

# Konsep-konsep Dasar Kimia Organik

Dr. Ratnaningsih Eko Sardjono, M.Si.



## PENDAHULUAN

---



Gambar 1.1.

Kimia organik adalah ilmu yang mempelajari senyawa organik. Lebih dari 80% senyawa yang telah ditemukan di dunia ini adalah senyawa organik, mencakup senyawa-senyawa material biologis (tanaman, hewan), produk pabrikaan (cat, obat, kosmetik, makanan, pewarna), material geologis (minyak bumi, gas alam). Bagaimanakah struktur senyawa organik?  
Bagaimanakah sifat senyawa organik?

Kimia organik mewarnai kehidupan kita sehari-hari. Kita terbuat dan dikelilingi oleh senyawa organik. Hampir semua proses dalam makhluk hidup melibatkan senyawa organik. Jika ingin memahami kehidupan, perlu kita mengetahui tentang kimia organik. Penyusun utama makhluk hidup, yaitu protein, lemak, karbohidrat, asam nukleat, enzim, dan hormon adalah

zat organik. Bensin, oli, ban, pakaian, kayu, kertas, obat, wadah plastik, dan parfum, semuanya zat organik. Pada pemberitaan di koran atau televisi sering pula disebut-sebut istilah kolesterol, lemak tak jenuh, polimer, nikotin, ekstaksi, melamin, atau formalin. Semua istilah tersebut mengacu pada zat organik. Dengan kata lain, kimia organik lebih dari sekedar cabang ilmu yang dipelajari oleh kimiawan atau mahasiswa calon dokter, apoteker, ahli pertanian, atau ahli peternakan. Kimia organik merupakan bagian dari peradaban manusia itu sendiri.

Kimia organik meliputi bidang yang sangat luas. Untuk mempermudah dalam mempelajarinya, senyawa organik dikelompokkan berdasarkan kemiripan sifat yang dimilikinya. Sifat-sifat senyawa organik sangat bergantung pada bagaimana strukturnya. Oleh karena itu, struktur senyawa organik dipelajari pada bagian awal, dilanjutkan dengan pengenalan senyawa-senyawa organik, dan sifat-sifat umum yang dimiliki pada setiap kelompok senyawa organik. Untuk memudahkan pembahasan materi, baik pada modul ini maupun modul-modul selanjutnya, tatanama umum senyawa organik mulai diperkenalkan pada Modul 1 ini. Secara khusus, tatanama dan sifat-sifat setiap kelompok senyawa organik dibahas lebih mendalam pada modul-modul berikutnya.

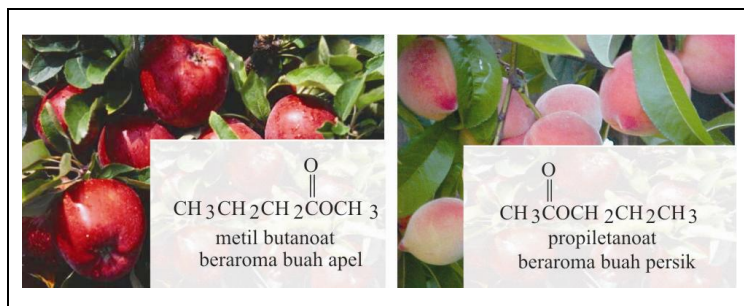
Dengan demikian, setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat memahami struktur, klasifikasi, dan sifat-sifat senyawa organik. Secara lebih khusus Anda diharapkan dapat:

1. memberikan gambaran tentang perkembangan kimia organik;
2. menjelaskan karakteristik senyawa organik;
3. membedakan rumus empiris, rumus molekul, dan rumus struktur pada senyawa organik;
4. menuliskan rumus struktur lengkap dan ringkas;
5. menyebutkan jenis ikatan antar atom pada senyawa organik;
6. menjelaskan hibridisasi pada senyawa organik;
7. menjelaskan geometri orbital hibrida pada senyawa organik;
8. menyebutkan gugus-gugus fungsional pada senyawa organik;
9. memberikan contoh anggota kelompok senyawa organik berdasarkan jenis gugus fungsionalnya;
10. menyebutkan dengan benar nama senyawa organik sederhana yang rumus strukturnya diberikan;
11. menuliskan dengan benar rumus struktur dari senyawa organik yang namanya diberikan;

12. menghubungkan ikatan antar molekul terhadap sifat fisik molekul organik;
13. menerangkan pengertian sederhana mengenai reaksi-reaksi; adisi, substitusi, eliminasi, dan penataan ulang dalam senyawa organik;
14. memberikan contoh reaksi adisi, substitusi, eliminasi, dan penataan ulang.

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Struktur Senyawa Organik



Gambar 1.2.

Dua senyawa organik, yaitu metilbutanoat dan propiletanoat menampilkan aroma yang berbeda.

Pernahkan Saudara mengamati mengapa gula pasir (sukrosa) dan garam dapur (natrium klorida) larut dalam air, tetapi minyak tanah (dodekaneheksadekana) tidak larut dalam air? Akan tetapi, mengapa gula pasir meleleh pada suhu jauh lebih rendah (yaitu  $185^\circ\text{C}$ ) dari garam dapur yang meleleh pada suhu  $801^\circ\text{C}$ ? Mengapa metilbutirat ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ ) mempunyai bau seperti apel, sementara propil asetat ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ) yang mempunyai rumus molekul sama mempunyai bau berbeda, yaitu seperti buah persik? Untuk mengetahuinya, saudara harus mengetahui bagaimana atom-atom dalam zat tersebut berikatan. Pemahaman tentang struktur zat-zat sangat membantu untuk menjelaskan berbagai sifat zat tersebut, baik sifat kimia maupun sifat fisisnya.

Senyawa organik sangat banyak dan beragam, bagaimana mempelajari strukturnya? Kita akan memulainya dengan molekul-molekul organik yang sederhana, dan membahas bagaimana ikatan yang terbentuk, dengan penekanan khusus ikatan pada atom karbon.

## A. PERKEMBANGAN KIMIA ORGANIK

Perkembangan kimia organik diawali pada pertengahan tahun 1700-an. Kimia organik adalah salah satu bidang ilmu kimia yang mempelajari senyawa organik. Pada saat itu senyawa organik dinyatakan sebagai senyawa yang diperoleh dari makhluk hidup (tanaman, hewan, dan manusia). Senyawa yang termasuk kelompok ini relatif mudah terurai (terdekomposisi) dibandingkan senyawa-senyawa lain yang termasuk kelompok senyawa anorganik. Pada saat itu diyakini bahwa senyawa organik mempunyai “daya hidup” atau *vital force* karena berasal dari makhluk hidup. Karena mempunyai *vital force* itulah, maka diyakini bahwa senyawa organik tidak mungkin disintesis di laboratorium.

Pada tahun 1816, Chevrut menunjukkan bahwa lemak binatang (suatu senyawa organik) ternyata dapat diubah menjadi sabun (suatu senyawa anorganik), dan sebaliknya. Suatu senyawa anorganik, yaitu sabun dapat diubah menjadi senyawa organik, yaitu asam lemak. Hal serupa ditunjukkan pula oleh Wohler pada tahun 1828 yang menemukan bahwa garam anorganik ammonium sianat dapat diubah menjadi senyawa organik urea. Penemuan-penemuan tersebut mematahkan anggapan bahwa senyawa organik mempunyai *vital force*, sehingga tidak dapat disintesis di laboratorium dari senyawa anorganik. Kalau demikian, apakah senyawa organik itu?

Hasil analisis terhadap senyawa-senyawa organik menunjukkan bahwa senyawa organik selalu mengandung karbon (C), pada umumnya disertai dengan kandungan hidrogen (H), dan kadang-kadang disertai dengan keberadaan beberapa unsur lain, yaitu O, N, S, dan halogen (Cl, Br, I, dan F). Selanjutnya diketahui pula bahwa atom karbon dan unsur-unsur lain dalam senyawa organik dihubungkan oleh ikatan kovalen. Ikatan karbon dalam senyawa organik bersifat unik karena dapat membentuk rantai karbon, baik linier, bercabang, maupun siklis. Walaupun terbentuk hanya dari sejumlah kecil jenis unsur (C, H, O, N, S, F, Cl, Br, dan I), akan tetapi senyawa organik yang dapat terbentuk sangat berlimpah, lebih dari 80% senyawa yang telah dikenal di dunia ini adalah senyawa organik. Berdasarkan penemuan tersebut, senyawa organik kemudian didefinisi ulang sebagai senyawa yang berbasis karbon, sehingga senyawa organik dikenal pula sebagai senyawa karbon. Jadi, senyawa organik atau senyawa karbon adalah senyawa berbasis karbon, atau didefinisikan pula sebagai senyawa hidrokarbon dan turunannya. Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang tersusun dari hidrogen dan karbon.

Apakah semua senyawa yang mengandung karbon termasuk senyawa organik atau senyawa karbon? Jawabannya adalah tidak. Contohnya  $\text{CO}_2$ , KCN, atau  $\text{CaCO}_3$  merupakan senyawa-senyawa yang mengandung karbon, tetapi merupakan senyawa anorganik, dan tidak termasuk senyawa organik. Lalu, bagaimana membedakan senyawa organik dan senyawa anorganik? Senyawa organik merupakan senyawa hidrokarbon atau turunan hidrokarbon. Oleh karena itu, senyawa organik selalu mengandung karbon dan hidrogen (C-H), kecuali  $\text{CCl}_4$  yang merupakan turunan dari  $\text{CH}_4$ . Selain itu, setiap senyawa organik pasti merupakan anggota deret homolog atau keluarga tertentu. Deret homolog adalah sederetan senyawa organik yang membentuk kelompok dengan gugus dan keteraturan struktur tertentu. Deret homolog atau keluarga senyawa organik yang paling sederhana adalah hidrokarbon. Senyawa  $\text{CO}_2$ , KCN, atau  $\text{CaCO}_3$  tidak merupakan anggota deret homolog atau keluarga tertentu, sehingga tidak merupakan senyawa organik. Akan tetapi,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$  merupakan anggota salah satu deret homolog, yaitu hidrokarbon alkana. Ketiga senyawa tersebut merupakan anggota deret homolog yang sama. Begitu pula dengan  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , dan  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , yang merupakan beberapa anggota deret homolog atau keluarga alkohol.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , dan  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  seluruhnya merupakan senyawa organik.

Senyawa-senyawa yang tergolong senyawa organik meliputi bidang yang sangat luas, di antaranya material biologis dari tanaman, hewan, dan manusia, seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, DNA, RNA, minyak atsiri, karet alam, dan pewarna alami; material produk pabrikan, seperti obat, pupuk, antiseptik, pestisida, narkotika, cat, plastik, kertas, benang, spirtus, dan pakaian, material geologis, seperti gas alam, bensin, minyak tanah, solar, dan aspal.

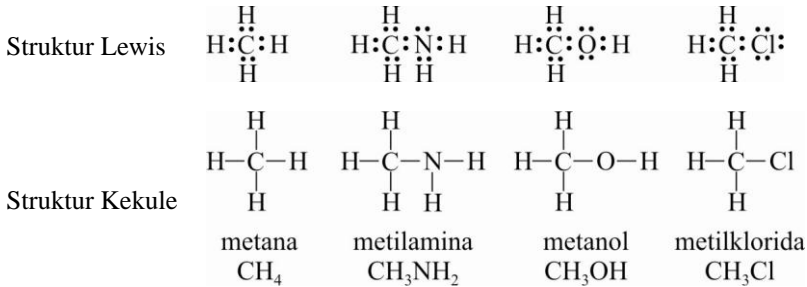
Penyebab begitu beragamnya senyawa organik yang dapat terbentuk adalah karena senyawa organik berbasis karbon, suatu atom yang memiliki sifat khas, yaitu dapat membentuk berbagai jenis ikatan (tunggal, rangkap dua, rangkap tiga) dan berbagai bentuk rantai ikatan (linier, bercabang, atau siklis), baik dengan karbon lain, maupun dengan atom-atom lain, seperti H, O, N, S, dan halogen.

## B. KEKHASAN ATOM KARBON

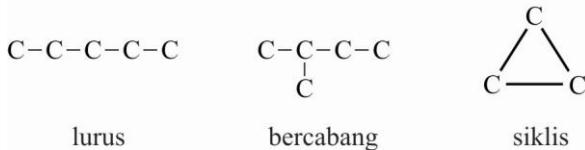
Atom karbon sebagai basis senyawa organik, adalah atom yang memiliki enam elektron dengan konfigurasi  $1s^2 2s^2 2p^2$ . Atom karbon mempunyai empat elektron valensi. Dengan empat elektron valensi tersebut, atom karbon dalam membentuk ikatan dengan atom lainnya tidak mempunyai kecenderungan melepaskan keempat elektronnya untuk memenuhi aturan oktet, sehingga dapat membentuk ion positif  $C^{4+}$ , atau menerima empat elektron sehingga menjadi ion negatif  $C^{4-}$ . Sebaliknya, empat elektron pada kulit terluar dapat membentuk empat ikatan kovalen baik dengan atom karbon maupun dengan atom lain, melalui pemakaian bersama pasangan elektron. Misalnya, karbon bergabung dengan empat atom hidrogen membentuk molekul  $CH_4$  atau metana. Setiap atom hidrogen menyumbangkan satu elektron, sehingga terdapat empat pasang elektron yang digunakan membentuk ikatan antara C dan H. Karbon dapat juga menggunakan pasangan elektron bersama dengan empat atom klorin, membentuk  $CCl_4$ .

Ikatan pada senyawa organik dapat digambarkan dengan struktur Lewis, maupun struktur Kekule. Pada struktur Lewis, elektron valensi dari suatu atom ditunjukkan sebagai noktah (titik). Hidrogen mempunyai satu titik, mewakili elektron  $1s$ -nya, sedangkan karbon mempunyai empat titik yang menunjukkan empat elektron pada  $2s^2$  dan  $2p^2$ . Setiap ikatan kovalen ditandai oleh peletakan dua titik di antara dua atom. Elektron-elektron diatur untuk memenuhi aturan oktet. Pada struktur ini dimungkinkan terdapat pasangan elektron yang tidak digunakan untuk berikatan, yang sering disebut pasangan elektron bebas.

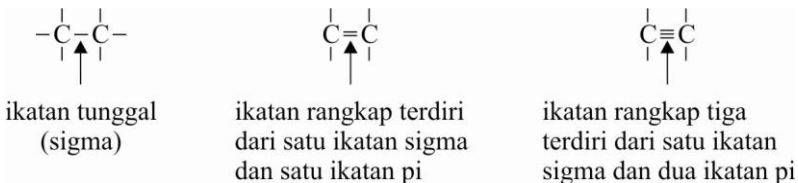
Struktur Kekule atau struktur ikatan-garis mempunyai sebuah garis yang digambarkan di antara dua atom yang menunjukkan dua elektron berikatan kovalen. Atom-atom dengan satu, dua, atau tiga elektron valensi membentuk satu, dua, atau tiga ikatan. Atom-atom dengan empat elektron valensi atau lebih membentuk ikatan sebanyak yang diperlukan untuk memenuhi aturan oktet. Karbon yang mempunyai 4 elektron valensi membentuk 4 ikatan kovalen, nitrogen yang mempunyai lima elektron valensi hanya membentuk 3 ikatan kovalen, oksigen yang mempunyai enam elektron valensi membentuk 2 ikatan kovalen, dan flour yang mempunyai tujuh elektron valensi membentuk hanya 1 ikatan kovalen.



