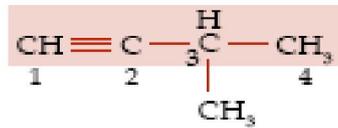
Agar lebih memahami hal ini, kita pelajari contoh berikut;

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

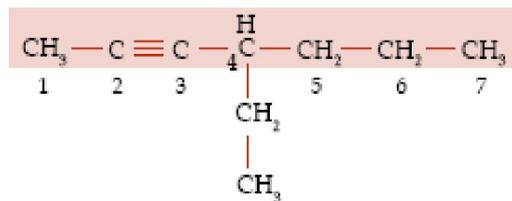
- $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{CH} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
- $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

### Jawab

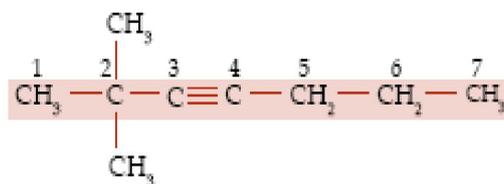
- a. Jumlah atom C pada rantai induk = 4 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 1 sehingga nama rantai induk adalah **1-butuna**. Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**. Rantai cabang terikat pada atom C nomor **3**. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **3-metil-1-butuna**.



- b. Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 2 sehingga nama rantai induk adalah **2-heptuna**. Jumlah atom C pada rantai cabang = 2 sehingga nama rantai cabang adalah **etil**. Rantai cabang terikat pada atom C nomor **4**. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **4-etil-2-heptuna**.



- c. Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 3 sehingga nama rantai induk adalah **3-heptuna**. Jumlah rantai cabang = 2 (**di**). 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 **2,2-dimetil-3-heptuna**.



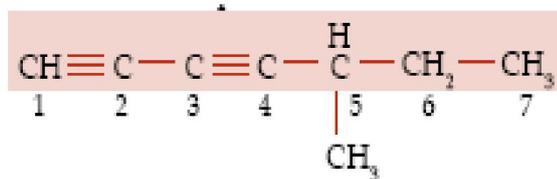
Bagaimana jika senyawa alkuna tersebut memiliki ikatan rangkap tiga lebih dari satu? Berikut ini aturannya.

### Aturan Penamaan Senyawa Alkuna yang Ikatan Rangkap Tiganya lebih dari Satu

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap tiga, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkuna.
2. Hitung jumlah atom C-nya.
3. Hitung jumlah ikatan rangkap tiganya.



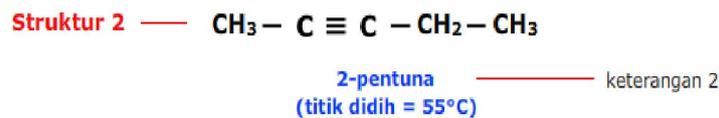
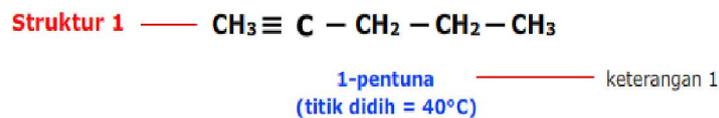
- c. Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap 3 terikat pada atom C nomor 1 dan 3 sehingga rantai induk memiliki nama 1,3-heptadiuna. Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**. Rantai cabang terikat pada atom C nomor 5. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **5-metil-1,3-heptadiuna**.



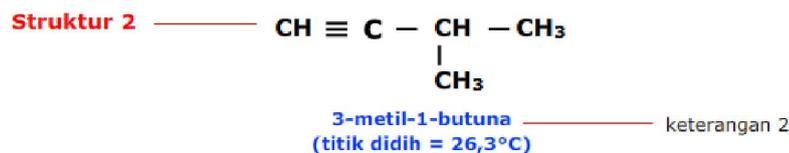
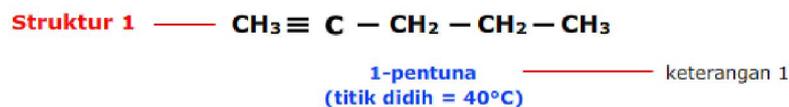
### 5.1.2. Bentuk Isomer Alkuna

Isomer Alkuna termasuk isomer struktur dimana isomer struktur di bagi menjadi 2 yaitu isomer posisi dan isomer kerangka.

Contoh isomer posisi;



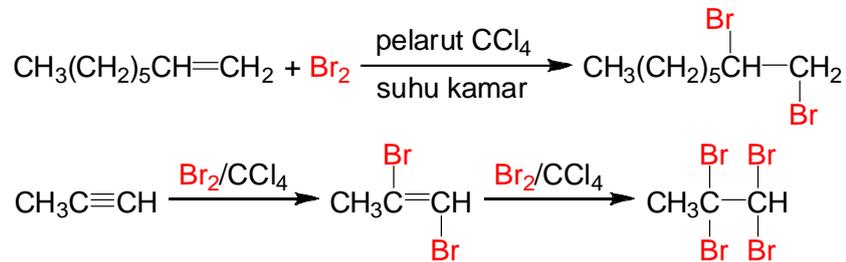
Contoh isomer kerangka;



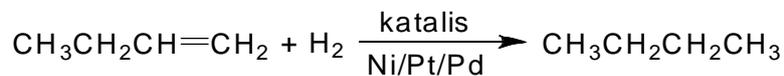
### 5.1.3. Reaksi Alkuna

Reaksi-reaksi pada alkuna mirip dengan alkena; untuk menjenuhkan ikatan rangkapnya, alkuna memerlukan pereaksi 2 kali lebih banyak dibandingkan dengan alkena.

Reaksi-reaksi terpenting dalam alkena dan alkuna adalah **reaksi adisi** dengan H<sub>2</sub>, adisi dengan halogen (X<sub>2</sub>) dan adisi dengan asam halida (HX).

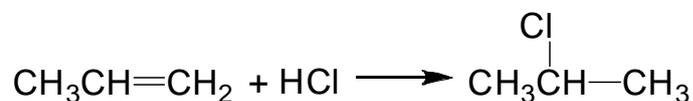


Adisi Br<sub>2</sub> lazim digunakan sebagai uji kualitatif untuk identifikasi ikatan rangkap dua atau rangkap tiga, yaitu dari hilangnya warna jingga kemerahan dari Br<sub>2</sub>. Adisi H<sub>2</sub> juga dapat terjadi dengan bantuan katalis heterogen.