Sifat khas atom karbon, suatu sifat yang memungkinkan keberadaan jutaan senyawa organik, adalah kemampuannya untuk membentuk ikatan tidak saja dengan unsur berbeda, tetapi juga dengan atom karbon lain. Kemampuan atom-atom karbon untuk membentuk ikatan kovalen memungkinkan terbentuknya rantai karbon yang beragam. Hal ini merupakan salah satu penyebab begitu banyak senyawa karbon yang dapat terbentuk. Rantai karbon dapat merupakan rantai lurus, bercabang, maupun siklis.



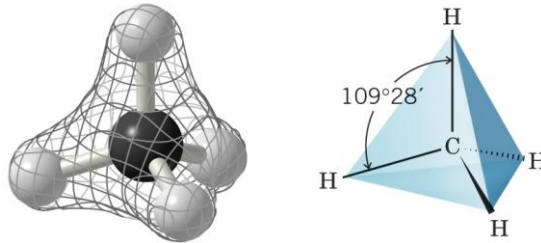
Empat ikatan kovalen yang dapat terbentuk antar atom C dapat berupa ikatan tunggal atau ikatan rangkap, tergantung dari orbital yang digunakan masing-masing atom karbon tersebut.



### C. HIBRIDISASI $sp^3$ , $sp^2$ DAN $sp$ PADA ATOM KARBON

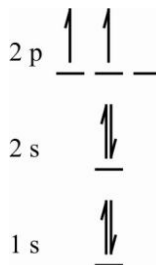
Pada pembentukan empat ikatan kovalen dengan empat atom lainnya, seperti pada  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ , atau  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ , ternyata keempat atom lain yang terikat pada karbon tersebut tidak berada pada satu bidang datar, tetapi dalam penataan tetrahedral, yaitu menempati posisi pada keempat sudut dari suatu tetrahedron, dengan sudut ikatan sama.





Gambar 1.3.  
Penataan tetrahedral dari empat ikatan kovalen pada karbon yang mengikat empat atom lain.

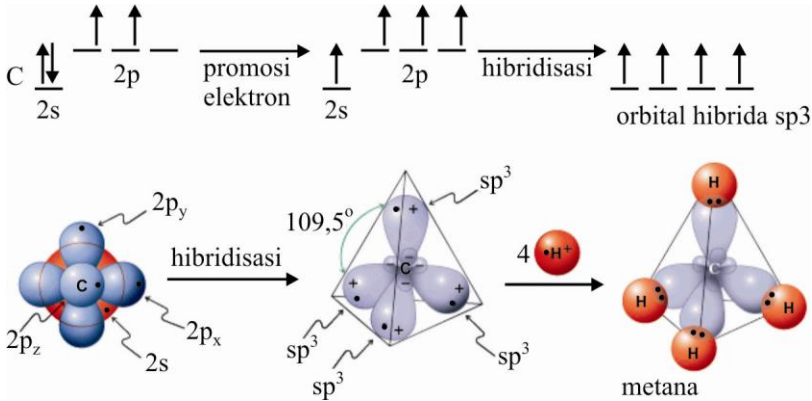
Penataan tetrahedral seperti itu sulit dijelaskan bila mengingat konfigurasi elektron atom karbon pada keadaan dasarnya adalah



Dari konfigurasi elektron karbon tersebut, tampak hanya terdapat dua elektron yang tidak berpasangan, yaitu pada orbital 2p. Bagaimana caranya atom karbon dapat mengikat empat atom yang lain dengan kekuatan dan penataan yang simetris? Dapat dipastikan bahwa atom karbon tidak menggunakan orbital s atau orbital p ketika membentuk ikatan, tetapi menggunakan orbital baru yang mempunyai tingkat energi setara. Bila menggunakan orbital s dan p, penataan gugus-gugus yang terikat tidak akan tetrahedral. Oleh karena itu, muncul konsep hibridisasi, yaitu beberapa orbital yang berbeda tingkat energinya bergabung membentuk orbital baru (disebut orbital hibrid) yang mempunyai tingkat energi setara.

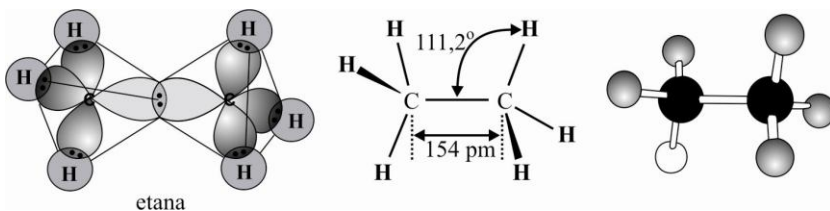
Pada  $\text{CH}_4$ , satu orbital 2s dan tiga orbital 2p pada karbon membentuk empat orbital hibrid  $\text{sp}^3$ . Hibridisasi ini berlangsung setelah satu elektron pada orbital 2s mengalami promosi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keempat orbital hibrid  $\text{sp}^3$  mempunyai tingkat energi setara dan mempunyai

penataan geometris berbentuk tetrahedral. Masing-masing orbital hibrid tersebut membentuk satu ikatan sigma ( $\sigma$ ) dengan orbital 1s dari hidrogen. Setiap ikatan C-H mempunyai kekuatan sama (436 kJ/mol), panjang ikatan sama (109 pm), dan sudut ikatan sama ( $109,5^\circ$ ).



Gambar 1.4.  
Hibridisasi  $sp^3$  pada metana.

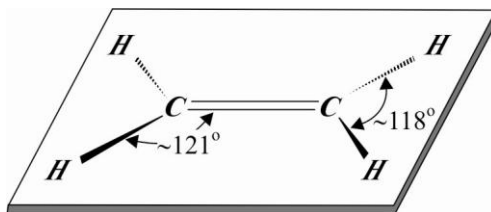
Pada etana atau  $H_3C-CH_3$ , dua karbon membentuk ikatan satu sama lain melalui overlap orbital  $sp^3$  dari setiap karbon membentuk satu ikatan sigma ( $\sigma$ ). Tiga orbital  $sp^3$  lain pada setiap karbon overlap dengan orbital 1s atom H untuk membentuk enam ikatan  $\sigma$  C-H.



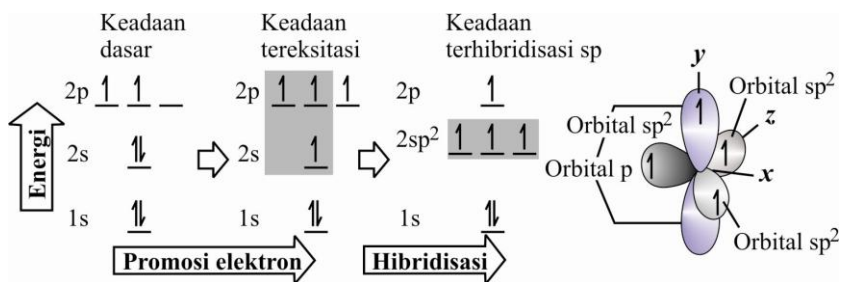
Gambar 1.5.  
Pembentukan ikatan pada etana.

Bagaimanakah pembentukan ikatan rangkap karbon-karbon? Etena,  $H_2C=CH_2$ , adalah salah satu senyawa hidrokarbon yang mengandung ikatan rangkap karbon-karbon. Pada faktanya, keenam atom pada etena seluruhnya terletak pada satu bidang datar yang sama. Setiap ikatan dengan karbon

berada pada posisi mengarah pada sudut-sudut sebuah segitiga, dan sudut-sudut ikatannya mendekati  $120^\circ$ .

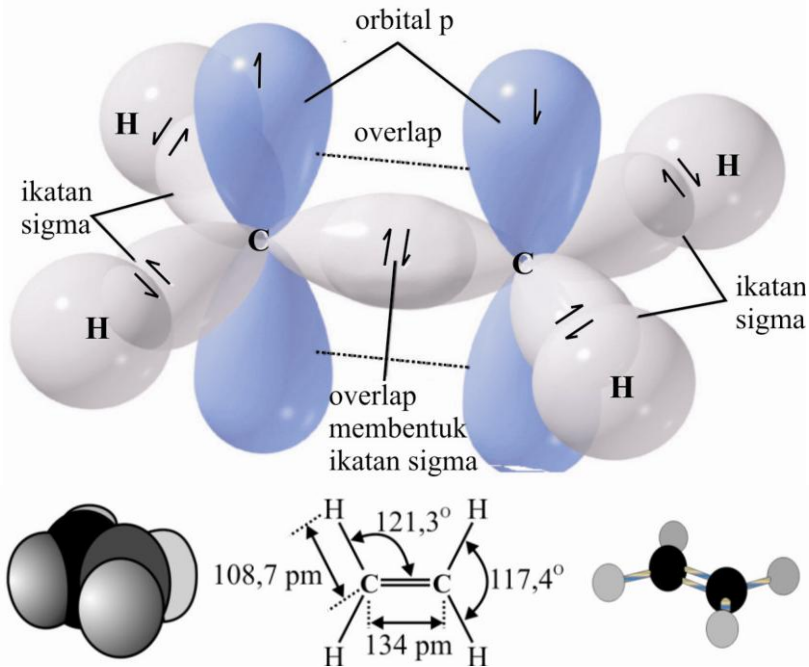


Fakta tersebut menunjukkan atom karbon pada etena tidak menggunakan orbital s atau orbital p untuk berikatan, tetapi menggunakan orbital baru yang mempunyai tingkat energi setara dan bergeometri segitiga planar, yaitu orbital hibrid  $sp^2$ . Pada orbital hibrid  $sp^2$ , orbital 2s bergabung atau berhibridisasi dengan dua orbital 2p, menghasilkan orbital 3 orbital hibrid  $sp^2$ . Hibridisasi ini dapat berlangsung setelah terjadi promosi elektron dari orbital 2s ke orbital bertingkat energi lebih tinggi, yaitu orbital 2p. Orbital  $sp^2$  mempunyai penataan geometris segitiga datar, sehingga terletak pada satu bidang datar dengan sudut  $120^\circ$ . Satu orbital p yang tersisa terletak tegak lurus pada bidang orbital  $sp^2$ .



Gambar 1.6.  
Hibridisasi  $sp^2$

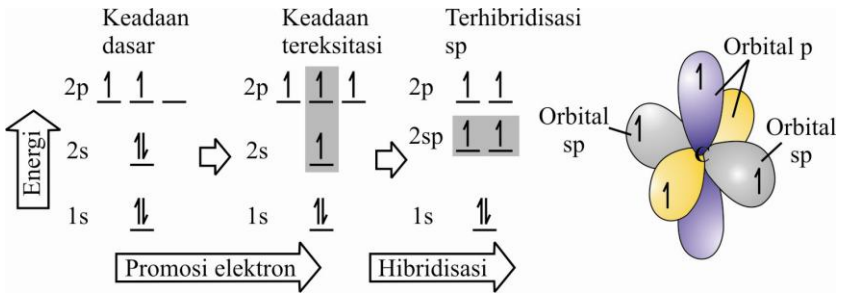
Dua orbital  $sp^2$  dari kedua atom karbon, yang masing-masing berisi satu elektron, overlap ujung ke ujung sehingga terbentuk ikatan  $\sigma$  C-C. Dua orbital p yang masing-masing juga berisi satu elektron, overlap sisi ke sisi sehingga membentuk ikatan  $\pi$  antara atom C dan C. Jadi antara C dan C terbentuk dua ikatan (ikatan rangkap), satu berupa ikatan  $\sigma$  dan satu lagi berupa ikatan  $\pi$ . Sementara itu, empat orbital 1s dari H, masing-masing membentuk ikatan  $\sigma$  dengan 4 orbital  $sp^2$  karbon.



Gambar 1.7.

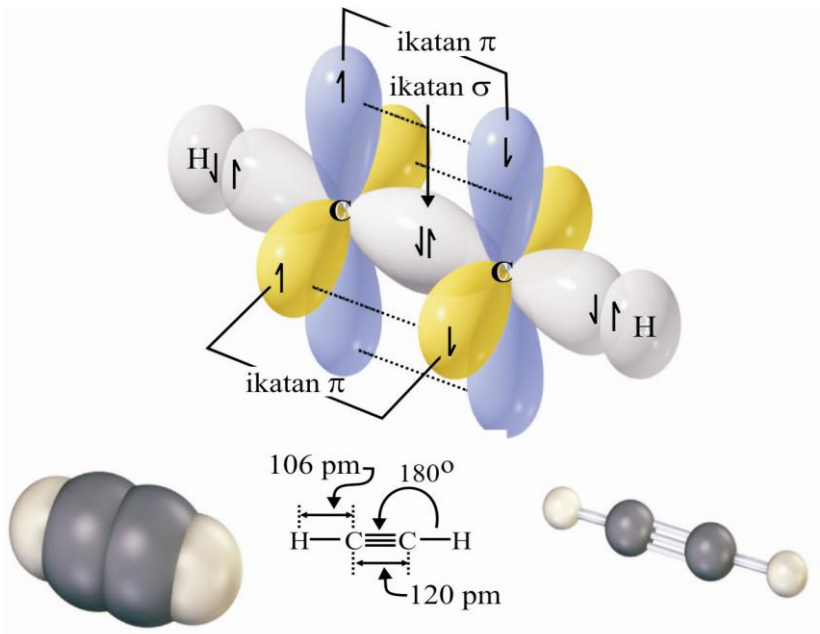
## Pembentukan ikatan pada etena

Etuna atau  $HC\equiv CH$  adalah salah satu senyawa hidrokarbon yang mengandung ikatan rangkap tiga karbon-karbon. Bagaimanakah pembentukan ikatan rangkap tiga karbon-karbon? Fakta menunjukkan bahwa keempat atom pada etuna terletak pada satu garis (linier) dengan sudut ikatan  $180^\circ$ . Hal tersebut menunjukkan atom karbon dalam etuna menggunakan orbital hibrid  $sp$  untuk berikatan dengan atom-atom lain. Orbital hibrid  $sp$  pada karbon terbentuk sebagai hasil hibridisasi satu orbital  $2s$  dan satu orbital  $2p$ . Dua orbital  $2p$  yang lain tidak berubah. Penataan geometri orbital  $sp$  adalah linier, bersudut  $180^\circ$ . Dua orbital  $p$  terletak tegak lurus pada orbital  $sp$ .