Pada reaksi adisi gas HX (X = Cl, Br atau I) terhadap alkena dan alkuna berlaku *aturan Markovnikov* yaitu :

- " Jika atom C yang berikatan rangkap mengikat jumlah atom H yang berbeda, maka atom X akan terikat pada atom C yang sedikit mengikat atom H "
- " Jika atom C yang berikatan rangkap mengikat jumlah atom H sama banyak, maka atom X akan terikat pada atom C yang mempunyai rantai C paling panjang "



### 5.2. Pengertian Diena

Alkena sederhana dengan dua ikatan rangkap. Tata nama diena menurut iupac seperti alkena, dengan akhiran diena dan dua nomor yang mengindikasikan posisi dari kedua ikatan rangkap. Contoh: CH<sub>2</sub> = CH – CH = CH<sub>2</sub>

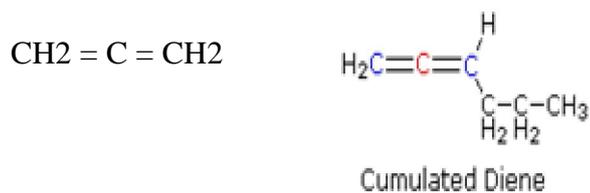
1, 3 Butadiena

Dua ikatan rangkap dari beberapa diena, seperti 1,3-butadiena dapat bereaksi dalam gugusan fungsional tunggal. Walaupun demikian, sebelum kita membicarakan reaksi ini dan mengapa kebiasaan ini terjadi, kita harus membicarakan terdahulu nomenklatur dan golongan dari diena dan senyawa yang berhubungan dengannya.

### 5.2.1. Klasifikasi Diena

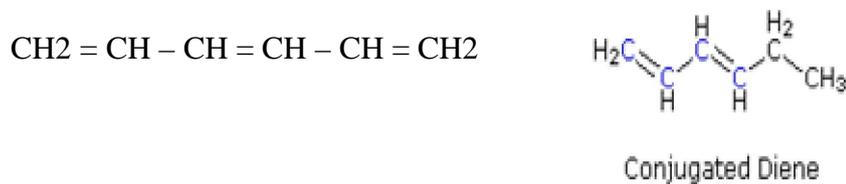
- Cumulated double bonds

Dimana ikatan rangkapnya 2 terletak pada satu atom karbon lurus



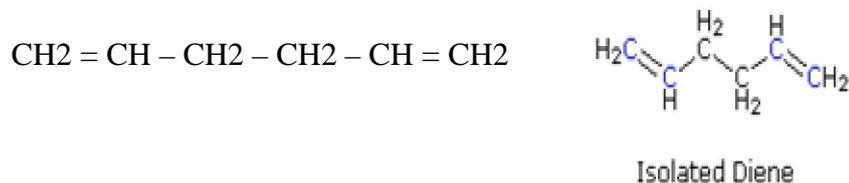
- Conjugated double bonds

Ikatan rangkap dipusatkan pada satu atom karbon



- Isolated double bonds

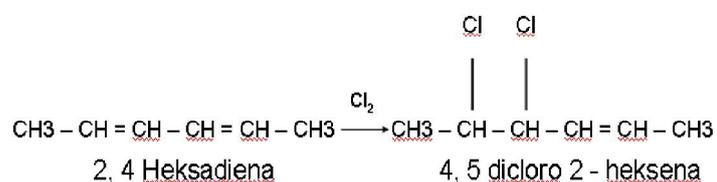
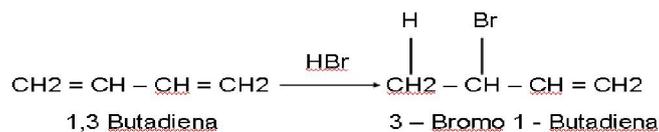
Ikatan yang lebih dari dua atom karbon



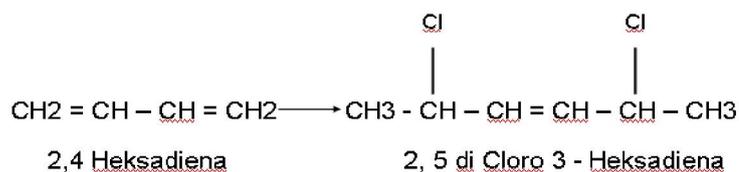
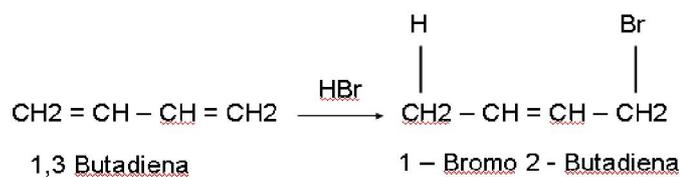
### 5.2.2. Reaksi Pembuatan Diena

Diena konjugasi dapat dibuat melalui reaksi adisi sederhana yang disebut juga adisi – 1,2 dan adisi – 1,4.

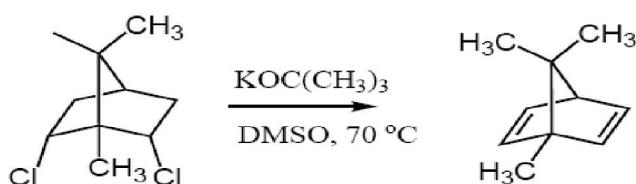
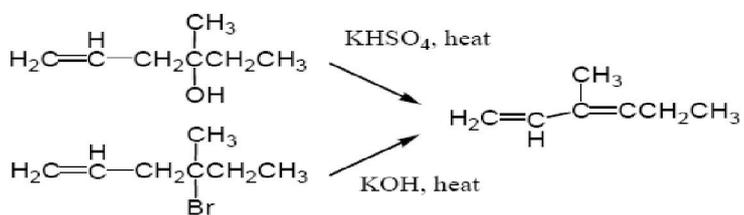
A. Reaksi adisi 1,2



B. Reaksi Adisi 1, 4



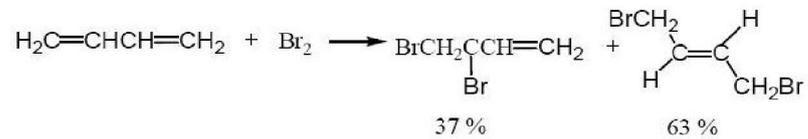
C. Diena terisolasi dibuat dengan cara yang sama dengan dehidrasi alkohol dan eliminasi alkil. Jika sistem konyugasi terbentuk, dapat merupakan produk utama dari suatu reaksi.



### 5.3.3. Reaksi-reaksi Dari Diena

#### 1. Reaksi Adisi

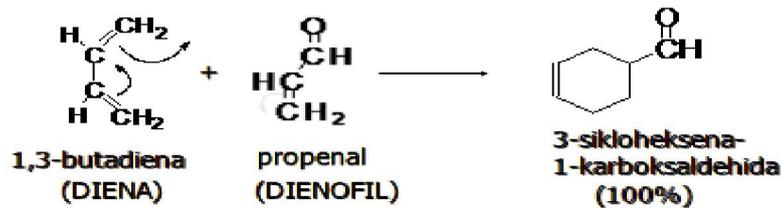
Baik addisi 1,2 atau 1,4 dapat terjadi jika 1,3-butadiena direaksikan dengan  $\text{Br}_2$  atau  $\text{Cl}_2$ . Diena mengalami reaksi addisi yang sama dengan alkena. Ikatan rangkapnya bereaksi selangkah demi selangkah. Misalnya setiap ikatan rangkap dapat mengalami addisi dengan brom.