Gambar 1.8.  
Hibridisasi sp

Dua orbital hibrid sp dari dua atom C membentuk satu ikatan  $\sigma$  C-C, sedangkan orbital-orbital  $p_z$  dari setiap karbon membentuk ikatan  $\pi$   $p_z$ - $p_z$  melalui overlap sisi ke sisi, begitu pula dengan orbital-orbital  $p_y$  dari setiap karbon yang membentuk ikatan overlap  $\pi$   $p_y$ - $p_y$  melalui overlap sisi ke sisi. Dengan demikian, terbentuk tiga ikatan (atau ikatan rangkap tiga) antara C dan C, yaitu satu ikatan  $\sigma$   $sp^2$ - $sp^2$ , dan dua ikatan  $\pi$  p-p.



Gambar 1.9.  
Pembentukan ikatan pada etuna

## D. RUMUS KIMIA DALAM KIMIA ORGANIK

Terdapat beberapa jenis rumus kimia yang sering digunakan dalam kimia organik, yaitu rumus empiris, rumus molekul dan rumus struktur.

Rumus empiris menunjukkan jenis atom suatu molekul dan komposisinya dalam perbandingan paling sederhana. Misalnya, molekul butana mempunyai dua jenis atom, yaitu C dan H, dan perbandingan paling sederhana C dan H adalah 2 : 5, maka rumus empirisnya adalah  $C_2H_5$ .

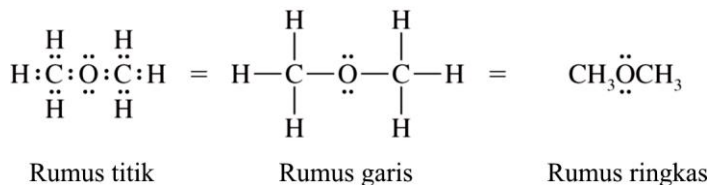
Rumus molekul menunjukkan jenis atom suatu molekul dan komposisinya dalam jumlah yang sesungguhnya. Misalnya, molekul butana mempunyai 4 atom C dan 10 atom H, maka rumus molekulnya  $C_4H_{10}$ . Rumus struktur menunjukkan struktur dari molekul, yaitu tata letak penggabungan atom-atom penyusun molekul.

Molekul organik yang berbeda dapat mempunyai rumus molekul dan rumus empiris sama, tetapi rumus strukturnya pasti berbeda. Sifat-sifat molekul organik sulit dijelaskan dengan baik tanpa mengetahui rumus strukturnya. Oleh karena itu, rumus struktur paling penting dibandingkan dengan rumus lainnya.

Nama Senyawa	Rumus Empiris	Rumus Molekul	Rumus Struktur
butana	$(C_2H_5)_n$	$C_4H_{10}$	<pre>       H   H   H   H                     H — C — C — C — C — H                           H   H   H   H           </pre>
2-metilpropana	$(C_2H_5)_n$	$C_4H_{10}$	<pre>       H   H   H                 H — C — C — C — H                       H       H                       H — C — H                               H           </pre>

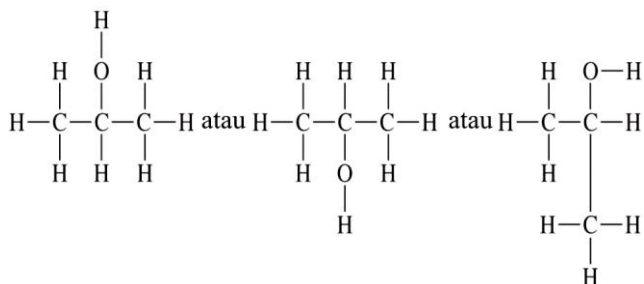
Struktur senyawa organik dapat digambarkan dengan rumus struktur yang berbeda-beda, di antaranya adalah rumus titik, rumus garis, dan rumus termampatkan (rumus ringkas). Rumus titik dikenal pula sebagai struktur Lewis, sedangkan rumus garis dikenal pula sebagai struktur Kekule. Rumus

titik paling jarang digunakan dibandingkan rumus yang lain, karena lebih merepotkan. Pada rumus garis, bila diperlukan pasangan elektron bebas dapat ditunjukkan.

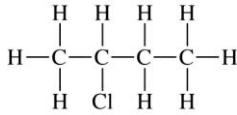


Pada rumus garis, setiap garis menunjukkan sepasang elektron. Pada rumus ini, penekanan penggambaran struktur lebih pada konektivitas atau urutan penggabungan atom-atom, dan bukan pada penggambaran sifat tiga dimensinya.

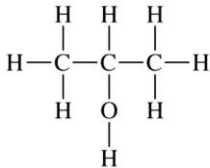
Contoh: pada rumus garis isopropil alkohol di bawah ini, semua ikatan dengan karbon digambarkan dengan sudut  $90^\circ$ , padahal sesungguhnya mempunyai sudut tetrahedral, yaitu  $109,5^\circ$ . Perlu diingat pula bahwa terdapat rotasi bebas di sekeliling ikatan tunggal, sehingga semua rumus garis di bawah ini ekuivalen.



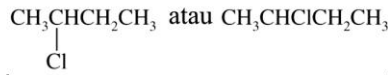
Pada rumus ringkas, sebagian atau semua garis ikatan diabaikan. Pada rumus ringkas sebagian, semua garis ikatan dengan hidrogen diabaikan, sehingga semua hidrogen ditulis langsung setelah atom yang mengikat hidrogen, akan tetapi sebagian ikatan lain ditunjukkan. Untuk memperjelas, gugus bercabang ditulis menggunakan garis vertikal yang menjelaskan posisi percabangannya pada rantai utama. Sementara itu, pada rumus ringkas penuh, semua ikatan diabaikan, dan semua atom yang terikat pada karbon ditulis langsung sesudah karbon.



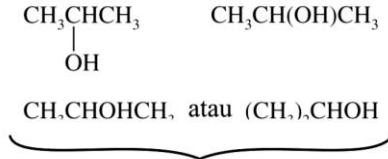
Rumus garis



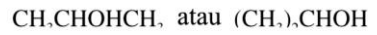
Rumus garis



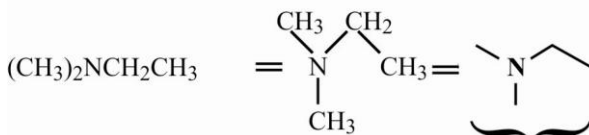
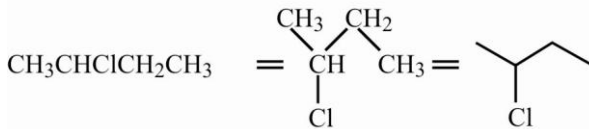
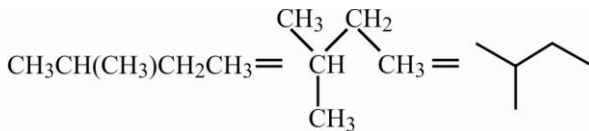
Rumus ringkas



Rumus ringkas



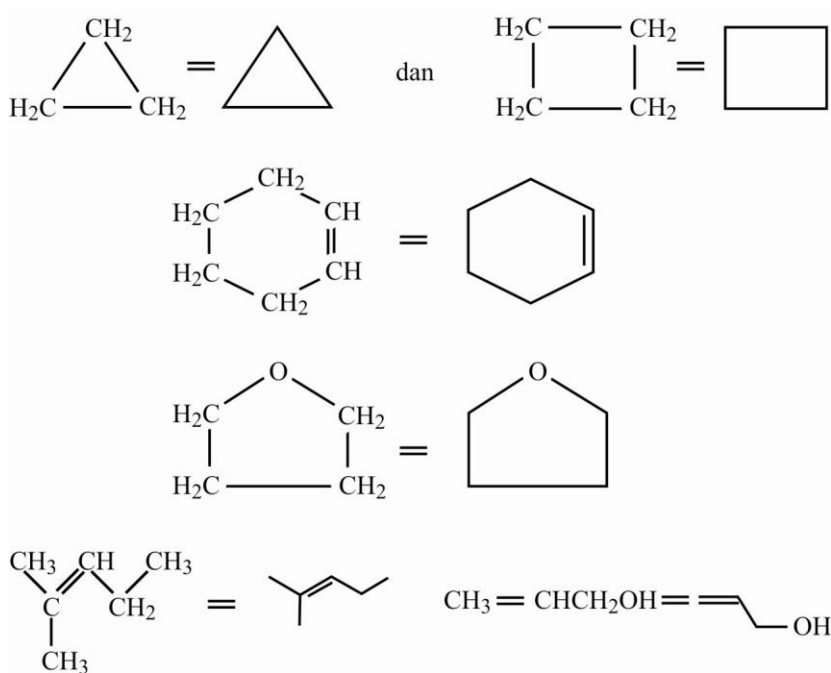
Suatu penyederhanaan lebih lanjut dari penggambaran molekul organik adalah dengan menggambarkan garis ikatannya saja, tetapi mengabaikan semua penulisan karbon dan hidrogen, dan hanya menampilkan penulisan heteroatom saja (misalnya O, N, Cl). Penyederhanaan seperti itu, dikenal dengan rumus garis-ikatan. Setiap perpotongan atau ujung garis mewakili satu karbon dengan sejumlah tertentu hidrogen. Selain itu, setiap heteroatom yang mengikat hidrogen harus ditunjukkan dengan jelas jumlah hidrogennya.



Rumus garis-ikatan

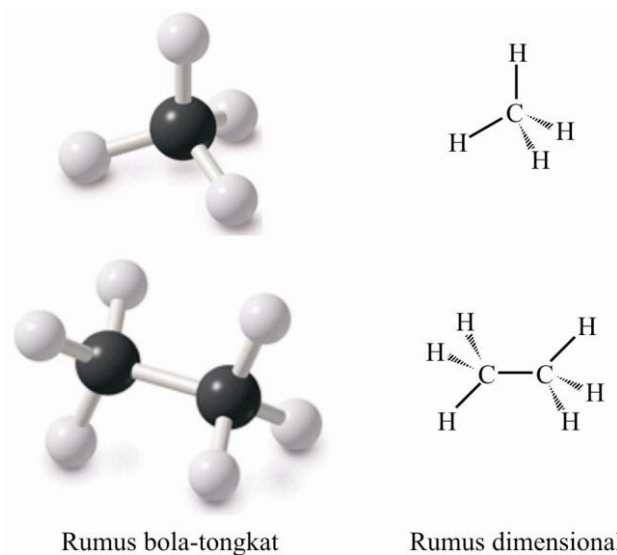


Untuk senyawa-senyawa organik siklik, rumus ringkas garis-ikatan digambarkan melalui poligon yang sesuai dengan jumlah atom anggota siklus. Sebagai contoh siklopropana yang merupakan senyawa siklis (cincin) dengan tiga anggota digambarkan dengan poligon segitiga. Keberadaan heteroatom, baik sebagai anggota cincin siklis, maupun bukan harus ditunjukkan melalui penampilan tulisan heteroatomnya. Sementara itu, keberadaan ikatan rangkap ditunjukkan melalui penggunaan sejumlah garis tertentu yang menghubungkan atom-atom.



Berbagai rumus untuk menggambarkan molekul organik yang telah dikemukakan, tidak satupun yang menggambarkan penataan atom-atom dalam ruang (struktur tiga dimensi). Padahal struktur tiga dimensi seringkali diperlukan untuk menjelaskan konsep-konsep organik tertentu. Oleh karena itu, suatu rumus tiga dimensi sangat diperlukan. Terdapat beberapa jenis rumus tiga dimensi yang telah banyak digunakan, di antaranya adalah rumus bola-tongkat dan rumus dimensional. Pada rumus dimensional, ikatan-ikatan yang terletak pada bidang kertas digambarkan melalui garis sederhana,

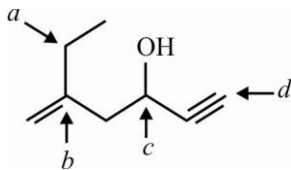
sedangkan ikatan yang menuju ke depan bidang kertas digambarkan dengan sebuah baji padat, dan sebaliknya, ikatan yang menuju ke belakang bidang kertas digambarkan dengan sebuah baji putus-putus.



## LATIHAN

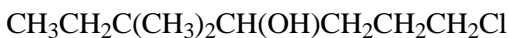
Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Tunjukkan jenis hibridisasi karbon yang ditunjuk tanda panah pada senyawa berikut:

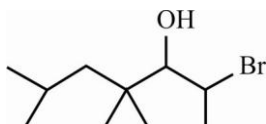


5-etilheks-5-en-1-un-3-ol

- 2) Gambarkan struktur 5-etilheks-5-en-1-un-3-ol tersebut dengan mempertimbangkan geometri orbital hibrid yang digunakan berikatan.
- 3) Gambarkan senyawa di bawah ini dalam rumus ringkas garis-ikatan



- 4) Gambarkan struktur senyawa di bawah ini dalam bentuk rumus garis

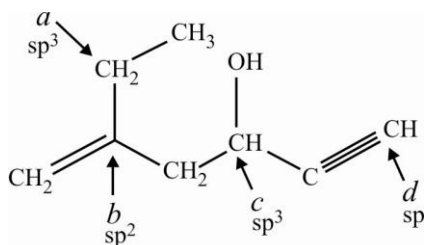


### *Petunjuk Jawaban Latihan*

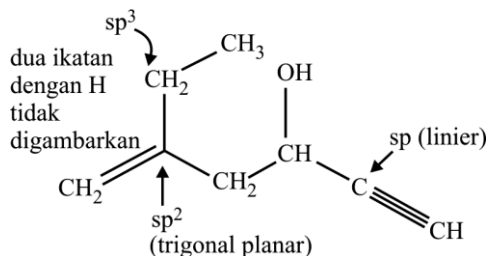
- 1) Untuk dapat mengetahui jenis hibridisasi yang digunakan suatu karbon ketika mengikat atom-atom lain, hal yang perlu diketahui adalah berapa banyak jumlah atom lain yang diikat oleh karbon tersebut. Bila suatu karbon mengikat 4 atom lain, maka atom karbon tersebut mengalami hibridisasi  $sp^3$ , bila mengikat 3 atom lainnya, maka atom tersebut mengalami hibridisasi  $sp^2$ , dan bila mengikat 2 atom lainnya, maka atom tersebut mengalami hibridisasi  $sp$ .

Struktur senyawa yang ditanyakan, 5-etil-heks-5-en-1-un-3-ol pada soal ini digambarkan menggunakan rumus garis-ikatan. Pada rumus garis-ikatan atom-atom hidrogen tidak ditunjukkan, begitu pula dengan karbon. Bila dengan rumus garis-ikatan, Anda sulit menentukan berapa jumlah atom lain yang diikat oleh suatu karbon, maka rumus garis-ikatan tersebut diubah dahulu menjadi rumus struktur lengkap. Perlu diingat bahwa setiap karbon harus mempunyai empat garis ikatan (tangan).