#### 2. Reaksi diels Alder

##### OTTO DIELS DAN KURT ALDER (NOBEL KIMIA 1950)

DIENA (SENYAWA TIDAK JENUH PERTAMA) DIPANASI DENGAN SENYAWA TIDAK JENUH KEDUA (DIENOFIL = PENCINTA DIENA)



### Soal –Soal

#### Pilihan

1. Produk dari reaksi adisi HBr pada propena yang mengikuti aturan Markovnikov adalah
  - A.  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
  - B.  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
  - C.  $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$
  - D.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2$
  - E.  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_3$

2. Pada alkuna, rantai alkuna termasuk rangkap ....
  - A. Rangkap Tunggal
  - B. Rangkap Ganda
  - C. Rangkap Tiga
  - D. Rangkap Empat
  
3. Rumus umum molekul alkuna adalah
  - A.  $C_nH_{2n-2}$
  - B.  $C_3H_4$
  - C.  $C_nH_{n+2}$
  - D.  $C_nH_{2n}$
  
4. Alkuna termasuk dalam hidrokarbon
  - A. Jenuh
  - B. Alifatik Jenuh
  - C. Alifatik Tak jenuh
  - D. Alifatik
  
5. Nama lain dari Etuna
  - A. Asitelin
  - B. Butuna
  - C. Propuna
  - D. Dena
  
6. Jumlah isomer dikloro yang dapat dihasilkan bila n-butana diklorinasi adalah ....
  - A. 2
  - B. 4
  - C. 5
  - D. 6
  - E. 7

### ***Essay***

1. Jelaskan pengertian dari Alkuna?
2. Terangkan reaksi-reaksi dari alkuna
3. Jelaskan metode pembuatan alkuna ?
4. Tuliskan contoh alkuna dan rumus struktur dan rumus molekul?
5. Sebutkan kegunaan Alkuna ?

6. Sebutkan klasifikasi dari Dena ?
7. Sebutkan jenis dari isomer ?
8. Berikan contoh isomer pada alkuna?
9. Berikan contoh Penamaan pada Alkuna?
10. Tentukan jumlah isomer senyawa C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>!
11. Untuk reaksi:

$\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ ; Pernyataan yang benar adalah ....

12. Reaksi antara etanol dengan asam bromida berlangsung sebagai berikut:



Reaksi tersebut termasuk jenis reaksi.....

# BAB 6

## HIDROKARBON AROMATIS

### 6.1. Pengertian Senyawa Hidrokarbon

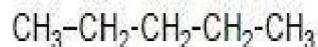
Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang paling sederhana. Dari namanya, senyawa hidrokarbon adalah senyawa karbon yang hanya tersusun dari atom hidrogen dan atom karbon. Dalam kehidupan sehari-hari banyak kita temui senyawa hidrokarbon, misalnya minyak tanah, bensin, gas alam, plastik dan lain-lain.

Sampai saat ini telah dikenal lebih dari 2 juta senyawa hidrokarbon. Untuk mempermudah mempelajari senyawa hidrokarbon yang begitu banyak, para ahli mengolongkan hidrokarbon berdasarkan susunan atom-atom karbon dalam molekulnya.

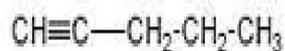
Berdasarkan susunan atom karbon dalam molekulnya, senyawa karbon terbagi dalam 2 golongan besar, yaitu *senyawa alifatik* dan *senyawa siklik*. Senyawa hidrokarbon alifatik adalah senyawa karbon yang rantai C nya terbuka dan rantai C itu memungkinkan bercabang. Berdasarkan jumlah ikatannya, senyawa hidrokarbon alifatik terbagi menjadi senyawa alifatik jenuh dan tidak jenuh.

**Senyawa alifatik jenuh** adalah senyawa alifatik yang rantai C nya hanya berisi ikatan-ikatan tunggal saja. Golongan ini dinamakan **alkana**.

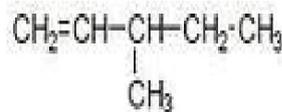
Contoh senyawa hidrokarbon alifatik jenuh:



**Senyawa alifatik tak jenuh** adalah senyawa alifatik yang rantai C nya terdapat ikatan rangkap dua atau rangkap tiga. Jika memiliki rangkap dua dinamakan **alkena** dan memiliki rangkap tiga dinamakan **alkuna**. Contoh senyawa hidrokarbon alifatik tak jenuh:



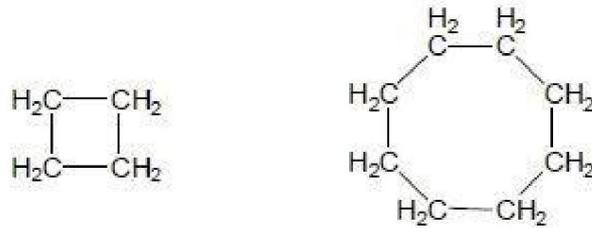
Alkuna



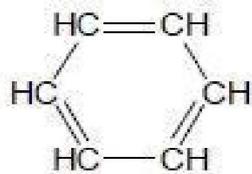
alkena

Senyawa hidrokarbon siklik adalah senyawa karbon yang rantai C nya melingkar dan lingkaran itu mungkin juga mengikat rantai samping. Golongan ini terbagi lagi menjadi senyawa alisiklik dan aromatik.

**Senyawa alisiklik** yaitu senyawa karbon alifatik yang membentuk rantai tertutup.

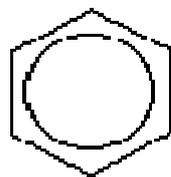


**Senyawa aromatik** yaitu senyawa karbon yang terdiri dari 6 atom C yang membentuk rantai benzena.



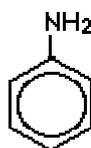
## 6.2. Pengertian Senyawa Aromatis

**Senyawa aromatis** adalah senyawa yang mengandung cincin benzene. Penamaan senyawa aromatis tidak secara langsung seperti pada rantai karbon. Seringkali lebih dari satu nama dapat diterima dan tidak langka jika nama lama masih digunakan. Semua senyawa aromatis dinamakan **benzene** ( $C_6H_6$ ), yang memiliki enam karbon dengan simbol sebagai berikut:



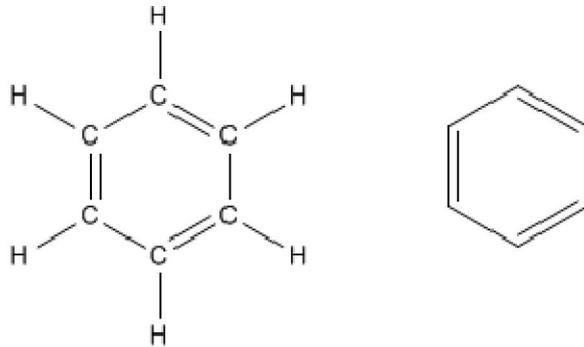
Setiap sudut dari segienam memiliki atom karbon yang terikat dengan hidrogen. Gugus **Fenil** sama dengan gugus alkil pada alkana. Jadi gugus fenil adalah cincin benzen yang kehilangan satu atom hidrogen ( $-C_6H_5$ ). Contohnya **fenilamine**.

Fenilamin adalah amin primer yang mengandung  $-NH_2$  terikat pada benzen.



Nama lama dari fenilamin adalah anilin, atau dapat juga dinamakan aminobenzene.

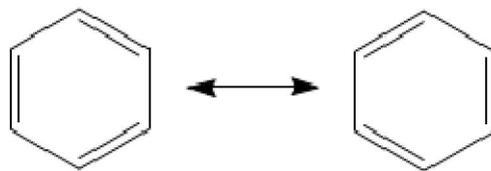
### 6.3. Struktur Dari Benzena



Struktur benzena terdiri dari keenam atom karbon yang beraturan dengan susunan dua dan ikatan rangkap. Benzena merupakan senyawa organik yang benzena merupakan senyawa organik yang dilakukan uji melunturkan pada benzena ini disebut menjadi st

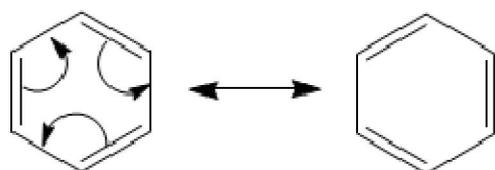
la tahun 1865. Menurutnya, bentuk segi enam beraturan bon adalah ikatan rangkap imbar di atas. Rumus molekul C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Tetapi ketika rangkap. Tetapi ketika rangkap karena benzena tidak rangkap dua karbon-karbon at berpindah-pindah. Gejala abkan ikatan pada benzena bromin.

### 6.4. Resonansi



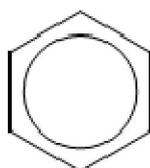
Resonansi terjadi karena adanya delokalisasi elektron dari ikatan rangkap ke ikatan tunggal.

Delokalisasi elektron yang terjadi pada benzena pada struktur resonansi adalah sebagai berikut:



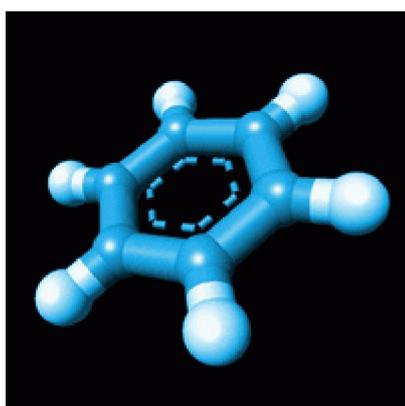
Hal yang  
senyawa  
gabungan  
benzena

jumlah  
atom  
resonansi



Teori  
karbon  
terhadap  
pada k

dua  
atom  
num



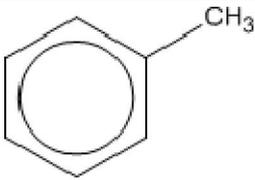
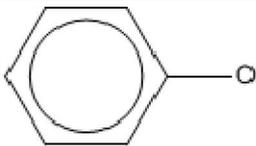
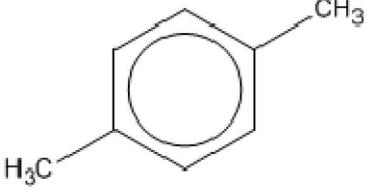
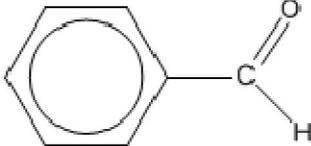
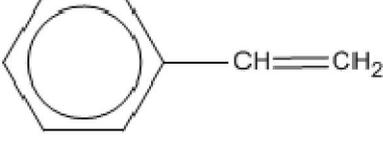
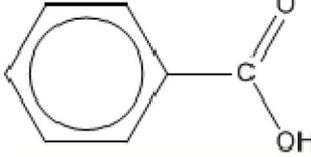
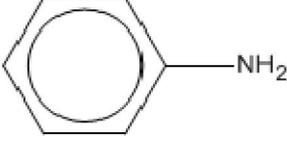
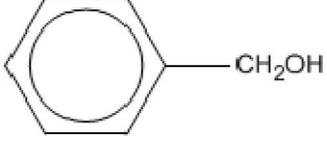
Gambar 3 dimensi Struktur Benzena



Gambar Molimod Struktur Benzena

## 6.5. Senyawa Turunan Benzen Dan Kegunaannya

Kemudahan benzena mengalami reaksi substitusi elektrofilik menyebabkan benzena memiliki banyak senyawa turunan. Semua senyawa karbon yang mengandung cincin benzena digolongkan sebagai turunan benzena. Berikut ini beberapa turunan benzena yang umum:

Struktur	Nama	Struktur	Nama
			Fenol
			Benzaldehida
			Asam Benzoat
			Benzil alkohol

Selain senyawa-senyawa di atas, masih banyak lagi senyawa turunan benzena yang terdapat di sekitar kita baik itu dengan satu substituen yang terikat pada cincin benzena, ataupun dua substituen atau lebih.

Adapun manfaat dari turunan benzena diantaranya sebagai berikut:

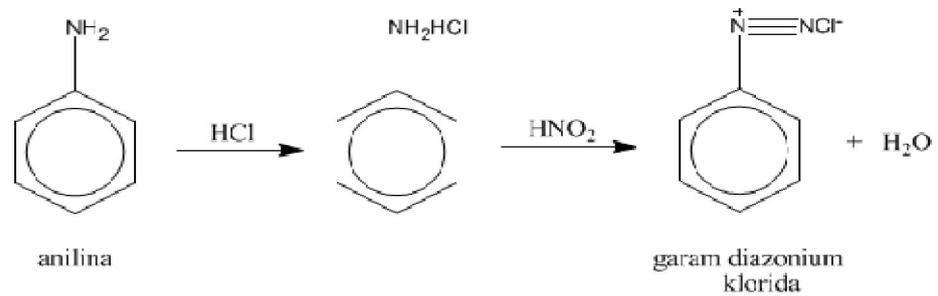
1. Nitro Benzena ( $C_6H_5NO_2$ )

Nitro benzena adalah zat cair yang berwarna kuning muda dan beracun. Nitro benzena digunakan untuk memberi bau pada sabun dan semir sepatu.