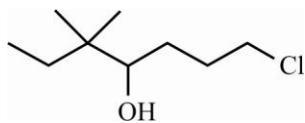
Karbon yang ditunjuk tanda panah a mengikat empat atom lain, yaitu C, C, H, dan H, oleh karena itu karbon tersebut mengalami hibridisasi  $sp^3$ . Karbon yang ditunjuk oleh tanda panah b mengikat tiga atom lain, yaitu C, C, dan C, sehingga karbon yang ditunjuk tanda panah b mengalami hibridisasi  $sp^2$ . Karbon yang ditunjukkan tanda panah c mengikat empat atom lain, yaitu C, C, O, dan H, karena itu atom karbon tersebut mengalami hibridisasi  $sp^3$ . Sementara itu, karbon lain yang ditunjuk oleh tanda panah d mengikat hanya 2 atom yang lain, yaitu C dan H. Oleh karena itu, atom karbon tersebut mengalami hibridisasi  $sp$ .



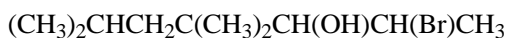
- 2) Geometri orbital hibrid  $sp^3$  adalah tetrahedral, geometri orbital hibrid  $sp^2$  adalah trigonal planar, sedangkan geometri orbital hibrid  $sp$  adalah linier dengan mempertimbangkan hal tersebut, maka struktur 5-etilheks-5-en-1-un-3-ol adalah



- 3) Penggambaran struktur dengan rumus garis-ikatan mempertimbangkan geometri orbital hibrid (tetrahedral, segitiga datar, atau linier) yang digunakan suatu karbon untuk mengikat atom lainnya, kecuali hidrogen yang terikat pada karbon. Dengan demikian rumus garis-ikatan dari senyawa tersebut adalah



- 4) Untuk mengubah rumus garis-ikatan menjadi rumus ringkas perlu mempertimbangkan bahwa setiap perpotongan dua garis dan setiap ujung garis terdapat atom karbon. Jumlah hidrogen yang terikat pada setiap karbon ditambahkan dengan mempertimbangkan bahwa setiap karbon mengikat 4 gugus lainnya. Titik-titik percabangan dapat dituliskan dalam kurung. Dengan demikian rumus ringkas senyawa tersebut adalah





Senyawa organik atau senyawa karbon adalah senyawa berbasis karbon atau didefinisikan pula sebagai senyawa hidrokarbon dan turunannya. Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang tersusun dari hidrogen dan karbon. Senyawa organik sangat beragam karena kekhasan atom karbon, yang mampu membentuk ikatan baik dengan atom karbon lain, maupun dengan berbagai atom lain (H, O, N, S, dan halogen) dengan berbagai jenis ikatan (ikatan tunggal, rangkap dua, rangkap tiga) dan berbagai jenis rantai karbon (linier, bercabang, tertutup). Atom karbon mengikat atom-atom lainnya menggunakan orbital hibrid hasil hibridisasi, yaitu  $sp^3$  bila mengikat 4 atom lainnya,  $sp^2$  bila mengikat 3 atom lainnya, dan  $sp$  bila mengikat 2 atom lainnya. Struktur senyawa organik dapat digambarkan dengan rumus Lewis, rumus Kekule (rumus garis), rumus singkat (termampatkan).

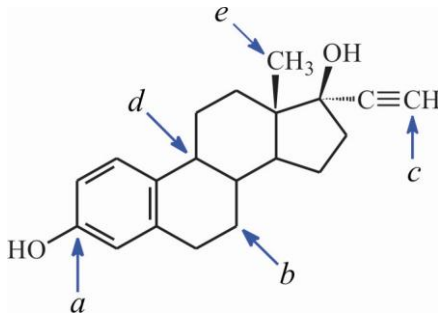
TES FORMATIF 1

---

Pilih satu jawaban yang paling tepat!

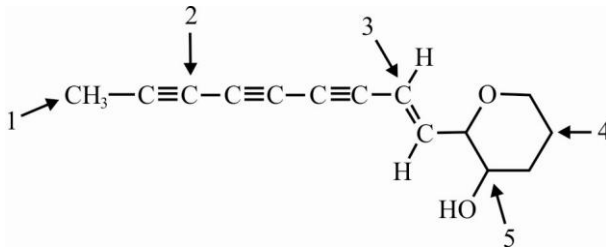
- 1) Berikut ini yang keduanya tidak termasuk senyawa organik adalah ....
  - A.  $CH_4$  dan  $CH_3CH_3$
  - B.  $CO_2$  dan  $H_2CO_3$
  - C.  $CO_2$  dan  $CH_2O$
  - D.  $CH_4$  dan C (arang)
  
- 2) Berikut ini yang merupakan sifat khas atom karbon adalah ....
  - A. tergolong unsur mulia
  - B. dapat membentuk ikatan ion dengan karbon lain
  - C. dapat membentuk empat ikatan kovalen
  - D. dapat membentuk ikatan hidrogen

- 3) Perhatikan struktur 17-etunilestradiol, suatu pil kontrasepsi, berikut



Karbon yang menggunakan orbital hibrid  $sp^2$  dan  $sp$  untuk mengikat gugus-gugus yang lain adalah....

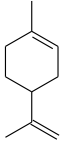
- A. b dan a  
 B. d dan e  
 C. a dan b  
 D. a dan c
- 4) Struktur ihtetereol, suatu racun panah amazonian, adalah sebagai berikut



Karbon manakah yang menggunakan orbital  $sp^3$ ,  $sp^2$ , dan  $sp$ ?

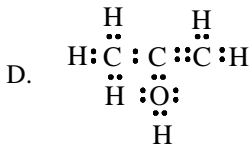
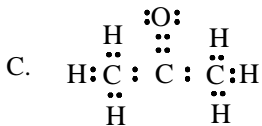
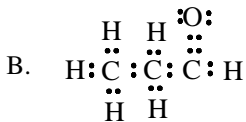
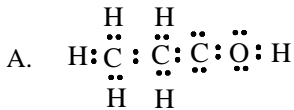
- A. 1, 2, dan 3  
 B. 4, 3, dan 2  
 C. 5, 2, dan 3  
 D. 1, 3 dan 5

- 5) Senyawa limonena banyak terkandung dalam jeruk lemon. Struktur limonena adalah sebagai berikut

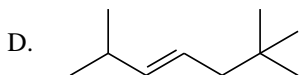
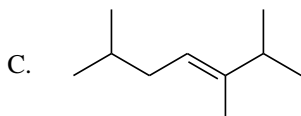
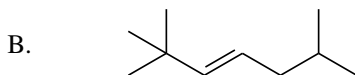
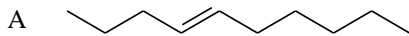


Banyaknya atom karbon pada limonena yang menggunakan orbital hibrid  $sp^3$  dalam berikatan dengan atom-atom lainnya adalah ....

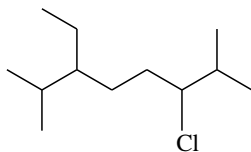
- A. 4  
 B. 6  
 C. 8  
 D. 2
- 6) Struktur Lewis dari aseton,  $(CH_3)_2CO$  adalah ....



- 7) Rumus garis-ikatan yang benar untuk senyawa  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH} = \text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  adalah ....



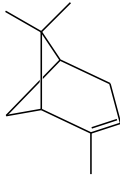
- 8) Rumus singkat (termampatkan) yang benar untuk struktur berikut adalah ....



- A.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$   
 B.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2(\text{Cl})\text{CH}_2(\text{CH}_3)_2$   
 C.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$   
 D.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- 9) Rumus empiris senyawa organik dengan rumus molekul  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$  adalah ...
- A.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$   
 B.  $(\text{CH}_2)\text{O}_2$   
 C.  $(\text{CH}_2)_6\text{O}_2$   
 D.  $(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})_3$



- 10) Senyawa  $\alpha$ -pinen, komponen utama minyak terpenin yang diperoleh dari pohon pinus mempunyai struktur sebagai berikut



Bagaimanakah rumus molekulnya?

- A.  $C_{10}H_{22}$   
 B.  $C_{10}H_{18}$   
 C.  $C_{10}H_{20}$   
 D.  $C_{10}H_{16}$

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
 80 - 89% = baik  
 70 - 79% = cukup  
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

# Klasifikasi, Tatanama, dan Sifat Senyawa Organik



Gambar 1.10.

Semut merah merupakan sumber asam formiat ( $\text{HCOOH}$ ), anggota paling sederhana dari kelompok asam karboksilat yang mempunyai gugus fungsional  $-\text{COOH}$ .

Komponen utama spirtus adalah metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), anggota paling sederhana dari kelompok alkohol yang mempunyai gugus fungsional  $-\text{OH}$ .

Bagaimanakah mempelajari senyawa organik yang begitu banyak dan beragam? Salah satu keuntungan utama dengan menjadikan teori struktur sebagai dasar utama mempelajari senyawa organik adalah dapat dengan mudah mengklasifikasikan jutaan senyawa organik menjadi sejumlah kecil kelompok atau keluarga senyawa organik. Anggota setiap kelompok atau keluarga tersebut dengan mudah dikenali melalui keberadaan gugus tertentu yang disebut gugus fungsional. Suatu gugus fungsional adalah bagian dari molekul senyawa organik yang merupakan pusat kereaktifan dan sifat molekul. Selain menentukan sifat senyawa karbon, gugus fungsi juga dijadikan dasar klasifikasi dan penamaan senyawa karbon. Setiap kelompok atau keluarga senyawa organik dengan gugus fungsional tertentu mempunyai

keteraturan tertentu, sehingga sering disebut pula sebagai deret homolog. Apa sajakah kelompok atau deret homolog senyawa organik?




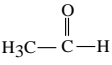
Setiap senyawa tentu harus mempunyai nama, bagaimanakah sistem tatanama senyawa organik? Pada awal perkembangan ilmu organik, setiap senyawa baru biasanya dinamai berdasarkan sumber atau penggunaannya. Contohnya, senyawa yang ditemukan pada jeruk limau diberi nama limonena, atau yang ditemukan pada pohon pinus diberi nama  $\alpha$ -pinena. Cara penamaan seperti ini, yang dikenal dengan nama trivial hingga saat ini masih digunakan. Walaupun demikian, dengan makin banyaknya senyawa organik yang ditemukan, dirasakan perlu untuk menetapkan tatanama yang sistematis. Saat ini disepakati penggunaan sistem tatanama senyawa organik standar internasional IUPAC (*The International Union of Pure and Applied Chemistry*).

## A. GUGUS FUNGSIONAL

Beberapa golongan atau deret homolog utama senyawa organik ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1.

Beberapa golongan senyawa organik berdasarkan gugus fungsional

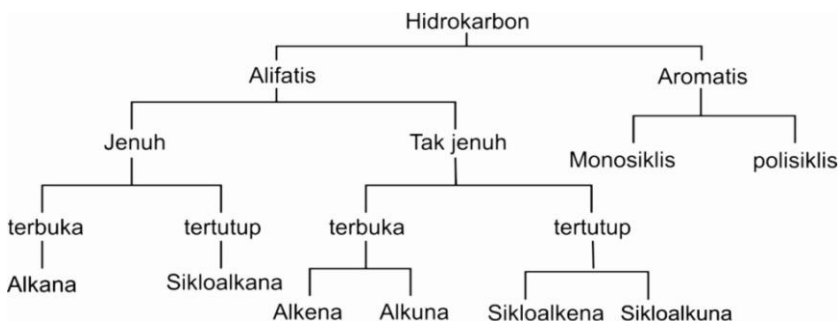
Nama Golongan	Gugus Fungsional	Rumus Umum	Nama Umum	Contoh		
				Struktur	Nama IUPAC	Nama Trivial
Alkana	$\text{C}-\text{C}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	Alkana	$\text{CH}_3\text{CH}_3$	etana	Etana
Alkena	$\text{C}=\text{C}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	Alkena	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	etena	Etilena
Alkuna	$\text{C}\equiv\text{C}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	Alkuna	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	etuna	Asetilena
Aromatis	Cincin aromatis	$\text{ArH}$	Arena		benzena	Benzene
Haloalkana	$\text{C}-\text{X}$	$\text{R}-\text{X}$	Haloalkana	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	kloroetana	Etilklorida
Alkohol	$\text{C}-\text{OH}$	$\text{R}-\text{OH}$	Alkanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	etanol	Etil alkohol
Eter	$\text{C}-\text{O}-\text{C}$	$\text{R}-\text{OR}'$	Alkoksialkana	$\text{CH}_3\text{OCH}_3$	metoksimetana	Dimetil eter
Aldehida			Alkanal		etanal	Asetaldehida

Nama Golongan	Gugus Fungsional	Rumus Umum	Nama Umum	Contoh		
				Struktur	Nama IUPAC	Nama Trivial
Keton	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$	alkanon	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	propanon	Aseton
Asam karboksilat	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Asam alkanoat	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Asam etanoat	Asam asetat
Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \end{array}$	Alkilalkanoat	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OCH}_3 \end{array}$	metiletanoat	Metilasetat
Amina	$-\text{NH}_2$	$\text{RNHR}'_2, \text{RNHR}'_1\text{R}''$	Alkilamina	$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$	metilamina	Metilamina
Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Alkanamida	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Etanamida	Asetamida
nitril	$-\text{C}\equiv\text{N}$	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$	Alkananitril	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$	etanitril	Asetonitril

R = residu alkil = hidrokarbon alkana yang kehilangan satu atom hidrogen, sehingga rumus umumnya  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ .

## 1. Hidrokarbon

Hidrokarbon merupakan senyawa organik atau senyawa karbon yang molekulnya hanya terdiri dari atom C dan H. Berdasarkan macam ikatan antar atom karbon dan sifatnya, hidrokarbon dapat diklasifikasi sebagai berikut.