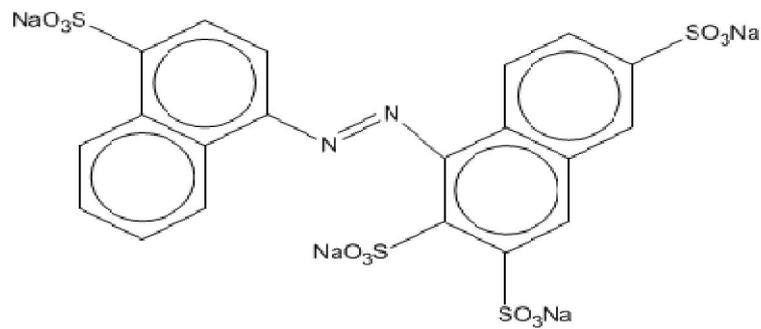
2. Anilin ( $C_6H_4NH_2$ )

Anilin adalah zat cair berupa minyak, tidak berwarna, dan digunakan sebagai bahan untuk membuat zat warna. Anilin merupakan bahan dasar untuk pembuatan zat-zat warna diazo. Anilin juga digunakan untuk membuat obat-obatan dan plastik.

Disamping itu Anilin dapat diubah menjadi garam diazonium dengan bantuan nitrit dan asam klorida.



Garam (contohnya



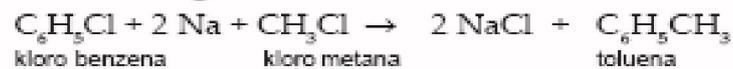
Red No. sebagai dan sut

ol

3. Toluena Toluena dengan

uat

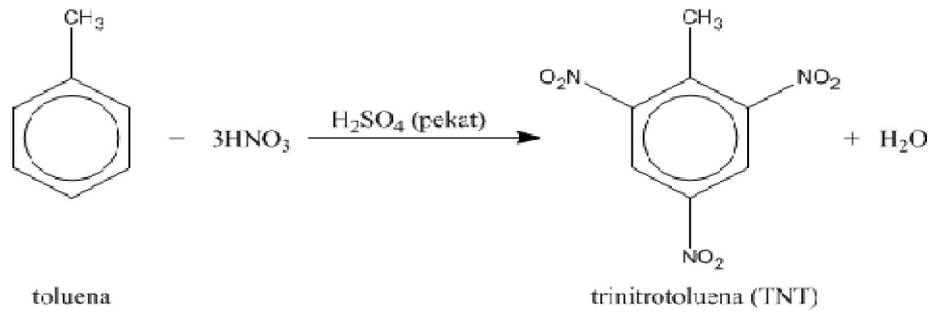
a. Sintesis Fittig dan Wurtz.



b. Sintesis Friedel dan Crafts.



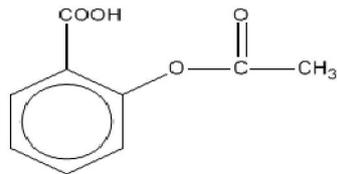
Toluena digunakan juga sebagai pelarut dan sebagai bahan dasar untuk membuat TNT (trinitotoluena), senyawa yang digunakan sebagai bahan peledak (dinamit).



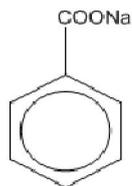
4. Asam Ber  
Terdapat  
gunakan,

- A  
y  
pe  
ot  
ja  
se

I  
n  
ai  
n  
g

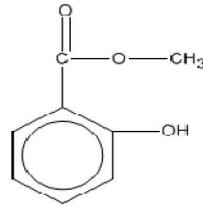


- N  
k



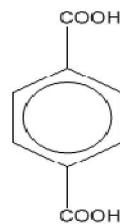
Natrium Benzoat

- **Metil salisilat** adalah komponen utama obat gosok atau minyak angin.



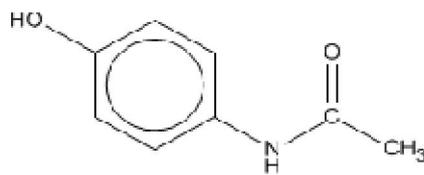
- **Asam terel**

stik polyester.



- **Parasetamol**  
lebih aman k  
menggunakan  
dapat menimbi

g sama dengan aspirin tetapi  
obat yang beredar dipasaran  
parasetamol yang berlebihan



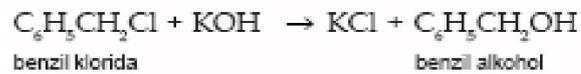
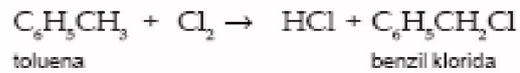
Parasetamol

##### 5. Fenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)

Fenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) disebut juga hidroksi benzena. Fenol adalah zat padat putih, hablur mudah larut dalam air, larutannya bersifat asam, tidak bersifat alkohol. Larutan 3% fenol dalam air digunakan sebagai pemusnah hama (air karbon). Fenol yang dipanaskan dengan formaldehida dan suatu basa, menghasilkan suatu jenis plastik. Fenol direaksikan dengan asam nitrat pekat menghasilkan asam pekat C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> yang digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan peledak.

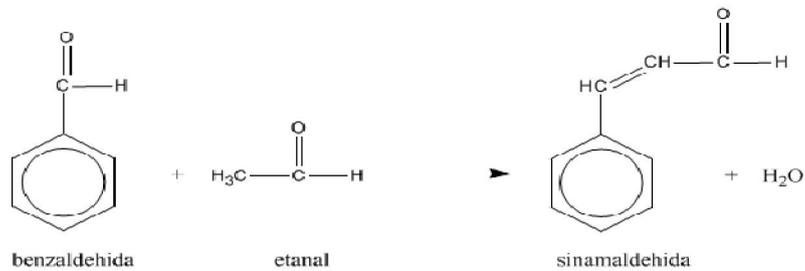
6. Benzil Alkohol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>OH)

Benzil alkohol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>OH) disebut juga fenil metanol. Benzil alkohol digunakan sebagai pelarut. Benzil alkohol dibuat dari toluena dan gas klor pada suhu tertentu, selanjutnya hasilnya direaksikan dengan KOH.



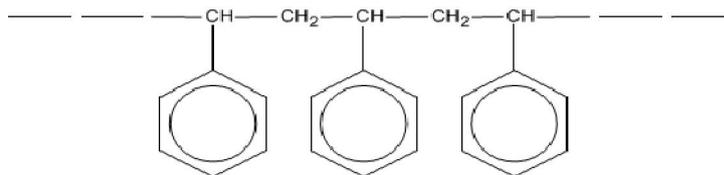
7. Benzil alkohol.  
Benzil alkohol.

il alkohol.  
istimewa,  
zat warna  
an baku  
ondensasi  
u manis).



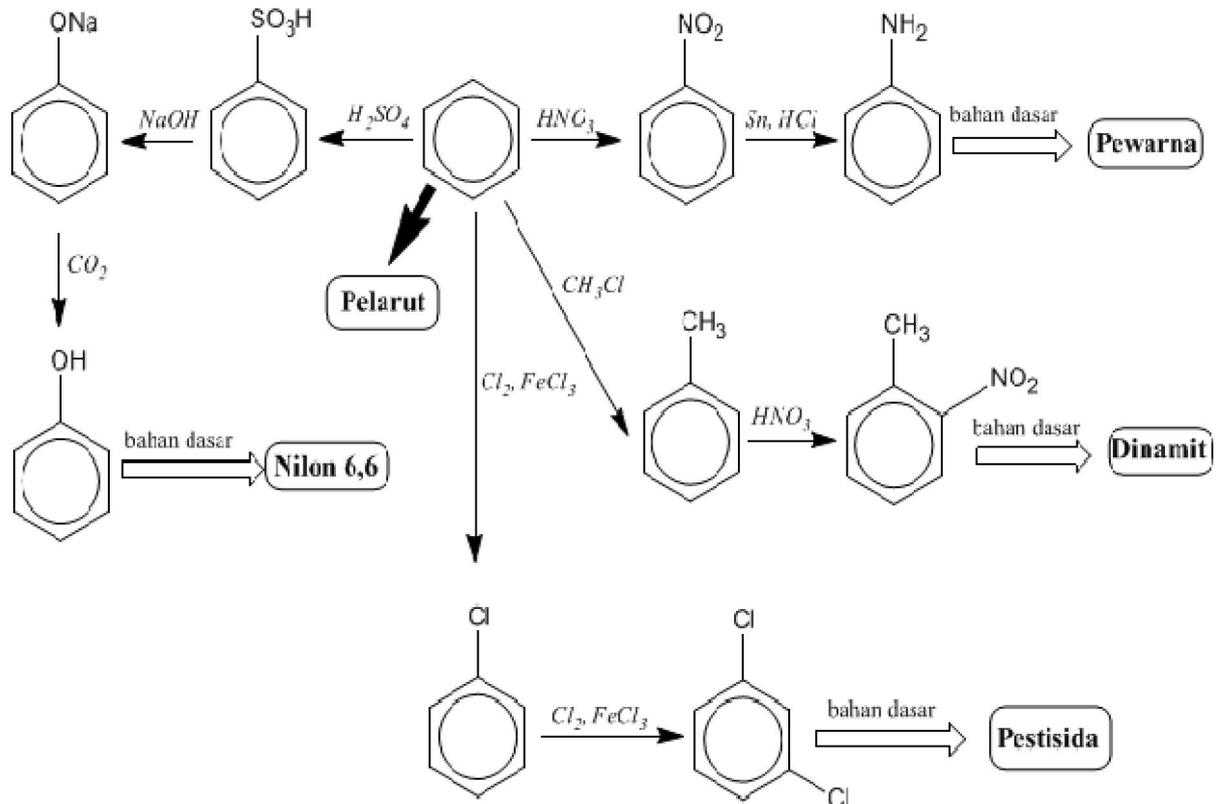
8. Stiren.  
Stiren.  
Stiren.  
Stiren.  
Stiren.

melalui  
rik,



Struktur Polistirena

### Diagram Kegunaan Benzena dan Turunannya:

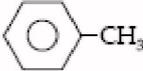
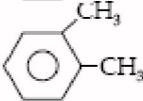
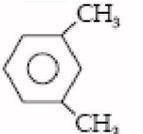
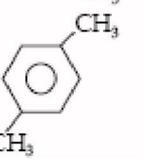


## 6.6. Sifat-sifat Senyawa Benzen

Benzena mempunyai sifat fisika dan kimia seperti berikut :

### 6.6.1. Sifat Fisika

Benzena memiliki titik didih dan titik leleh yang khas. Perhatikan data titik didih dan titik leleh senyawa benzena berikut:

No	Nama	Struktur	Titik Didih (°C)	Titik Leleh (°C)
1.	benzena		80	5,5
2.	toluena		111	-95
3.	o-xilena		144	-25
4.	m-xilena		139	-48
5.	p-xilena		138	13

Sumber: Kimia Organik

lebih tinggi  
 dari benzena  
 . kisi kristal

## 6.7.

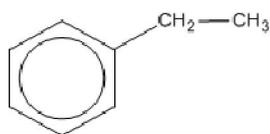
rantai 1  
 sebagai

ma seperti  
 a dianggap

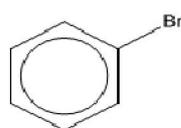
a. Ta  
 cin

ikat pada

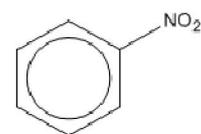
Pe



Etil benzena



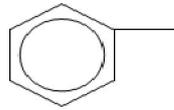
bromobenzena



nitrobenzena

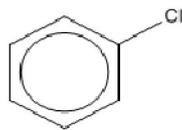
Dari ketiga contoh di atas, dapat terlihat bahwa gugus alkil seperti etil, golongan halogen seperti bromo, dan gugus nitro dituliskan sebagai awalan pada benzena.

Benzena yang kehilangan satu atom H disebut **fenil** ( $C_6H_5-$ ) dengan struktur sebagai berikut:



Sehingga klorobenzena dan bromobenzena dapat disebut fenilbromida dan fenilklorida

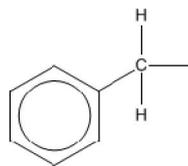
Sehingga klorobenzena dan bromobenzena dapat disebut fenilklorida dan bromobenzena



klorobenzena

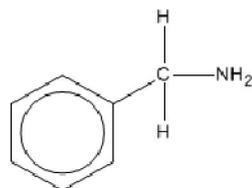
Sedangkan toluena dan nitrobenzena dapat disebut feniltoluena dan fenilnitrida

Sedangkan toluena dan nitrobenzena dapat disebut feniltoluena dan fenilnitrida



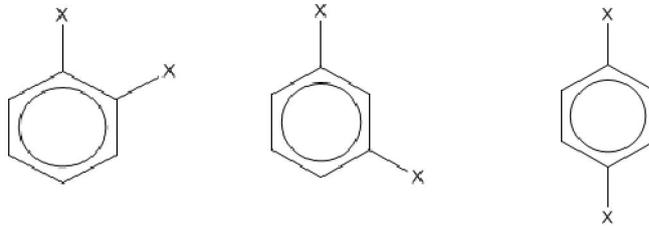
Sehingga, senyawa tersebut diberi nama dengan awalan fenil

Sehingga, senyawa tersebut tersusun dari toluena yang kehilangan satu atom H dan diberi nama dengan awalan fenil

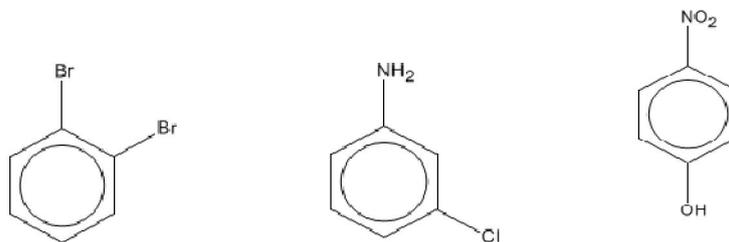


Benzilamina

- b. **Tata Nama Senyawa Turunan Benzena dengan dua substituen yang terikat pada cincin Benzena**  
 Jika terdapat dua jenis substituen, maka posisi substituen dapat dinyatakan dengan awalan *o* (orto), *m* (meta), *p* (para) atau dengan menggunakan angka.