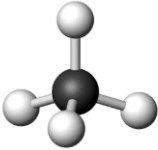
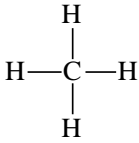
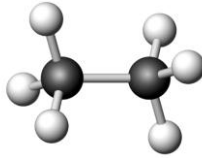
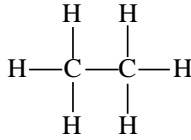
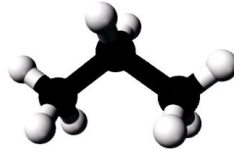
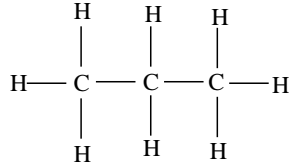
Gambar 1.11.  
Klasifikasi Hidrokarbon

Berdasarkan reaktivitas kimianya, senyawa hidrokarbon dibedakan menjadi hidrokarbon alifatis dan aromatis. Hidrokarbon aromatis adalah senyawa siklis yang mempunyai ikatan rangkap terkonjugasi yang memenuhi syarat aromatis (akan dibahas lebih lanjut). Contoh senyawa aromatis adalah benzena (monosiklis), dan naftalena (polisiklis). Hidrokarbon alifatis berdasarkan jenis ikatan antar karbonnya, dapat mempunyai ikatan karbon-karbon jenuh ikatan tunggal karbon-karbon, (C-C), tetapi dapat juga mempunyai ikatan karbon-karbon tak jenuh (ikatan karbon-karbon rangkap dua (C=C), atau rangkap tiga (C≡C)). Baik pada hidrokarbon jenuh maupun tidak jenuh dapat mempunyai jenis rantai karbon yang terbuka, maupun rantai tertutup (alisiklis). Kelompok hidrokarbon jenuh berantai terbuka dikenal dengan nama alkana, sedangkan kelompok hidrokarbon jenuh berantai tertutup dikenal dengan nama sikloalkana. Walaupun berbeda jenis rantai karbonnya, alkana dan sikloalkana mempunyai sifat fisik dan reaktivitas kimia yang serupa. Sementara itu, kelompok hidrokarbon tak jenuh berantai terbuka yang mempunyai ikatan rangkap dua C=C dikenal dengan nama alkena, sedangkan yang mempunyai ikatan rangkap tiga C≡C dikenal dengan nama alkuna. Kelompok hidrokarbon alifatis yang merupakan rantai tertutup dan mempunyai ikatan rangkap dua, dikenal dengan nama sikloalkena, sedangkan yang mempunyai ikatan rangkap tiga disebut dengan sikloalkuna.

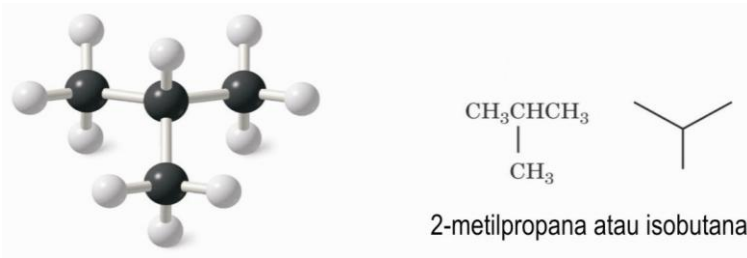
Hidrokarbon alifatis dan aromatis mempunyai reaktivitas kimia yang sangat berbeda, misalnya hidrokarbon aromatis dapat mengalami reaksi substitusi elektrofilik, sedangkan hidrokarbon alifatis yang mempunyai jenis ikatan karbon-karbon serupa, yaitu alkena atau sikloalkena tidak mengalami reaksi substitusi elektrofilik. Sebaliknya, alkena atau sikloalkena dapat mengalami reaksi adisi elektrofilik, sedangkan hidrokarbon aromatis tidak. Walaupun demikian, semua hidrokarbon dapat mengalami reaksi pembakaran yang bila berlangsung secara sempurna menghasilkan karbon dioksida dan air. Begitu pula dengan sifat kelarutannya, semua hidrokarbon tidak larut dalam air.

#### a. *Alkana*

Kelompok alkana mempunyai rumus umum  $C_nH_{2n+2}$ . Semua anggota alkana diberinama dengan akhiran -ana. Tiga anggota keluarga alkana paling sederhana adalah  $CH_4$  atau metana,  $C_2H_6$  atau etana, dan  $C_3H_8$  atau propana. Struktur ketiganya dapat digambarkan sebagai berikut.

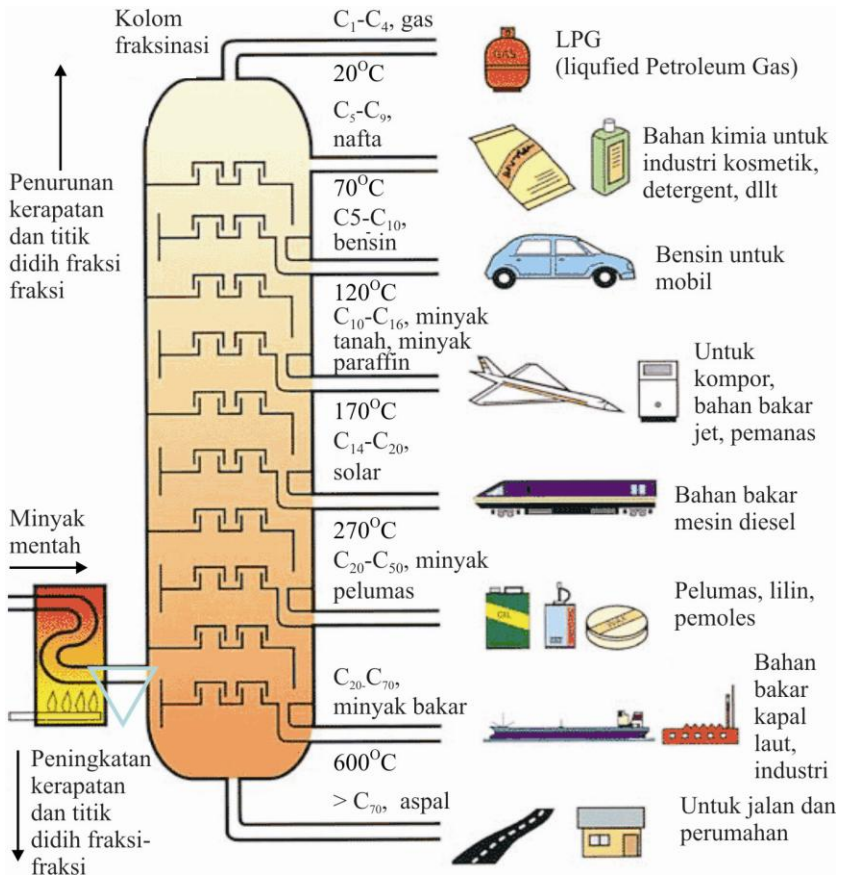
Metana (CH<sub>4</sub>)Etana (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)Propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)

Alkana dapat mempunyai rantai karbon lurus maupun bercabang. Penamaan alkana bercabang dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan rantai terpanjang sebagai rantai utama, selanjutnya diberi nomor dengan urutan sedemikian rupa sehingga cabang-cabang mempunyai nilai serendah mungkin. Cabang dinamai dengan sebutan alkil atau nama alkana dengan jumlah karbon sesuai dan diakhiri dengan akhiran -il. Contoh alkana rantai bercabang adalah



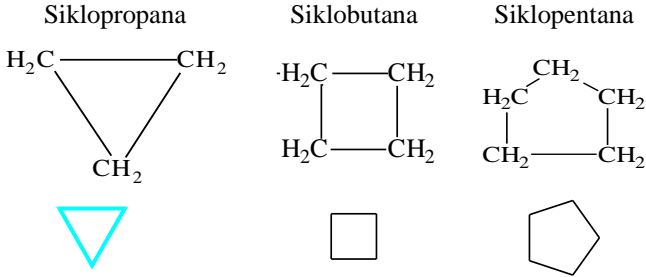
Sumber utama alkana adalah gas alam dan minyak bumi. Alkana rantai pendek C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> atau C<sub>1</sub> sampai dengan C<sub>4</sub> berwujud gas pada temperatur kamar. Metana (CH<sub>4</sub>) dikenal sebagai gas rawa karena banyak ditemukan di rawa-rawa. Metana banyak ditemukan pada gas alam, komposisinya mencapai 75-85%, sisanya etana (5-10%), dan propana (1-5%), sedangkan komponen utama LPG adalah propana dan butana. Destilasi fraksinasi minyak bumi menghasilkan berbagai alkana, fraksi yang dihasilkan pada suhu paling rendah adalah gas (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>), selanjutnya adalah nafta (C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>, titik

didih 60-100°C), bensin (C6-C11, titik didih 50-200°C), minyak tanah (C12-C16, titik didih 200-250°C), solar (C15-C18, titik didih 250-300°C), pelumas (C20-C40), parafin (C44), dan aspal (C80).



Gambar 1.12. Destilasi fraksinasi minyak bumi

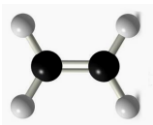
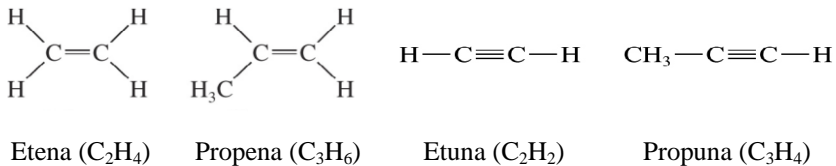
Alkana dengan rantai tertutup dikenal dengan nama sikloalkana. Semua sikloalkana mempunyai rumus umum C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>. Sikloalkana, diberinama dengan menambahkan awalan siklo pada nama alkana dengan jumlah karbon sesuai. Tiga anggota sikloalkana yang paling sederhana adalah siklopropana, siklobutana, dan siklopentana.



Alkana dan sikloalkana tidak larut dalam air, karena hidrokarbon bersifat non polar. Ikatan pada alkana dan sikloalkana terdiri dari C dan H yang merupakan ikatan non polar karena kecilnya perbedaan keelektronegatifan antara C dan H. Terdapat keteraturan peningkatan titik didih atau titik leleh pada alkana dan sikloalkana dengan makin bertambahnya berat molekul.

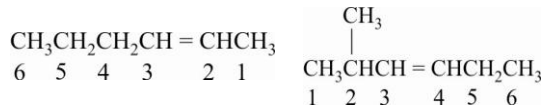
#### b. Alkena

Alkena adalah senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua karbon-karbon, sedangkan alkuna mempunyai ikatan rangkap tiga karbon-karbon. Keduanya tergolong hidrokarbon tak jenuh, karena mempunyai jumlah hidrogen lebih sedikit dari alkana. Rumus umum alkena adalah  $C_nH_{2n}$ , sedangkan rumus umum alkuna adalah  $C_nH_{2n-2}$ . Anggota alkena paling sederhana adalah etena, sedangkan pada alkuna adalah etuna. Etena atau etilena adalah suatu hormon tumbuhan yang menyebabkan buah menjadi matang, atau daun menjadi kuning. Etena juga merupakan bahan dasar industri kimia yang paling banyak digunakan. Sementara itu, etuna atau asetilena banyak digunakan dalam pengelasan logam.



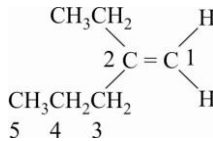


Alkena diberinama seperti alkana, tetapi dengan mengubah akhiran –ana pada alkana menjadi –ena, sedangkan pada alkuna diubah menjadi –una. Posisi ikatan rangkap dan cabang ditunjukkan dengan nomor yang diatur sedemikian sehingga mempunyai nilai terendah. Awalan siklo ditambahkan pada alkena berantai tertutup (siklis). Bila terdapat lebih dari satu ikatan rangkap, maka digunakan akhiran –diena, -triena, -tetraena.

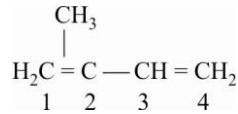


2-heksena

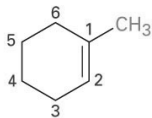
2-metil-3-heksena



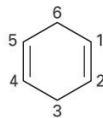
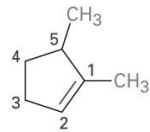
2-etil-1-pentena



2-metil-1,3-butadiena

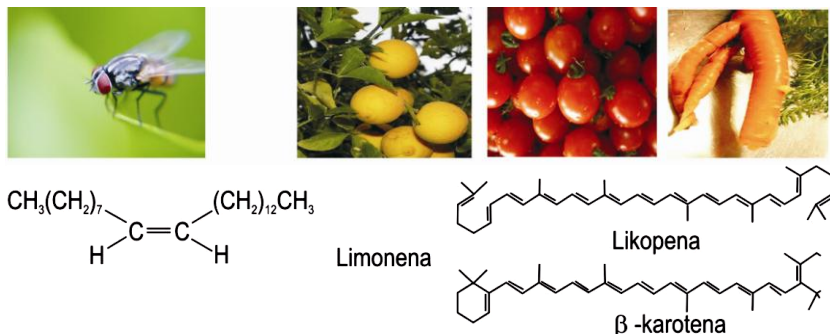


2-metilsikloheksena

1,4-sikloheksadiena atau  
sikloheksa-1,4-diena

1,5-dimetilsiklopentana

Alkena dapat ditemukan pada berbagai sumber, seperti jeruk limau yang mengandung limonena, lalat rumah yang melepaskan muskalur atau kepik ulat sutera yang mengandung bombikol. Muskalur dan bombikol adalah suatu feromon, zat kimia yang digunakan untuk komunikasi di antara serangga, dapat berfungsi sebagai penarik lawan jenis, atau sebagai peringatan bahaya. Sumber alkena lainnya adalah tomat yang mengandung likopena, atau wortel yang mengandung  $\beta$ -karotena. Begitu pula dengan alkuna yang dapat ditemukan pada racun katak amazon yang mengandung akhiotereol atau pada pil kontrasepsi.

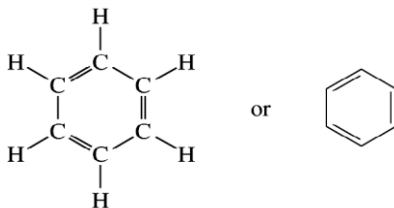


Gambar 1.13

### c. Alkuna

Alkuna mempunyai sifat fisik yang serupa dengan alkana. Kelompok senyawa ini bersifat nonpolar, sehingga tidak larut dalam air. Akan tetapi, berbeda dengan alkana yang tidak reaktif, alkena dan alkuna dapat mengalami berbagai reaksi, seperti reaksi adisi, oksidasi, atau polimerisasi. Reaksi adisi dapat mengubah alkena menjadi alkohol, alkilhalida, atau alkana. Reaksi oksidasi dapat mengubah alkena menjadi aldehida, keton, alkohol, atau eter (epoksida). Polimerisasi alkena dapat menghasilkan poliena, suatu plastik.

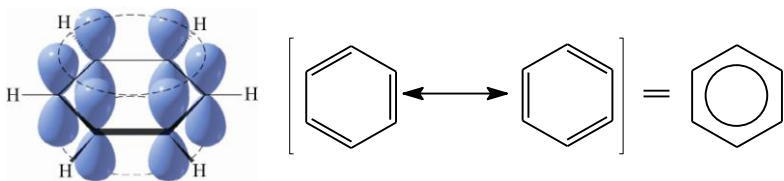
Kelompok hidrokarbon yang lain adalah hidrokarbon aromatis. Benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) termasuk pada kelompok ini. Penyebutan aromatis disebabkan beberapa turunan benzena mempunyai aroma yang kuat. Senyawa-senyawa nonaromatis disebut alifatis. Struktur kekule benzena digambarkan sebagai cincin enam anggota dengan tiga ikatan rangkap dan tiga ikatan tunggal yang berselang-seling.