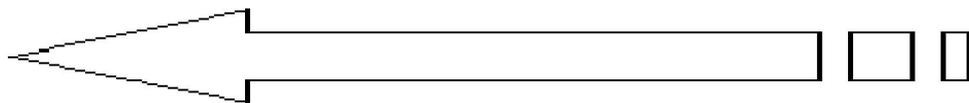


Perhatikan



Urutan

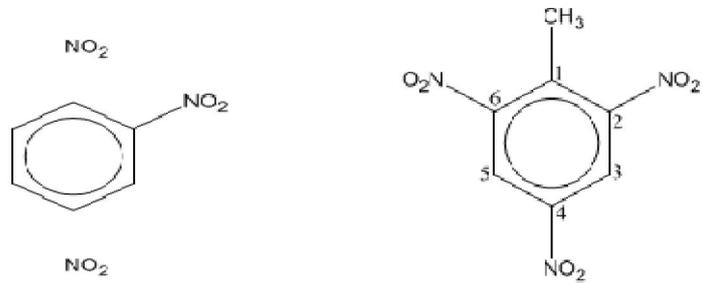
**-COOH, -SO<sub>3</sub>H, -CHO, -CN, -OH, -NH<sub>2</sub>, -R, -NO<sub>2</sub>, -X**



Arah tanda panah menunjukkan substituen yang semakin prioritas, maka penomorannya dengan nomor yang semakin kecil

**c. Tata Nama Senyawa Turunan Benzena dengan lebih dari dua substituen yang terikat pada cincin benzena**

Sedangkan jika terdapat tiga substituen atau lebih pada cincin benzena, maka sistem o, m, p tidak dapat diterapkan lagi dan hanya dapat dinyatakan dengan angka. Perhatikan contoh berikut:



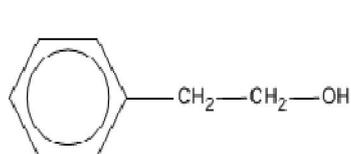
Ur  
ya

enzena

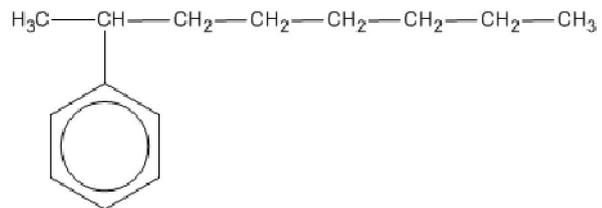
**Catatan**

Jika senyawa alkana sebagai substituen

rantai  
sebagai



2-fenil-1-etanol



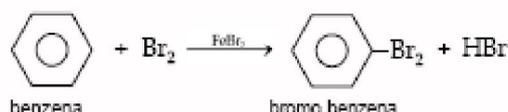
2-feniloktana

## 6.8. Reaksi Dari Senyawa Benzena

Benzena tidak dapat mengalami reaksi adisi, tetapi mengalami reaksi substitusi. Reaksi substitusi yang terjadi adalah seperti berikut.

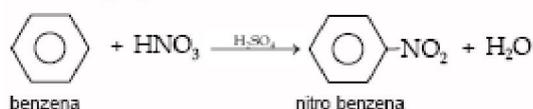
### a. Halogenasi

Halogenasi ini dicirikan oleh brominasi benzena dengan katalis  $\text{FeBr}_3$ . Peranan katalis ini adalah membelah ikatan  $\text{Br} - \text{Br}$ . Perhatikan reaksi halogenasi pada benzena berikut.



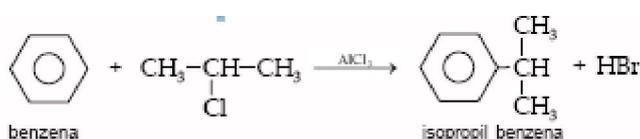
### b. Nitration

Reaksi nitration terjadi jika benzena diolah dengan  $\text{HNO}_3$  dengan katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Reaksi yang terjadi adalah seperti berikut.



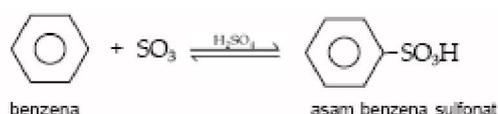
### c. Alkilasi

Alkilasi sering disebut juga dengan *Friedel - Crafts*. Reaksi ini menggunakan katalis  $\text{AlCl}_3$ . Reaksi ini dikembangkan oleh ahli kimia Perancis **Charles Friedel** dan **James Crafts**. Perhatikan reaksi alkilasi 2 kloro propana dengan benzena dengan katalis  $\text{AlCl}_3$  (reaksi Friedel - Crafts).



### d. Sulfonasi

Reaksi sulfonasi suatu benzena dengan asam sulfat berasap menghasilkan asam benzena sulfonat. Perhatikan reaksi sulfonasi berikut.



## 6.9. Efek Samping Dari Senyawa Benzena

Telah disebutkan bahwa benzena memiliki sifat racun atau karsinogenik, yaitu zat yang dapat membentuk kanker dalam tubuh manusia jika kadarnya dalam tubuh manusia berlebih. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa benzena merupakan salah satu penyebab leukemia, penyakit kanker darah yang telah banyak menyebabkan kematian.

Dampak kesehatan akibat paparan Benzena berupa depresi pada sistem saraf pusat hingga kematian. Paparan Benzena antara 50–150 ppm dapat menyebabkan sakit kepala, kelesuan, dan perasaan mengantuk. Konsentrasi Benzena yang lebih tinggi dapat menyebabkan efek yang lebih parah, termasuk vertigo dan kehilangan kesadaran. Paparan sebesar 20.000 ppm selama 5 – 10 menit bersifat fatal dan paparan sebesar 7.500 ppm dapat menyebabkan keracunan jika terhirup selama 0,5 – 1 jam. Dampak yang ringan dapat berupa euforia, sakit kepala, muntah, gaya berjalan terhuyung-huyung, dan pingsan.

### SOAL-SOAL

1. Yang dimaksud dengan senyawa siklik adalah :
  - A. Senyawa Hidrokarbon dengan rantai tertutup
  - B. Senyawa Hidrokarbon dengan rantai terbuka
  - C. Senyawa Hidrokarbon tak jenuh
  - D. Senyawa Hidrokarbon jenuh
  - E. Senyawa Hidrokarbon Homolitik
2. Yang termasuk senyawa Alifatik adalah:
  - A. Sikloheksena
  - B. Sikloheksana
  - C. 3-metil-pentena
  - D. Benzena
  - E. Toluena
3. Rumus molekul dari Benzena adalah :
  - A. C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>
  - B. C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>
  - C. C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>
  - D. C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>
  - E. C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>
4. Yang biasa digunakan sebagai zat kربول dalam kehidupan sehari-hari
  - A. Toluena
  - B. Anilin
  - C. Fenol
  - D. Benzil
  - E. Fenil

5. Turunan dari Toluena yang digunakan sebagai bahan peledak adalah :
  - A. TTN
  - B. NTT
  - C. TNT
  - D. NN
  - E. TTNT
6. Yang bukan termasuk jenis-jenis reaksi dalam senyawa Hidrokarbon adalah
  - A. Adisi
  - B. Substitusi
  - C. Eliminasi
  - D. Substitusi Nukleofilik
  - E. Elektrofilik
7. Reaksi penggantian/pertukaran suatu atom/gugus atom dari suatu molekul
  - A. Adisi
  - B. Substitusi
  - C. Eliminasi
  - D. Hidrasi
  - E. Hidrogenasi
8. Ciri khas dari senyawa Aromatik adalah :
  - A. Mempunyai ikatan rangkap 2
  - B. Mempunyai ikatan rangkap 3
  - C. Mempunyai ikatan rangkap 2, 2 buah
  - D. Mempunyai bau atau aroma yang khas
  - E. Mempunyai ikatan tunggal silik
9. Salah satu turunan Benzena adalah :
  - A. Alkohol
  - B. Eter
  - C. Fenol
  - D. Alkil Halida
  - E. Alkena
10. Benzena termasuk senyawa Hidrokarbon :
  - A. Alifatik
  - B. Karbosiklik
  - C. Heterosiklik
  - D. Alisiklik
  - E. Alifatik jenuh
1. Tuliskan struktur Benzena menurut Kekule !
2. Mengapa pada Benzena ikatan rangkap lebih tepat digambarkan lingkaran di tengah ?
3. Tuliskan rumus struktur dari Toluena, Hidroksi Benzene, Asam Benzoat, dan Para Nitro Toluena !
4. Tuliskan mekanisme reaksi pembentukan Etil Benzene !
5. Tuliskan reaksi Klorinasi terhadap Nitrobenzena dengan katalis  $AlCl_3$  !
6. Sebutkan kegunaan Toluena, Asam Benzoat dan Fenol , masing-masing satu buah !



## DAFTAR PUSTAKA

Fessenden , Ralp J . dan Joan S.Fessenden . 1997.Kimia Organik , Jilid 1 .  
Diterjemahkan : Aloysius H.P.Jakarta:Penerbit Erlangga

Hart, Harold, 2003, Kimia Organik, Jakarta: Erlangga, Hal.129.  
[http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah\\_web/2008/Siti%20Latifah%20A\\_054413/BenZena.Com](http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2008/Siti%20Latifah%20A_054413/BenZena.Com)

<http://study2life.com/KOMP/TEMAEN2/tugas%20akhir/benzena.html>

<http://uanipa2010.blogspot.com/2009/11/benzena-dan-turunannya-dan-polimer.html>

2. [http://www.Hidrokarbon/belajar\\_kimia\\_Yuk.htm](http://www.Hidrokarbon/belajar_kimia_Yuk.htm)

2. <http://www.BahanPelajaranEdukasi.net>

2. <http://www.PraktisBelajarKimia.htm>

2. [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia\\_organik\\_dasar/hidro-karbon/alkuna/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia_organik_dasar/hidro-karbon/alkuna/)

3. [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia\\_organik\\_dasar/sifat-sifat/alkuna/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia_organik_dasar/sifat-sifat/alkuna/)

4. [www.freewebs.com/kimiadb2/MateriBab7Sem20708.doc](http://www.freewebs.com/kimiadb2/MateriBab7Sem20708.doc)

5. <http://yoad.wordpress.com/2009/02/21/alkuna/>

7. <http://mediabelajaronline.blogspot.com/2010/04/alkana-alkena-alkuna-dan-alkil-halida.htm>

8. [http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah\\_web/2009/0700162/Sumber.htm](http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2009/0700162/Sumber.htm)

9. <http://id.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090718001606AASXc7>

10. <http://kimiakoloid.com/blog/?cat=10>

11. <http://www.scribd.com/doc/27160848/KIMIA-ORGANIK-1>

12. [smartchem1.files.wordpress.com/2010/02/hidrokarbon-3-alkuna.ppt](http://smartchem1.files.wordpress.com/2010/02/hidrokarbon-3-alkuna.ppt)

13. [http://www.scribd.com/document\\_downloads/direct/40659045?extension=ppt](http://www.scribd.com/document_downloads/direct/40659045?extension=ppt)

14. <http://www.bimbelsmes.com/artikel/rangkuman/KimX/R-Hidrokarbon.pdf>

16. <http://kimiaman.blogspot.com/2010/09/reaksi-dalam-alkana-alkena-dan-alkuna.html>

17. <http://studyfun.wordpress.com/2010/07/25/alkana-alkena-alkuna-dan-alkil-halida/>

18. <http://jasmansyah.50megs.com/korg1.htm>

19. <http://rama144.blogspot.com/2010/11/senyawa-hidrokarbon.html>

20. <http://paculajaib.blogspot.com/2010/10/alkuna.html>

21. <http://www.susilochem04.co.cc/2010/07/sifat-alkana-alkena-alkuna.html>

22. <http://kimia-asyik.blogspot.com/2010/04/sifat-sifat-alkuna.html>

23. <http://www.ardianrisqi.com/2010/04/isomer-alkana-alkena-dan-alkuna.html>

24. <http://blog.bimbingankimia.com/?p=773>

25. <http://imaimutzyie.blogspot.com/2010/07/2.html>

26. <http://www.fitrabuana.co.cc/2010/01/hidrokarbon.html>

27. <http://kimiamagic.blogspot.com/2010/01/alkuna-dan-alkadiena.html>

28. <http://siimimoui.blogspot.com/2010/09/hidrokarbon.html>

29. <http://www.google.co.id/ALKENA-DAN-ALKUNA>

[http://www.chem-is-](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/sifat_senyawa_organik/alkena/hidrasi_langsung_alkena/)

[try.org/materi\\_kimia/sifat\\_senyawa\\_organik/alkena/hidrasi\\_langsung\\_alkena/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/sifat_senyawa_organik/alkena/hidrasi_langsung_alkena/)

[http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-kesehatan/senyawa-](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/senyawa-)

[http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/sifat\\_senyawa\\_organik/alkena/hidrogenasi\\_alkena](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/sifat_senyawa_organik/alkena/hidrogenasi_alkena)

<http://gurumuda.com/bse/tata-nama-senyawa-alkena#more-11704>

<http://www.scribd.com/doc/28561038/Pengantar-Alkena>

<hidrokarbon/konfigurasi-stereoisomer-alkena/>

<http://www.scribd.com/doc/24030589/wohler3>