Fakta eksperimen menunjukkan bahwa panjang ikatan karbon-karbon pada benzena seluruhnya sama ( $1,48\text{\AA}$ ). Panjang ikatan karbon-karbon ini tidak sama baik dengan panjang ikatan karbon-karbon rangkap ( $1,34\text{\AA}$ ), maupun dengan ikatan karbon-karbon tunggal ( $1,54\text{\AA}$ ), tetapi berada di

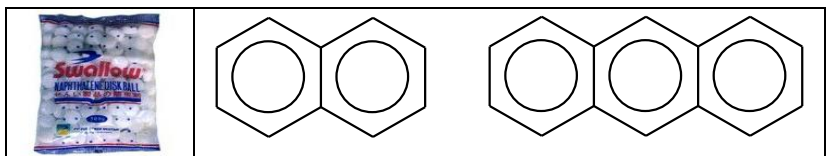
antara keduanya. Fakta ini menunjukkan bahwa benzena sebenarnya tidak mempunyai ikatan rangkap atau ikatan tunggal yang benar-benar terpisah.

Keenam karbon pada benzena menggunakan orbital  $sp^2$  untuk berikatan dengan tiga atom lainnya. Hal ini berarti setiap karbon masih mempunyai satu orbital p yang masing-masing berisi satu elektron. Setiap orbital p bertetangga dengan dua orbital p lainnya, sehingga untuk membentuk ikatan  $\pi$ , orbital p dapat overlap baik dengan orbital p tetangga di sebelah kanan maupun dengan orbital p tetangga di sebelah kiri. Karena elektron-elektron  $\pi$  tidak bertahan lama diikat oleh dua karbon, maka ikatan  $\pi$  yang dihasilkan tidak terlokalisasi pada posisi tertentu saja, tetapi terdelokalisasi. Keenam elektron  $\pi$  tersebar di seputar cincin benzena. Dengan demikian, panjang ikatan karbon-karbon yang dihasilkan seragam.



Walaupun benzena mempunyai ikatan rangkap, tetapi benzena tidak mengalami reaksi-reaksi yang biasa berlangsung pada alkena, seperti reaksi adisi, oksidasi atau polimerisasi. Reaksi yang berlangsung pada benzena adalah reaksi substitusi. Pada reaksi ini cincin benzena dengan ikatan rangkap yang terdelokalisasi tidak mengalami perubahan. Walaupun demikian, seperti hidrokarbon lainnya, benzena tidak larut dalam air, dan biasanya digunakan sebagai pelarut.

Hidrokarbon aromatis dapat merupakan polisiklik. Contohnya adalah naftalena (kapur barus) dan antrasena.

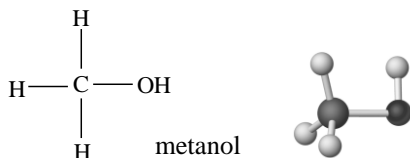


naftalena

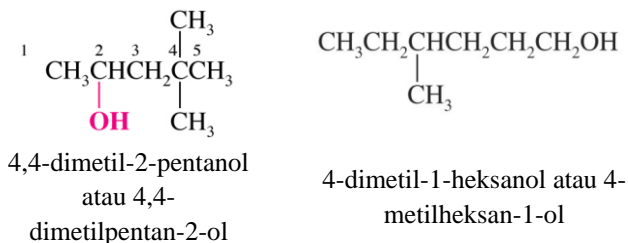
antrasena

## 2. Alkohol

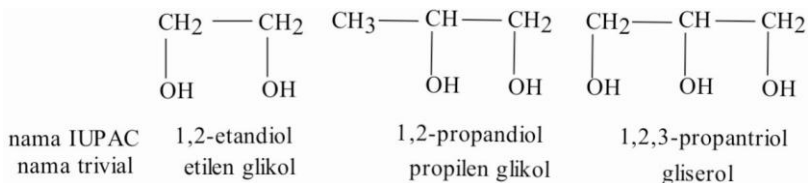
Alkohol adalah kelompok senyawa organik yang memiliki rumus umum R-OH. Kelompok ini ditandai oleh keberadaan gugus fungsional hidroksil, -OH. Strukturnya mirip air, tetapi dengan satu hidrogen diganti gugus alkil. Dua anggota paling sederhana pada kelompok ini adalah metanol dan etanol.



Nama alkohol mengikuti tatanama alkana, dengan akhiran -a diganti dengan -ol. Rantai utama adalah rantai terpanjang yang mengandung gugus hidroksil. Posisi gugus hidroksil dan cabang-cabang ditunjukkan dengan nomor. Penomoran rantai terpanjang dilakukan sedemikian sehingga gugus hidroksil mempunyai nomor serendah mungkin.

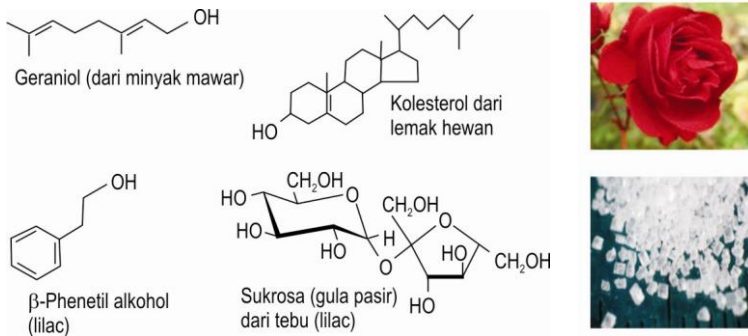


Alkohol yang mempunyai dua atau lebih gugus hidroksil disebut poliol. Penamaan poliol dilakukan dengan menyebutkan posisi gugus-gugus hidroksi melalui nomor, dan dilengkapi dengan akhiran -diol, -triol, -tetraol, dst.



Dalam kehidupan sehari-hari nama alkohol sering ditujukan untuk penyebutan etanol, suatu senyawa memabukkan yang terdapat pada minuman

keras. Senyawa-senyawa yang termasuk keluarga alkohol sering diperoleh dari berbagai sumber alami, seperti 2-feniletanol dan geraniol yang diperoleh dari mawar, kolesterol dari lemak hewani, sukrosa (gula pasir) yang diperoleh dari tebu, atau  $\beta$ -fenetilalkohol yang bersumber dari bunga lili. Metanol banyak digunakan sebagai bahan bakar (pembakar spirtus, lampu penerang). Etanol digunakan sebagai bahan bakar, pelarut, cairan pensteril, dan campuran minuman. Etilen glikol digunakan sebagai campuran zat antibeku, dan gliserol digunakan sebagai bahan kosmetik.



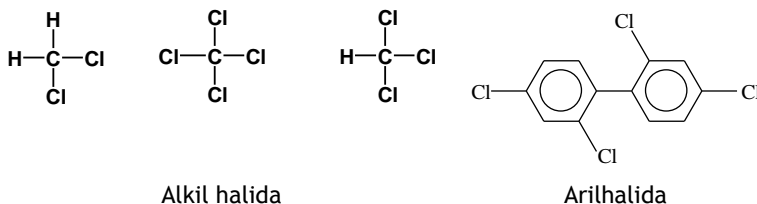
Gambar 1.14

Alkohol berantai pendek (C1 sampai dengan C3) larut dalam air, makin panjang rantai gugus alkil makin rendah kelarutannya dalam air, sebaliknya makin tinggi kelarutannya dalam pelarut nonpolar. Kelarutan alkohol juga makin meningkat dengan makin banyaknya gugus hidroksil. Titik didih alkohol makin meningkat dengan makin panjangnya rantai karbon, dan makin banyaknya gugus hidroksil. Dibandingkan dengan hidrokarbon atau alkilhalida yang mempunyai berat molekul setara, alkohol selalu mempunyai titik didih lebih tinggi. Hal ini karena pada alkohol dapat terjadi ikatan hidrogen.

	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Mr	44	48	47
td	$-32^\circ\text{C}$	$-42^\circ\text{C}$	$78^\circ\text{C}$

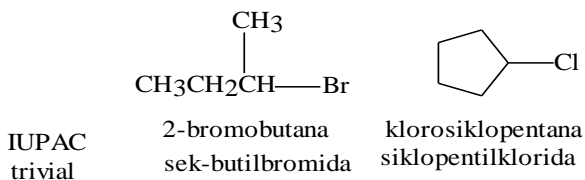
### 3. Organohalogen

Senyawa organik yang hanya mengandung karbon, hidrogen, dan halogen disebut organohalogen. Terdapat tiga jenis organohalogen, yaitu alkilhalida ( $R-X$ ), arilhalida ( $Ar-X$ ) atau vinilhalida, dengan  $X$  adalah halida ( $F, Cl, Br, I$ ). Kelompok senyawa ini banyak digunakan sebagai pelarut, insektisida, zat warna, dan bahan dasar industri kimia.



Senyawa organohalogen yang diperoleh dari alam, di antaranya adalah zat warna ungu tirius yang berasal dari siput, dan tiroksina, suatu hormon tiroid. Senyawa organohalogen biasanya digolongkan sebagai senyawa beracun. Kelompok senyawa ini biasanya mempunyai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan senyawa organik pada umumnya. Hal ini menyebabkan senyawa organohalogen seringkali terletak pada bagian bawah bila membentuk campuran dengan air.

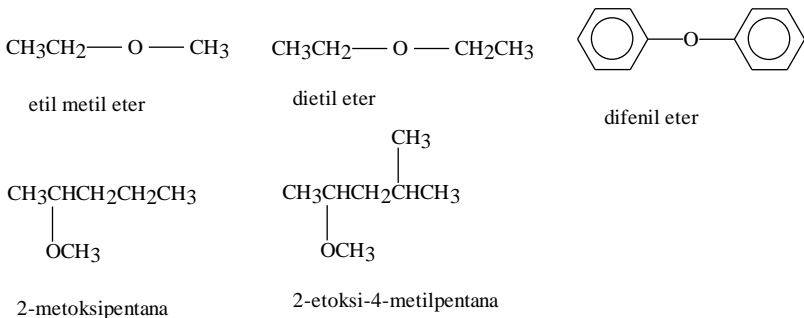
Dalam sistem IUPAC, suatu organohalogen diberinama dengan awalan halo-. Walaupun demikian, nama trivial yang terlebih dahulu menyebutkan nama gugus alkilnya, lalu diikuti nama halidanya juga sering digunakan.



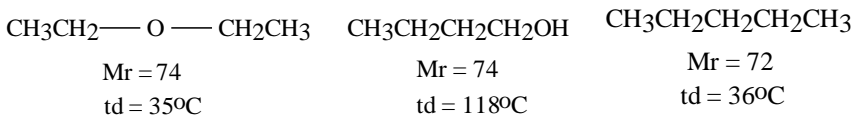
### 4. Eter

Eter merupakan senyawa dengan dua gugus alkil berhubungan dengan satu atom oksigen yang sama. Rumus umum kelompok senyawa ini adalah  $R-O-R'$ , dengan  $R$  dan  $R'$  dapat merupakan gugus yang sama atau berbeda, dan gugus itu berupa alkil maupun aril. Eter biasanya diberi nama dengan menyebut nama setiap gugus alkil atau arilnya sesuai urutan abjad, diikuti

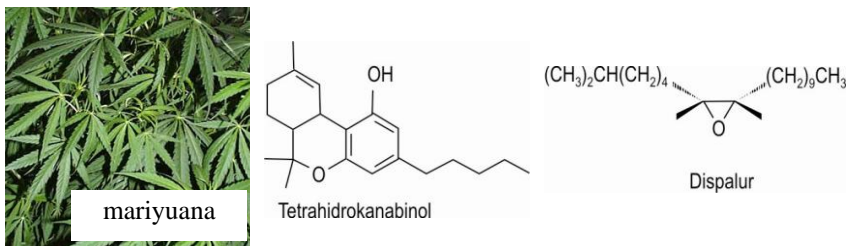
dengan kata eter. Untuk eter yang lebih rumit, gugus -OR yang lebih sederhana dinamai sebagai substituen alkoksi.



Kelompok eter biasanya mempunyai titik didih lebih rendah dari alkohol yang mempunyai berat molekul sama. Hal ini karena eter tidak membentuk ikatan hidrogen dengan eter lainnya. Pada kenyataannya, eter memiliki titik didih yang hampir sama dengan hidrokarbon yang sama.



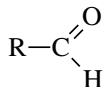
Eter merupakan senyawa yang relatif lambat atau inert (tidak mudah bereaksi), sehingga banyak digunakan sebagai pelarut. Eter (dietil eter) pernah digunakan sebagai anastesi (obat bius). Dietileter juga merupakan bahan cairan starter untuk mesin mobil. Beberapa eter yang diperoleh dari sumber alami, di antaranya feromon dispalur yang bersumber dari kepik gipsi, atau tetrahidrokanabinol obat yang berasal dari mariyuana.



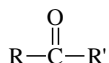
Gambar 1.15

## 5. Aldehida dan Keton

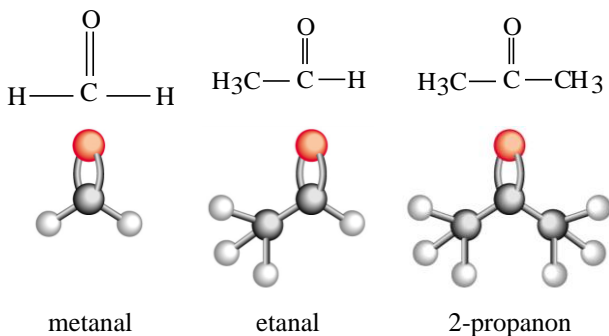
Aldehida dan keton adalah senyawa organik yang mempunyai gugus fungsional karbonil,  $\text{-C=O}$ . Aldehida memiliki sedikitnya satu atom H yang terikat pada gugus karbonil, gugus sisanya dapat berupa atom hidrogen lain atau gugus alkil maupun aril. Pada keton, atom karbon karbonil terhubung dengan dua atom karbon lainnya. Rumus umum aldehida adalah:



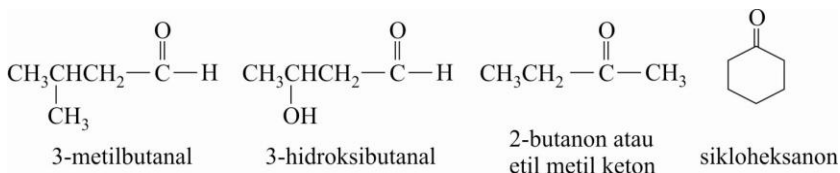
sedangkan rumus umum keton adalah:



Aldehida paling sederhana adalah formaldehida atau metanal, sedangkan keton paling sederhana adalah 2-propanon atau aseton.



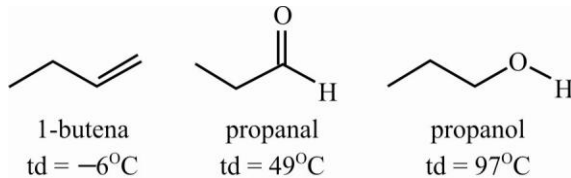
Penamaan aldehida dan keton mengikuti tatanama alkana, dengan akhiran  $\text{-a}$  pada alkana diganti oleh akhiran  $\text{-al}$  pada aldehida, dan akhiran  $\text{-on}$  pada keton.



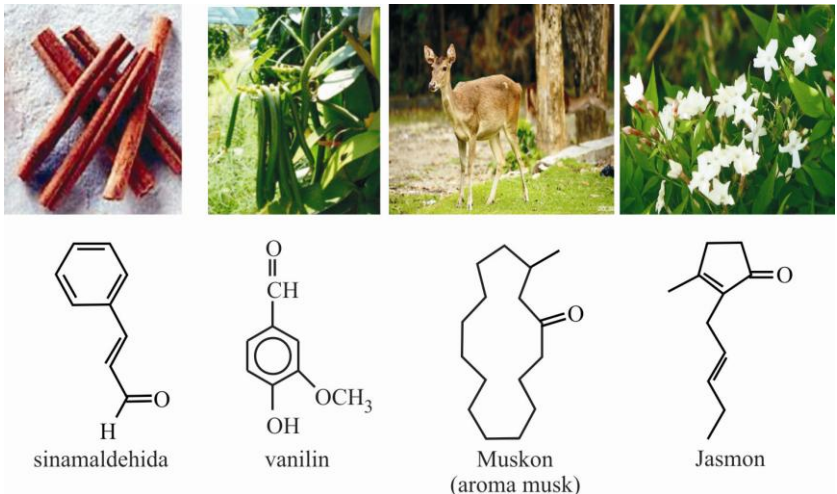


Banyak aldehida dan keton yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Formaldehida atau formalin atau metanal sering digunakan sebagai pengawet, sedangkan aseton banyak digunakan sebagai pelarut (cat, resin, cat kuku, zat warna).

Senyawa aldehida dan keton dengan bobot molekul rendah dapat larut dalam air (walaupun tidak membentuk ikatan hidrogen antar molekulnya, senyawa ini dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air), akan tetapi kelarutannya dalam air makin berkurang dengan makin bertambah panjangnyarantai karbon. Senyawa aldehida dan keton memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan senyawa nonpolar dengan bobot yang sama. Namun tidak lebih rendah dibanding senyawa alkohol karena tidak membentuk ikatan hidrogen antar molekulnya seperti pada alkohol.



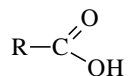
Aldehida dan keton banyak dijumpai di alam. Banyak aldehida dan keton yang memiliki aroma dan cita rasa yang menyenangkan, sehingga banyak dimanfaatkan pada produksi parfum, sabun, dan pengharum ruangan.



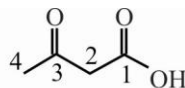
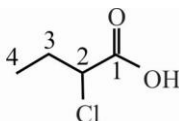
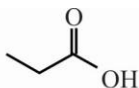
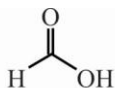
Gambar 1.16

## 6. Asam karboksilat dan turunannya

Asam karboksilat adalah senyawa organik yang mempunyai gugus fungsional karboksil,  $-\text{COOH}$ . Rumus umum asam karboksilat adalah



Asam karboksilat diberinama seperti tatanama alkana, dengan menambahkan kata depan asam dan mengganti akhiran  $-a$  pada alkana dengan akhiran  $-oat$ . Jika terdapat gugus fungsi lain maka gugus fungsi karboksil menjadi prioritas utama dan diberi nomor 1.



asam metanoat    asam propanoat    asam-2-klorobutanoat    asam-3-oksobutanoat

Asam karboksilat dengan dua gugus karboksil diberinama dengan akhiran  $-dioat$ . Asam alkandioat paling sederhana adalah asam etandioat yang dikenal pula dengan nama asam oksalat. Sumber asam oksalat alami adalah tanaman rubbarb. Asam alkandioat yang lain adalah asam propandioat atau asam malonat yang bersumber dari apel, dan asam butandioat atau asam suksinat yang bersumber dari kuning sawo.



$\text{HOOC}-\text{COOH}$   
Asam oksalat



$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$   
Asam malonat



$\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{COOH}$   
Asam suksinat

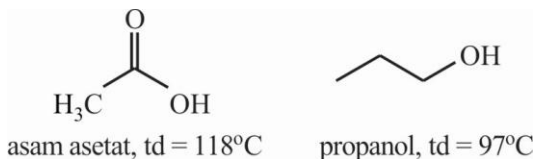
Gambar 1.17

Sifat fisik dari senyawa asam karboksilat sangat dipengaruhi oleh keberadaan gugus karbonil yang dimilikinya. Sifat tersebut diantaranya adalah bersifat polar, memiliki titik didih yang tinggi, serta memiliki kelarutan yang besar di dalam air (untuk asam karboksilat dengan bobot

molekul yang rendah). Asam karboksilat memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan senyawa lain dengan bobot molekul yang sama, bahkan lebih tinggi dibandingkan alkohol padanannya (adanya ikatan hidrogen).

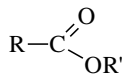
Asam karboksilat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Asam cuka yang digunakan sebagai pemberi rasa masam pada makanan adalah asam asetat atau asam etanoat, lalu juga asam salisilat yang banyak digunakan pada obat-obatan dan kosmetik. Sumber asam karboksilat alami sangat beragam, asam format atau asam metanoat dapat berasal dari semut merah (rangrang), asam butirat atau asam butanoat dapat berasal dari mentega yang sudah tengik, asam valerat atau asam pentanoat dapat berasal dari akar tanaman Garden Heliotrope, asam kaproat atau asam heksanoat, asam kaprilat atau asam oktanoat, dan asam kaprat atau asam dekanoat dapat berasal dari lemak kambing.

Asam karboksilat bersifat asam, sehingga dapat bereaksi dengan basa membentuk garam. Asam karboksilat juga dapat bereaksi dengan alkohol menghasilkan ester, dan dengan amina membentuk amida. Oleh karena itu, ester dan amida disebut turunan asam karboksilat. Pada turunan asam karboksilat gugus hidroksil pada asam karboksilat diganti dengan gugus lain.

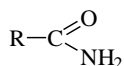


## 7. Ester

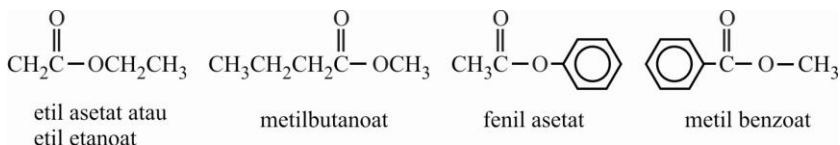
Ester mempunyai rumus umum



sedangkan amida mempunyai rumus umum

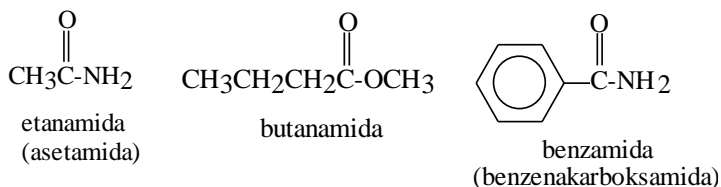


Ester dinamai dengan cara sama dengan garam asam karboksilatnya. Bagian R dari gugus OR ditulis dahulu, diikuti dengan nama asam, dengan akhiran -oat tidak berubah.



Ester biasanya merupakan zat yang beraroma harum, dan mengingatkan citarasa dan harum dari berbagai buah-buahan dan bunga. Di antaranya beberapa ester yang sering digunakan adalah pentil asetat yang beraroma pisang, oktil asetat yang beraroma jeruk, etil butanoat yang beraroma nanas, dan pentil butanoat yang beraroma aprikot. Senyawaan ester juga sering digunakan hewan untuk berkomunikasi, misalnya gajah betina melepas ester (Z)-7-doden-1-il asetat untuk memberi sinyal kesiapannya untuk kawin.

Amida merupakan turunan asam karboksilat yang kurang reaktif. Amida banyak terdapat di alam, salah satunya adalah protein. Amida dinamai dengan mengganti akhiran -oat dari nama asamnya dengan akhiran -amida.



Amida mempunyai titik didih jauh lebih tinggi dibandingkan senyawa lain mempunyai massa molekul sepadan, karena dapat membentuk ikatan hidrogen yang kuat. Gugus amida bersifat sangat polar, sehingga larut dalam air bila berantai karbon pendek, tetapi kelarutannya makin berkurang dengan makin bertambahnya rantai karbon. Benzamidamida tidak larut dalam air.

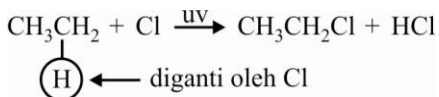
## B. PENGANTAR REAKSI-REAKSI SENYAWA ORGANIK

Terdapat empat jenis reaksi umum yang dapat terjadi pada senyawa organik, yaitu reaksi substitusi, reaksi adisi, reaksi eliminasi, dan penataan ulang. Reaksi-reaksi ini dikelompokkan berdasarkan perubahan struktur yang terjadi.

### 1. Reaksi Substitusi

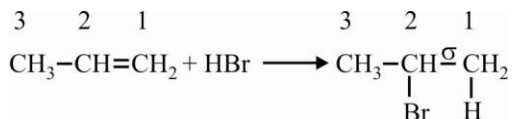
Pada reaksi substitusi terjadi pergantian atau pertukaran suatu atom/gugus atom oleh atom atau gugus lain.

Contoh:



### 2. Reaksi Adisi

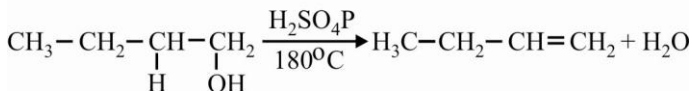
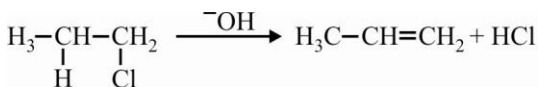
Pada reaksi adisi terjadi penambahan molekul lain terhadap senyawa organik tanpa menggantikan atom atau gugus atom dari senyawa karbon. Reaksi adisi terjadi pada senyawa karbon yang mempunyai ikatan rangkap.



### 3. Reaksi Eliminasi

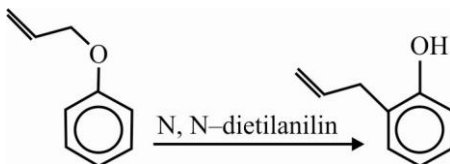
Pada reaksi eliminasi terjadi penghilangan beberapa atom/gugus atom yang terikat pada atom-atom C yang berdekatan.

Contoh:



### 4. Reaksi penataan ulang

Pada reaksi penataan ulang (rearrangement) tidak terdapat penambahan, penghilangan, atau penggantian gugus/atom, yang terjadi adalah perubahan posisi gugus/atom.

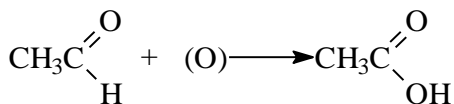
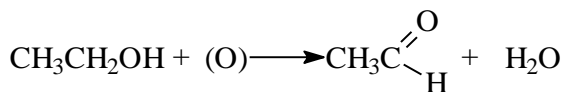


## 5. Reaksi-reaksi Lain

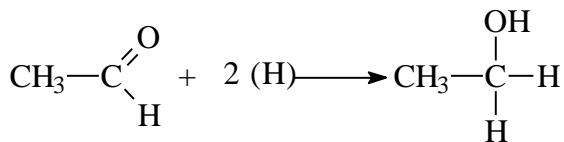
Selain berdasarkan perubahan strukturnya, reaksi dapat dikelompokkan berdasarkan jenis perubahan bilangan oksidasi yang terjadi, yaitu reaksi reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi bila terjadi penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi bila terjadi kenaikan bilangan oksidasi. Walaupun demikian, dalam reaksi organik, kita dapat mengenali reaksi reduksi atau oksidasi melalui ciri-ciri tertentu. Reaksi reduksi ditandai dengan bertambahnya jumlah atom hidrogen atau berkurangnya jumlah atom oksigen. Sebaliknya, reaksi oksidasi dikenali dengan berkurangnya jumlah atom hidrogen, atau bertambahnya jumlah atom oksigen.

### a. Reaksi Oksidasi

Contoh:



### b. Reaksi Reduksi



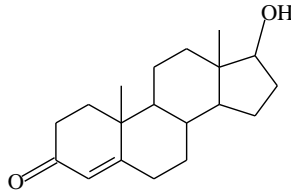


## LATIHAN

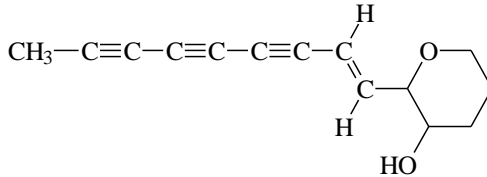
Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Tunjukkan gugus fungsional yang terdapat pada senyawa-senyawa berikut.

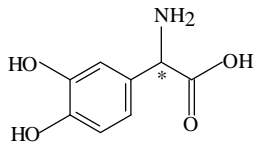
- a) testosteron (hormon pria)



- b) ichiethreol (racun panah amazonian)

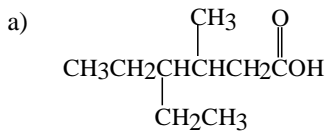


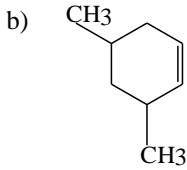
- c) L-DOPA (obat antiparkinson)



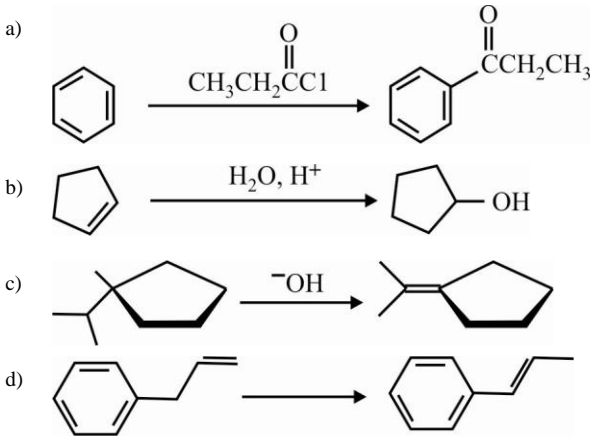
L-DOPA

- 2) Beri nama senyawa-senyawa berikut.



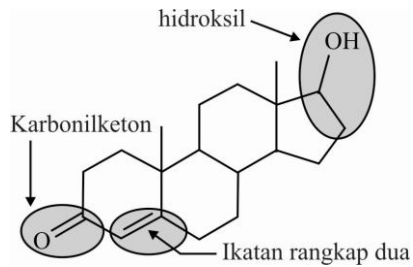


3) Kategorikan reaksi-reaksi di bawah ini sebagai reaksi adisi, eliminasi, substitusi atau penataan ulang.

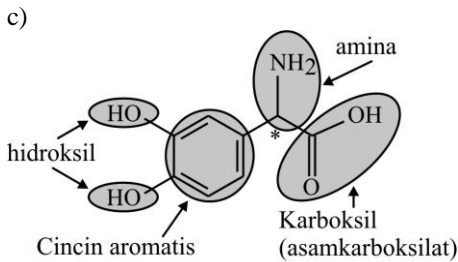
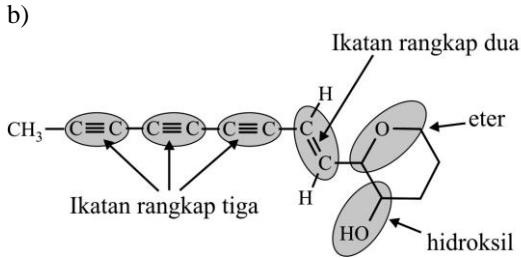


*Petunjuk Jawaban Latihan*

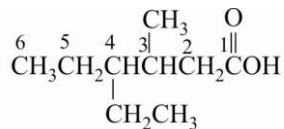
1) a)





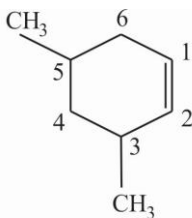


- 2) a). Rantai utama adalah rantai karbon terpanjang yang mengikat gugus fungsional, yaitu gugus karboksil. Oleh karena itu nomor 1 terletak pada gugus karboksil. Nama-nama cabang diurutkan sesuai urutan abjad. Dengan demikian namanya adalah



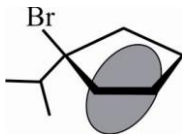
asam 4-etil-3-metilheksanoat

- b) Pada alkena siklis, posisi ikatan rangkap pasti terletak pada posisi 1, oleh karena itu tidak perlu disebutkan, kecuali bila terdapat lebih dari satu ikatan rangkap. Perhatikan bahwa posisi cabang metil adalah 3 dan 5, bukan 4 dan 6.



3,5-dimetilsikloheksena

- 3) a) Pada reaksi tersebut terjadi penggantian salah satu atom hidrogen pada cincin benzena dengan gugus  $\text{COCH}_2\text{CH}_3$ , sehingga reaksi tersebut tergolong reaksi substitusi.
- b) Pada reaksi tersebut terjadi penambahan gugus pada ikatan rangkap dua sehingga berubah menjadi ikatan tunggal. Gugus-gugus yang ditambahkan adalah H dan OH. Dengan demikian, reaksi tersebut dapat digolongkan sebagai reaksi adisi.



- c) Pada reaksi ini atom Br dan H pada tereliminasi, sehingga berubah menjadi ikatan rangkap. Oleh karena itu, reaksi tersebut tergolong eliminasi.
- d) Pada reaksi tersebut tidak terdapat penggantian, penambahan, maupun pengurangan gugus, hanya terjadi pergeseran posisi ikatan rangkap. Reaksi tersebut tergolong penataan ulang.



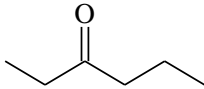
Senyawa organik dapat dikelompokkan berdasarkan jenis gugus fungsionalnya, yaitu alkana ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ), alkena ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ), alkuna ( $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ), hidrokarbon aromatis, alkohol (ROH), eter (ROR'), organohalogen (RX), aldehida (RCHO), keton (RCOR'), asam karboksilat (RCOOH), ester (RCOOR'), amida (RCONH<sub>2</sub>), dan amina (RNH<sub>2</sub>). Reaksi umum yang dapat berlangsung pada senyawa organik adalah reaksi adisi, eliminasi, substitusi dan penataan ulang.


**TES FORMATIF 2**

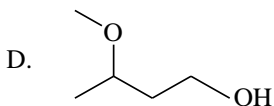
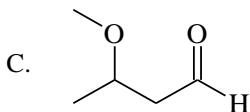
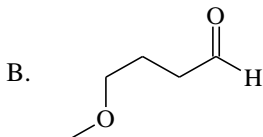
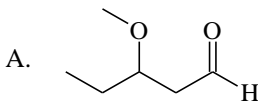

---

Pilih satu jawaban yang paling tepat!

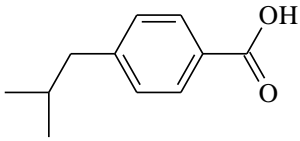
- 1) Nama yang tidak benar untuk senyawa berikut adalah ....



- A. 3-heksanon  
 B. etil propil keton  
 C. heksan-3-on  
 D. propil etil keton
- 2) Manakah nama senyawa organik berikut yang benar?  
 A. 2-etil-1-propanol  
 B. 2,2-dimetil-3-butanol  
 C. 1-propena-3-ol  
 D. 4-kloro-2-pentanol
- 3) Struktur dari 3-metoksibutanal adalah....



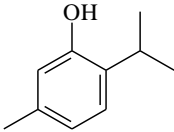
- 4) Ibuprofen, suatu obat pereda nyeri mempunyai struktur



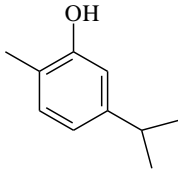
Berdasarkan gugus fungsionalnya, ibuprofen termasuk ke dalam golongan ....

- A. aldehida  
 B. keton  
 C. asam karboksilat  
 D. ester
- 5) Timol adalah minyak antibakteri yang diperoleh dari tanaman thyme. Nama IUPAC senyawa ini adalah 2-isopropil-5-metilfenol. Struktur timol adalah ....

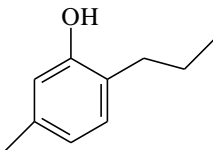
A.



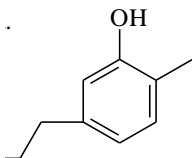
B.



C.



D.



- 6) Berdasarkan gugus fungsionalnya, timol atau 2-isopropil-5-metilfenol termasuk ke dalam kelompok ...
- eter
  - alkohol
  - keton
  - aldehida
- 7) Contoh reaksi substitusi adalah ....
- pentana menjadi 1- pentena
  - 2-pentena menjadi pentana
  - 2-klorobutana menjadi 2-butena
  - propilbromida menjadi etil propil eter
- 8) Perubahan yang merupakan contoh reaksi adisi adalah ....
- 2-bromobutana menjadi 2-butanol
  - 2-kloropentana menjadi 2-pentena
  - propanal menjadi 1-metoksi-1-propanol
  - benzena menjadi nitrobenzena
- 9) Di antara beberapa fraksi hasil distilasi minyak bumi berikut, manakah yang mempunyai titik didih lebih tinggi?
- gas/elpiji (C1-C4)
  - bensin (C6-C12)
  - minyak tanah (C12-C16)
  - solar (C16-C18)
- 10) Pernyataan berikut ini yang benar tentang kelarutan senyawa organik dalam air adalah ....
- heksana lebih larut dibandingkan dengan asam pentanoat
  - dietileter kurang larut dibandingkan dengan diisopropileter
  - pentanal kurang larut dibandingkan dengan propanal
  - etanol kurang larut dibandingkan dengan dimetileter

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$
--

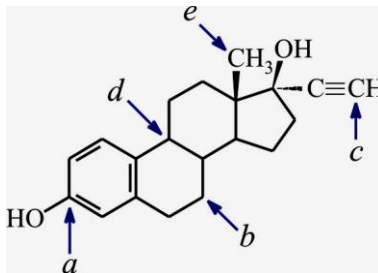
Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

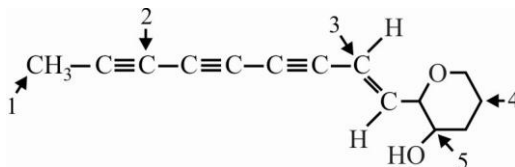
### Tes Formatif 1

- 1 B  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  walaupun mengandung atom karbon, tetapi bukan merupakan senyawa organik, karena tidak menjadi anggota deret homolog atau kelompok senyawa organik manapun.
- 2 C Kekhasan atom karbon adalah mampu membentuk ikatan baik dengan atom karbon lain, maupun dengan berbagai atom lain (H, O, N, S, halogen) dengan berbagai jenis ikatan (ikatan tunggal, rangkap dua, rangkap tiga) dan berbagai jenis rantai karbon (linier, bercabang, tertutup).
- 3 D Karbon yang mengalami hibridisasi  $\text{sp}^2$  adalah yang mengikat 3 atom lainnya, sedangkan yang mengalami hibridisasi  $\text{sp}$  adalah karbon yang mengikat 2 atom lainnya.

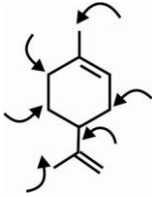


Pada pilihan b, d, dan e, atom karbonnya mengikat empat atom lainnya sehingga menggunakan orbital  $\text{sp}^3$ .

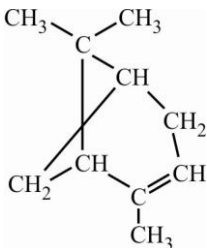
- 4 B Karbon pada pilihan 1 menggunakan orbital hibrid  $\text{sp}^3$ , pilihan 2 menggunakan orbital hibrid  $\text{sp}$ , pilihan 3 menggunakan orbital hibrid  $\text{sp}^2$ , pilihan 4 menggunakan orbital  $\text{sp}^3$ , dan pilihan 5 menggunakan orbital hibrid  $\text{sp}^3$ . Jadi karbon yang menggunakan orbital hibrid  $\text{sp}^3$ ,  $\text{sp}^2$ ,  $\text{sp}$  dalam berikatan dengan karbon lainnya adalah pilihan b (4,3,2).



- 5 B Terdapat 6 karbon pada limonene yang mengikat 4 atom lainnya atau berhibridisasi  $sp^3$ . Keenam karbon tersebut adalah



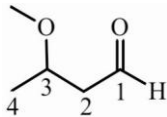
- 6 C Struktur Lewis yang benar adalah bila setiap atom memenuhi aturan oktet (kecuali hidrogen). Pilihan a salah karena ada satu karbon yang hanya mempunyai dua ikatan. Pilihan b salah karena menggambarkan struktur propanal bukan aseton dan begitu pula dengan pilihan d.
- 7 B Dari rumus singkat  $(CH_3)_3CCH=CHCH_2CH(CH_3)_2$  diketahui bahwa senyawa organik tersebut mempunyai 10 atom karbon, dengan rantai utama terdiri dari 7 karbon. Pada posisi 3 ada ikatan rangkap dua, terdapat 3 cabang metil pada posisi 1,1, dan 6. Oleh karena itu pilihan b adalah pilihan yang tepat.
- 8 A Rumus singkat (termampatkan yang tepat untuk struktur tersebut adalah pilihan A. Pilihan B tidak tepat dalam menambahkan jumlah hidrogen. Pilihan C tidak tepat dalam menunjukkan jumlah karbon. Pilihan D tidak tepat dalam menggambarkan cabang alkil.
- 9 A Rumus empiris adalah rumus molekul dengan perbandingan komposisi atom-atom paling kecil. Dengan demikian rumus empiris dari  $C_6H_{12}O_2$  adalah  $CH_2O$ .
- 10 D Rumus molekul yang benar dari  $\alpha$ -pinen adalah  $C_{10}H_{16}$ . Hal itu dapat lebih jelas dengan struktur yang menampilkan hidrogen dan karbon berikut.



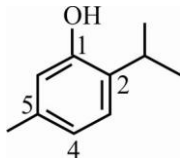


*Tes Formatif 2*

- 1 D Nama yang tidak benar adalah propil etil keton, karena urutan penyebutan gugus alkil/aril pada keton mengikuti urutan alphabet. Piliha A, B, dan C benar.
- 2 D Pilihan A salah karena seharusnya bernama 1-pentanol. Pilihan B salah karena seharusnya bernama 3,3-dimetil-2-butanol. Pilihan C salah karena seharusnya bernama 2-propen-1-ol. Satu-satunya yang benar adalah 4-kloro-2-pentanol.
- 3 C Dari nama 3-metoksibutanal diketahui bahwa rantai utama senyawa ini adalah rantai karbon 4 karbon dengan gugus aldehida. Nomor satu terletak pada karbon aldehida, dan pada nomor 3 terdapat gugus metoksi. Jadi strukturnya

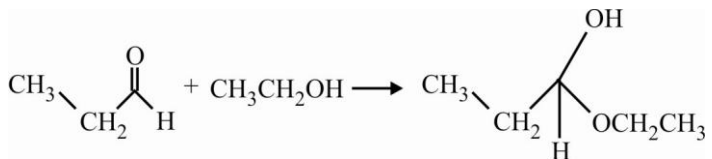


- 4 C Ibuprofen memiliki gugus  $\text{-COOH}$ , jadi termasuk kelompok asam karboksilat.
- 5 A Struktur 2-isopropil-5-metilfenol adalah



- 6 B Timol mempunyai gugus fungsional  $\text{-OH}$  (hidroksil, jadi termasuk kelompok alkohol
- 7 D Reaksi yang termasuk substitusi adalah  

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Br} + \text{NaOCH}_2\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaBr}$$
- 8 C Reaksi yang termasuk reaksi adisi adalah:



- 9 D Makin besar massa molekul, makin tinggi titik didihnya. Di antara pilihan yang paling tinggi adalah solar.
- 10 C Makin panjang rantai karbon makin berkurang sifat kepolaran, makin kecil kelarutannya dalam air.

## Glosarium

- Benzamida:**  $C_6H_5CONH_2$  menghablur dalam keping tanpa warna dari air
- Cincin benzene:** lingkaran beranggotakan enam atom karbon datar dan segi enam keenam electron pi sangat mudah bergerak dan tidak dapat disetempatkan
- Deret homolog:** deret senyawa yang masing-masing anggotanya berbeda dari anggota berikutnya oleh penyisipan gugus  $-CH_2-$  dalam molekul: deret demikian dapat dinyatakan dengan rumus umum menunjukkan perubahan berangsur-angsur dan teratur dalam sifat dengan naiknya bobot molekul
- Konfigurasi :** kedudukan atom yang satu terhadap atom yang lain dalam molekul
- Overlap:** tumpang tindih

## Daftar Pustaka

- Allinger, N.L., Cava, M.P., De Jongh, D.C., Johnson, C.R., Lebel, N.A., Stevens, C.L. (1986). *Organic Chemistry*. New York: Worth Publisher Inc.
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S., Alih bahasa Pudjaatmaka, A.H. (1982). *Kimia Organik*, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Hart, H., Craine, L.E., Hart, D.J., Alih bahasa Achmadi, S.S. (2003). *Kimia Organik: Suatu Kuliah Singkat*. Jakarta: Erlangga.
- Solomons, T.W.G. (1990). *Fundamentals of organic Chemistry*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons.