



MODUL KIMIA ORGANIK DASAR  
NUT 253 (KJ101)

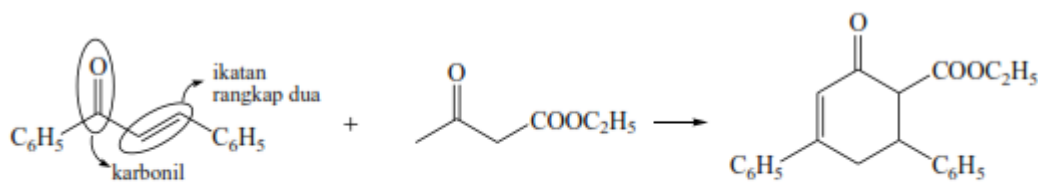
Materi Pertemuan 4  
Senyawa Bifungsional dan Reaksi-Reaksi  
Senyawa Alkena

Disusun Oleh:  
Reza Fadhillah, S.TP., M.Si

UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2019

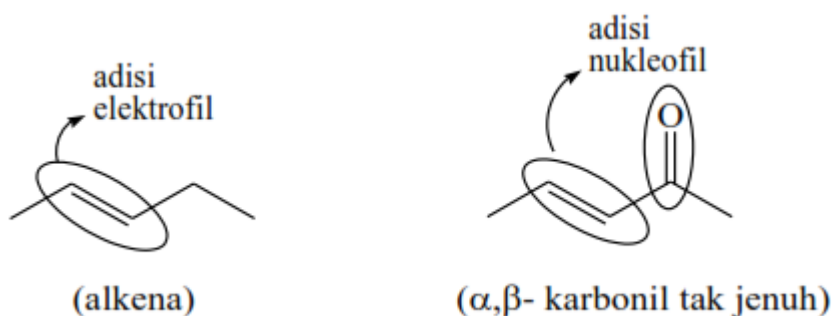
## Struktur dan Klasifikasi Senyawa Bifungsional

Dalam berbagai reaksi sintesis yang terjadi di laboratorium atau reaksi sintesis yang terjadi di alam (biosintesis), sering kali melibatkan senyawa yang mengandung gugus fungsi lebih dari satu. Sebagai contoh, reaksi pembentukan cincin, pada sintesis berbagai senyawa steroid, sering dilakukan melalui anulasi cincin Robinson. Reaksi ini menggunakan senyawa  $\alpha,\beta$ -karbonil tak jenuh yang mengandung dua gugus fungsi yaitu gugus karbonil dan ikatan rangkap dua yang berposisi pada karbon  $\beta$  dari gugus karbonil.



Gambar 1.1.  
Reaksi Pembentukan Cincin Robinson

Selain itu, yang menarik dari senyawa yang memiliki gugus fungsi lebih dari satu adalah dalam banyak kasus kehadiran dua gugus fungsi atau lebih menyebabkan perubahan pada sifat fisika dan kimia, khususnya pada saat jarak antara dua gugus fungsi itu berdekatan. Sebagai contoh senyawa alkena yang memiliki ikatan rangkap dua karbon-karbon, memiliki sifat yang berbeda dengan senyawa  $\alpha,\beta$ -karbonil tak jenuh yang juga memiliki ikatan rangkap dua karbon-karbon tetapi juga mengandung gugus fungsi karbonil. Ikatan rangkap dua pada senyawa karbonil  $\alpha,\beta$ -karbonil tak jenuh akan mengalami reaksi adisi nukleofil sedangkan ikatan rangkap dua pada senyawa alkena hanya akan mengalami reaksi adisi dengan elektrofil.

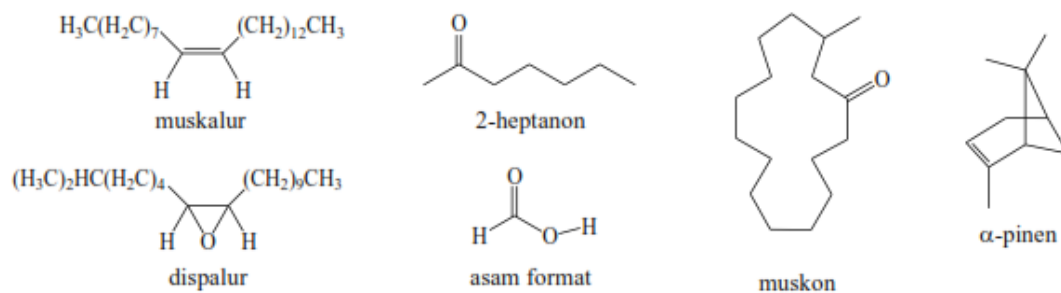


### A. STRUKTUR DAN SIFAT SENYAWA BIFUNGSIONAL

Gugus fungsi pada senyawa organik merupakan atom atau gugus atom yang merupakan pusat kereaktifan suatu molekul. Dalam suatu molekul, gugus fungsi dapat berjumlah hanya satu (monofungsional) atau lebih dari satu. Beberapa senyawa monofungsional di antaranya adalah senyawa muskalur, dispalur, heptanon, asam format, muskon dan  $\alpha$ -pinen. Muskalur dan dispalur merupakan senyawa feromon yang dihasilkan oleh serangga

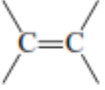
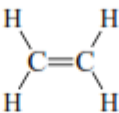
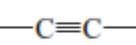
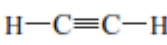
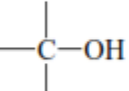
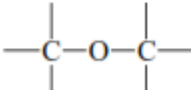
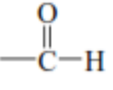
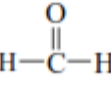

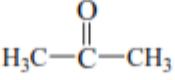
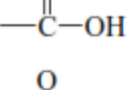
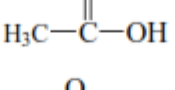
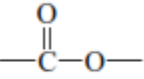
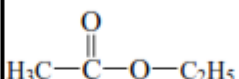
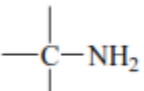
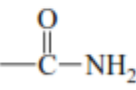
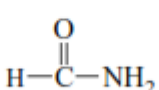
untuk berkomunikasi. Muskalur dihasilkan oleh lalat rumah sedangkan dispalur dihasilkan oleh serangga kepik gipsi (*Limatria dispar*) yang merupakan serangga rakus yang dapat merusak pohon peneduh dan buah-buahan yang keduanya dihasilkan sebagai zat penarik seks. Jika kita perhatikan strukturnya maka kedua senyawa tersebut merupakan senyawa alifatik sederhana yang hanya memiliki satu gugus fungsi yang berbeda satu sama lain. Pada senyawa muskalur terdapat gugus fungsi ikatan rangkap dua (kelompok senyawa alkena) sedangkan dispalur mengandung gugus epoksida. Dengan bobot molekul yang rendah kedua senyawa tersebut jadi bersifat atsiri dan dapat tersebar dengan cepat. Senyawa 2-heptanon merupakan senyawa yang banyak terkandung dalam minyak cengkeh.

Senyawa ini merupakan cairan tidak berwarna dengan bau buah. Berdasarkan strukturnya senyawa ini merupakan senyawa alifatik yang memiliki gugus fungsi karbonil (kelompok senyawa keton). Senyawa asam format merupakan senyawa yang banyak dihasilkan oleh semut merah (rangrang) sehingga sering disebut sebagai asam semut. Berdasarkan strukturnya, senyawa ini merupakan senyawa alifatik yang mengandung gugus karboksil (kelompok senyawa asam karboksilat). Berbeda dengan keempat senyawa sebelumnya yang merupakan senyawa alifatik, senyawa muskon dan  $\alpha$ -pinen merupakan senyawa siklik (cincin) yang masing-masing mengandung gugus fungsi karbonil (kelompok senyawa keton) dan ikatan rangkap dua (kelompok senyawa alkena). Senyawa muskon merupakan senyawa karbonil yang dihasilkan oleh rusa Asia Tengah. Senyawa ini sering digunakan oleh manusia sebagai parfum. Sedangkan senyawa  $\alpha$ -pinen merupakan senyawa atsiri dari jenis terpen yang banyak dihasilkan oleh turpentine yaitu minyak yang sangat mudah menguap yang diperoleh dari pohon pinus dan digunakan sebagai cat minyak untuk melukis.



Berdasarkan uraian tersebut dapat kita lihat bahwa beberapa senyawa organik mengandung satu gugus fungsi (monofungsional) yang di antaranya adalah ikatan rangkap dua ( $-\text{C}=\text{C}-$ ), alkohol ( $-\text{C}-\text{OH}$ ), keton ( $-\text{C}=\text{O}$ ), serta asam karboksilat ( $\text{COOH}$ ). Beberapa gugus fungsi lainnya diantaranya adalah ikatan rangkap tiga, eter ( $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ ), aldehida ( $-\text{CHO}$ ), amina ( $-\text{C}-\text{NH}_2$ ), amida ( $-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) dan halida ( $-\text{C}-\text{X}-$ ). Gugus fungsi beserta contoh senyawanya dapat Anda lihat pada Tabel 1.1.

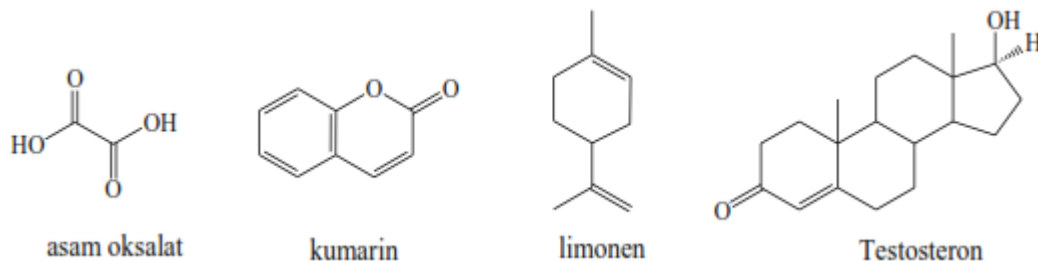
Tabel 1.1. Struktur, Golongan, dan Contoh Senyawa Monofungsional

Struktur gugus fungsi	Golongan senyawa	Contoh
	Alkena	 etilena, digunakan untuk membuat polietilena
	Alkuna	 asetilena, digunakan untuk pengelasan
	Alkohol	$C_2H_5-OH$ etanol, terdapat dalam minuman beralkohol
	Eter	$C_2H_5-O-C_2H_5$ dietileter, dahulu digunakan sebagai obat bius
	Aldehida	 formaldehida, digunakan untuk mengawetkan mayat
	Keton	 aseton, pelarut untuk vernis
	Asam karboksilat	 asam asetat (asam cuka)
	Ester	 etil asetat, pelarut untuk cat kuku
	Amina	$C_2H_5-NH_2$ etil amina
	Amida	 formamida, pelembut untuk kertas
$-X$ (X=halogen)	Alkil halida	$H_3C-Cl$ metil klorida

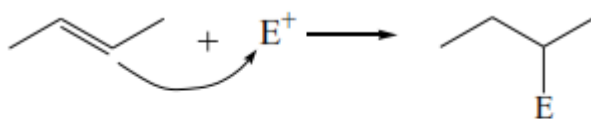
Di samping senyawa monofungsional terdapat banyak sekali senyawa organik yang mengandung gugus fungsi dua (bifungsional) atau lebih. Senyawa tersebut di antaranya adalah asam oksalat, kumarin, limonen dan testosteron. Asam oksalat merupakan senyawa yang banyak dihasilkan oleh tumbuhan dari famili Oxalic. Senyawa ini merupakan senyawa alifatik yang mengandung dua buah gugus fungsi karboksil. Kumarin merupakan senyawa yang dapat dijumpai pada cengkeh dan rumput. Senyawa ini memberikan bau harum rumput yang baru dipangkas. Senyawa kumarin merupakan senyawa siklik yang memiliki ikatan rangkap dua dan ester siklik.

Limonen merupakan senyawa terpen siklik yang dapat dijumpai pada kulit jeruk. Senyawa ini mengandung dua ikatan rangkap dua. Testosteron merupakan senyawa steroid anabolik (pembangun otot) yang sering diberikan

kepada orang yang sembuh dari pembedahan atau trauma sejenis untuk mencegah pelayuan pada otot. Berdasarkan strukturnya, senyawa ini mengandung tiga gugus fungsi yaitu karbonil yang terkonjugasi dengan ikatan rangkap dua, dan hidroksil.



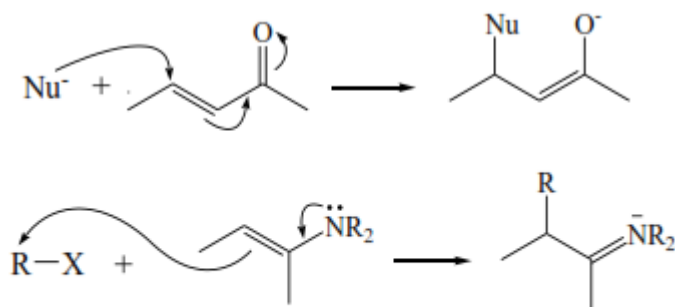
Dari contoh di atas maka dapat kita simpulkan bahwa banyak senyawa organik mengandung gugus fungsi lebih dari satu, baik itu gugus fungsi yang sejenis seperti pada asam oksalat dan limonen, maupun yang berlainan jenis seperti pada kumarin dan tetosteron. Bagaimanakah pengaruh kehadiran gugus fungsi yang satu terhadap yang lainnya? Dalam beberapa kasus, sifat kimia dari senyawa bifungsional/polifungsi (yang memiliki gugus fungsi lebih dari satu) serupa dengan senyawa monofungsional yang memiliki gugus yang sama. Tetapi dalam kasus yang lainnya keberadaan dua gugus fungsi atau lebih menyebabkan perubahan pada sifat fisika dan kimia, khususnya pada saat jarak antara dua gugus fungsi itu berdekatan. Sebagai contoh perhatikanlah ketiga sifat kimia dari struktur yang memiliki ikatan rangkap dua berikut ini. Senyawa alkena pertama memiliki ikatan rangkap dua karbon-karbon. Senyawa ini memiliki ikatan  $\pi$  (setiap ikatan rangkap dua melambangkan satu ikatan  $\sigma$ /sigma dan satu ikatan  $\pi$ /phi) yang sangat mudah menyerang elektrofil (C yang bermuatan relatif positif) dan mengalami reaksi adisi elektrofilik. Sehingga senyawa monofungsional yang memiliki ikatan rangkap dua akan bereaksi hanya dengan elektrofil.



**Gambar 1.2.**  
**Reaksi Senyawa Monofungsional Alkena**

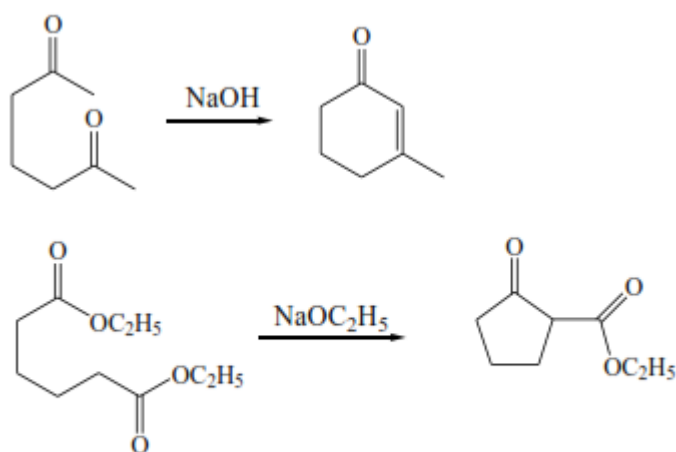
Tetapi hal ini sangat berbeda ketika pada senyawa ikatan rangkap dua juga terdapat gugus fungsi lain. Sebagai contoh senyawa yang mengandung ikatan rangkap yang terkonjugasi (posisi C yang mengandung gugus fungsi bersebelahan) dengan gugus karbonil atau disebut sebagai  $\alpha,\beta$ -karbonil tak jenuh. Senyawa ini memiliki sifat kimia yang berbeda. Ikatan rangkap dua pada senyawa tersebut akan bereaksi dengan nukleofil (C yang bermuatan relatif positif) dan mengalami reaksi adisi dengan nukleofil. Bandingkan juga dengan senyawa yang memiliki ikatan rangkap lain yaitu yang terkonjugasi tetapi dengan gugus amina. Senyawa tersebut sekarang berubah menjadi

suatu nukleofil kuat yang justru akan bereaksi dengan elektrofil seperti pada senyawa alkil halida. Dari uraian tersebut jelaslah bahwa kehadiran gugus kedua dapat mengakibatkan perubahan pada sifat kimia senyawa terutama pada saat posisi gugus fungsi kedua berdekatan dengan posisi gugus fungsi pertama. Lalu, bagaimanakah jika posisi gugus kedua berjauhan? Apakah gugus tersebut akan mengakibatkan perubahan sifat kimia molekul?



Gambar 1.3.  
Reaksi Senyawa Bifungsional Alkena

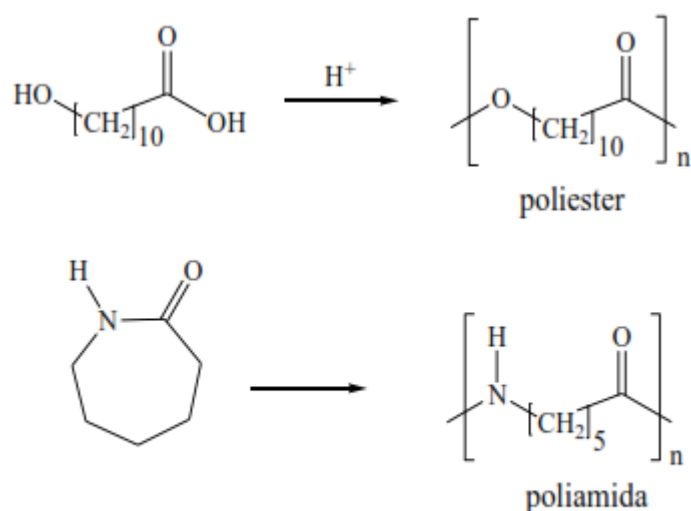
Pada beberapa kasus, ketika dua gugus fungsi terpisahkan secara jauh, ternyata kedua gugus fungsi tersebut masih dapat berinteraksi satu dengan yang lainnya. Ada beberapa hal yang dapat terjadi pada kondisi ini. Yang pertama, pada saat kedua gugus fungsi yang berinteraksi tersebut terdapat dalam satu molekul maka akan terjadi reaksi intramolekuler yang akan mengarah pada pembentukan senyawa siklik. Sebagai contoh, senyawa diketon dan dieter yang dapat mengalami reaksi kondensasi aldol dan claisen pada kondisi dasar yang mengarah pada pembentukan senyawa siklik.



Gambar 1.4.  
Reaksi Intramolekuler Senyawa Bifungsional

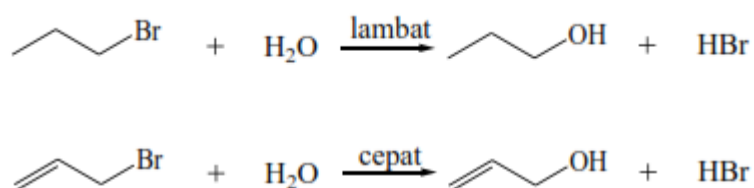
Sedangkan pada kondisi yang kedua di mana gugus fungsi yang berinteraksi dengan gugus fungsi lain terdapat pada molekul yang berlainan maka akan mengarah pada pembentukan senyawa polimer. Sebagai contoh perhatikanlah reaksi pembentukan polimer berikut. Senyawa asam hidroksil

karboksilat dan senyawa amida siklik di bawah ini bereaksi dengan gugus fungsi dalam molekul yang berlainan membentuk senyawa poliester dan poliamida.



Gambar 1.5.  
Reaksi Pembentukan Polimer Senyawa Bifungsional

Selain mengubah sifat kimia, kehadiran gugus fungsi kedua juga dapat mengubah kecepatan reaksi yang terjadi. Untuk lebih jelasnya perhatikanlah reaksi di bawah ini. Senyawa monofungsional alkil halida (propil bromida) yang memiliki gugus fungsi halida, bereaksi sangat lambat dengan air menghasilkan senyawa alkohol. Tetapi kecepatan reaksinya berubah dengan kehadiran gugus fungsi kedua yang dalam kasus ini adalah ikatan rangkap dua. Senyawa 3-bromo-1-propena yang memiliki ikatan rangkap dua dan gugus fungsi halida bereaksi cepat dengan air. Penjelasan lebih jauh mengenai perubahan sifat kimia pada senyawa bifungsional akan dibahas pada modul berikutnya.

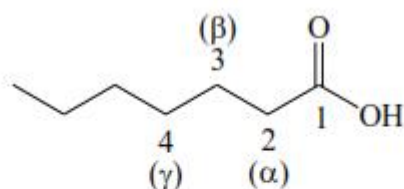


Gambar 1.6.  
Reaksi Senyawa Monofungsional dan Bifungsional Halida

## B. KLASIFIKASI SENYAWA BIFUNGSIONAL

Untuk mempermudah mempelajari senyawa bifungsional, maka dilakukan pengelompokan atau pengklasifikasian senyawa yang biasanya dilakukan berdasarkan karakter/jenis gugus fungsi dan posisi relatif antar gugus fungsi tersebut. Berdasarkan Tabel 1.2 terdapat dua kelompok utama senyawa bifungsional yaitu kelompok senyawa yang memiliki dua jenis gugus

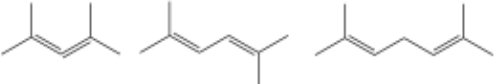
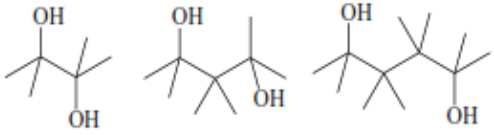
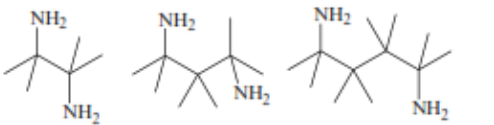
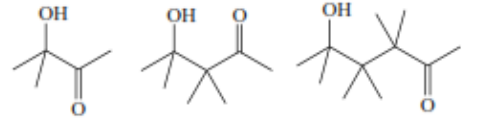
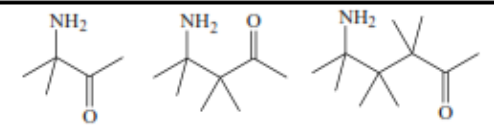
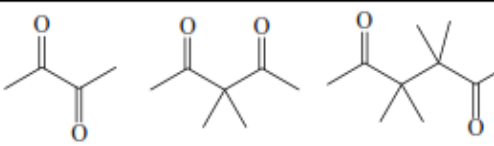
fungsi yang sama yaitu kelompok senyawa diol, diena, diamin, dikarbonil, dan dikarboksilat, serta kelompok senyawa yang memiliki dua jenis gugus fungsi yang berbeda yaitu hidrosikarbonil, amina karbonil, dan karbonil tak jenuh. Selain berdasarkan jenis gugus fungsi, pengelompokan juga dapat dilakukan berdasarkan posisi antara gugus fungsi yang satu dengan gugus fungsi yang lain. Posisi antara dua gugus fungsi dapat bersebelahan (1,2 atau  $\alpha$ ), terhalang oleh satu atom C (1,3 atau  $\alpha$ ), terhalang oleh dua atom C (1,4 atau  $\alpha$ ), atau terhalang oleh lebih dari dua atom C (Gambar 1.7).

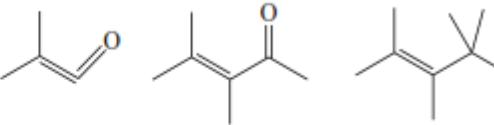
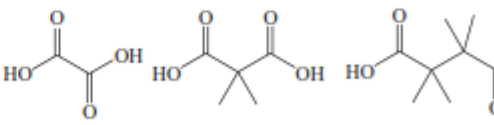


Gambar 1.7.  
Posisi Gugus Fungsi Relatif terhadap Gugus Karboksil

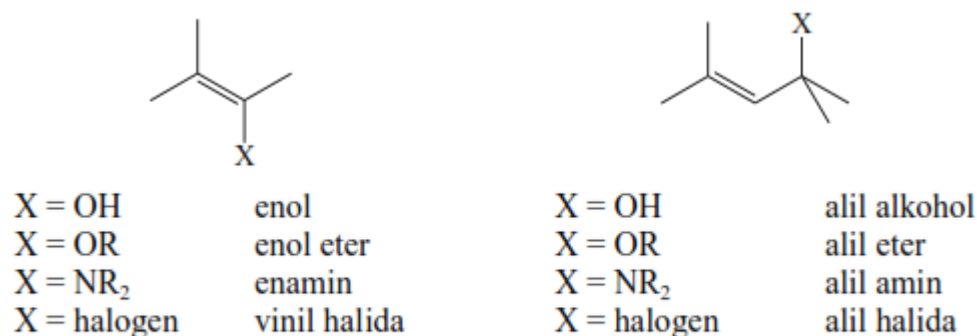


Tabel 1.2.  
Jenis, Kelompok, dan Contoh Senyawa Bifungsional

Jenis gugus fungsi	Kelompok senyawa	Contoh senyawa
Ikatan rangkap dua	Diena	 1,2-                      1,3-                      1,4-
Hidroksil	Diol	 1,2-                      1,3-                      1,4-
Amina	Diamin	 1,2-                      1,3-                      1,4-
Hidroksil dan karbonil	Hidroksikarbonil	 $\alpha(2-)$ $\beta(3-)$ $\gamma(4-)$
Amina dan karbonil	Aminokarbonil	 $\alpha(2-)$ $\beta(3-)$ $\gamma(4-)$
Karbonil	Di karbonil (dion)	 $\alpha(2-)$ $\beta(3-)$ $\gamma(4-)$

Jenis gugus fungsi	Kelompok senyawa	Contoh senyawa
Ikatan rangkap dua dan karbonil	Karbonil tak jenuh (enon)	 keten(1,2-) $\alpha,\beta(2,3-)$ $\beta,\gamma(3,4-)$
Karboksil	Dikarboksilat	 $\alpha(1,2-)$ $\beta(1,3-)$ $\gamma(1,4-)$

Selain kelompok senyawa bifungsional yang tercantum pada Tabel 1.2, terdapat beberapa kelompok senyawa bifungsional lain yang dianggap sebagai turunan dari senyawa pada Tabel 1.2. Kelompok bifungsional tersebut di antaranya adalah turunan vinil dan turunan alil. Di mana enol, enol eter, enammin, dan vinil halida dapat dianggap sebagai turunan asam karboksilat. Sedangkan alil alkohol, alil eter, alil amina, dan alil halida dapat dianggap sebagai senyawa yang berhubungan dengan  $\alpha$ -karbonil tersubstitusi.



**Gambar 1.8.**  
**Kelompok Senyawa Turunan Vinil dan Turunan Alil**

Hal yang perlu diperhatikan, masih terdapat beberapa senyawa bifungsional lain yang tidak tercantum pada kegiatan belajar ini. Selain itu terdapat juga senyawa yang mengandung gugus fungsi lebih dari dua yang disebut sebagai senyawa polifungsional. Tetapi dengan bekal pengetahuan pada kegiatan belajar ini Anda diharapkan mampu mempelajarinya.

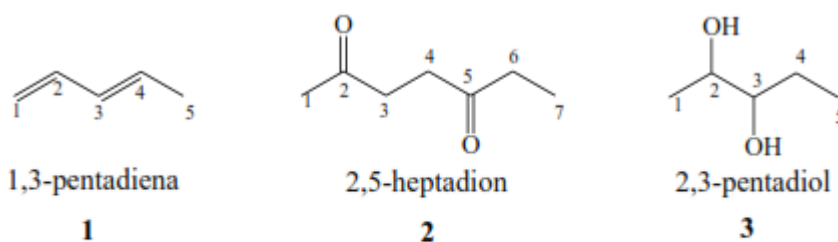
### C. TATANAMA SENYAWA BIFUNGSIONAL

Seperti halnya kelompok senyawa organik yang lain, kelompok senyawa bifungsional memiliki aturan tatanama sendiri. Untuk senyawa yang mengandung dua gugus fungsi yang identik, senyawa tersebut diberi nama sama dengan senyawa monofungsionalnya, kecuali diberi tambahan di atau tri untuk menunjukkan jumlah gugus fungsi yang lebih dari satu. Sedangkan untuk senyawa yang mengandung dua gugus fungsi yang berbeda maka salah satu gugus fungsi menjadi “awalan” dan gugus fungsi lainnya menjadi “akhiran”. Gugus fungsi yang menjadi “akhiran” merupakan gugus fungsi dengan prioritas gugus fungsi paling tinggi, sedangkan gugus fungsi dengan prioritas lebih rendah menjadi “awalan”. Tabel 1.3 menunjukkan prioritas gugus fungsi dari yang tertinggi sampai yang terendah. Sedangkan untuk menunjukkan posisi dari gugus fungsi, dapat digunakan penomoran dengan menggunakan angka (1,2,3, dan seterusnya) atau menggunakan huruf latin ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , dan seterusnya). Untuk pemberian nama senyawa secara individu, penggunaan angka untuk menunjukkan posisi gugus fungsi lebih sering digunakan, sedangkan huruf latin secara khusus digunakan untuk menunjukkan kelompok yang berbeda dari dua senyawa bifungsional.

Tabel 1.3.  
Urutan Prioritas Gugus Fungsi

Gugus fungsi	Awalan	Akhiran	Akhiran alternatif
-COOH	karboksil-	asam -oat	asam -karboksilat
-SO <sub>3</sub> H	sulfo-	asam -esulfonat	
-COOR	alkoksikarbonil-	-oat	-karboksilat
-SO <sub>3</sub> R	alkoksisulfonil-	-esulfonat	
-COCl	kloroformil	-oil klorida	-karbonilklorida
-CONH <sub>2</sub>	karbamoil-	-amida	-karboksamida
-CN	siano-	-enitril	-karbonitril
-CHO	okso- (atau formil-)	-al	-karbaldehida
-C=O	okso-	-on	
-OH	hidroksi-	-ol	
-SH	merkapt-	-etiol	
-NH <sub>2</sub>	amino-	-amina	
-OR	alkoksi-	-	
-SR	alkiltio-	-	
-Cl	kloro-	-	
-NO <sub>2</sub>	nitro-	-	

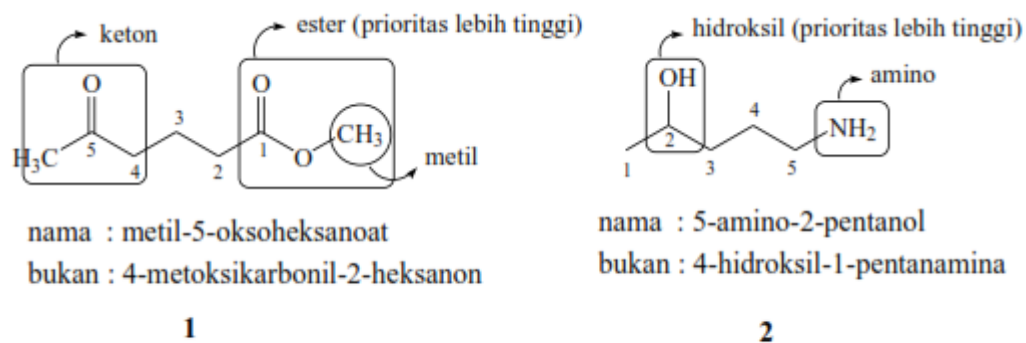
Untuk lebih memperjelas cara memberikan nama kepada senyawa bifungsional, pelajari contoh berikut ini. Untuk senyawa dengan gugus fungsi sejenis perhatikanlah tiga senyawa berikut ini. Senyawa nomor 1 memiliki dua gugus fungsi ikatan rangkap dua (diena) pada posisi C no 1 dan 3. Dengan jumlah atom C sebanyak lima maka nama senyawa 1 adalah 1,3-pentadiena. Senyawa nomor 2 memiliki dua gugus fungsi keton (dion) pada posisi no 2 dan 5. Dengan jumlah karbon tujuh maka nama senyawa tersebut adalah 2,5-heptadion. Sama dengan senyawa sebelumnya maka senyawa nomor 3 diberi nama 2,3-pentadiol.



Gambar 1.9.  
Contoh Nama Senyawa dengan Gugus Fungsi Sejenis

Sedangkan untuk senyawa dengan gugus fungsi yang berbeda perhatikanlah penamaan dua senyawa berikut ini. Senyawa nomor 1 memiliki dua gugus fungsi yang berbeda yaitu karbonil dan ester. Berdasarkan urutan prioritas, gugus ester memiliki derajat lebih tinggi dibandingkan keton sehingga gugus ester menjadi akhiran (-oat) dan diberi nomor lebih kecil, sedangkan keton menjadi awalan (okso-). Dengan jumlah karbon pada rantai utama sebanyak enam, maka nama senyawa nomor 1 adalah metil 5oksoheksanoat. Senyawa nomor 2 memiliki dua gugus fungsi hidroksil dan

amino. Berdasarkan urutan prioritas, gugus hidroksil memiliki derajat lebih tinggi dibandingkan amino, sehingga gugus hidroksil menjadi akhiran (-ol) dan diberi nomor lebih kecil sedangkan amino menjadi awalan (amino-). Dengan jumlah karbon pada rantai utama sebanyak lima maka nama senyawa nomor 2 adalah 5-amino-2-pentanol.

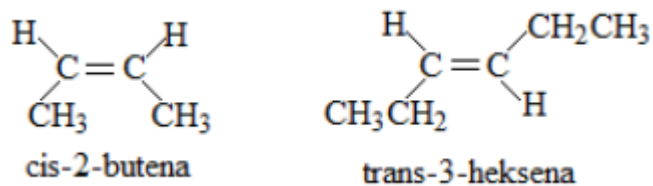


Gambar 1.10.  
Contoh Nama Senyawa dengan Gugus Fungsi Berbeda

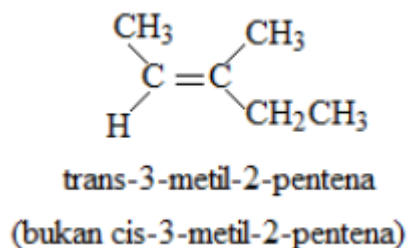
## KONFIGURASI DAN REAKSI-REAKSI ALKENA

### 1. Sistem Cis-Trans

Sistem cis-trans adalah cara yang paling umum digunakan untuk menunjukkan konfigurasi alkena. Dengan sistem ini tidak lagi dijumpai keraguan isomer manakah yang diberi nama cis-2-butena dan manakah trans-3-heksena.

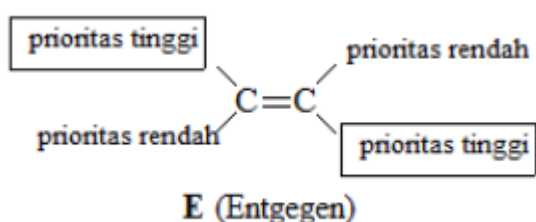


Sistem cis-trans seringkali membingungkan. Sebagai contoh adalah senyawa berikut:



## Sistem E-Z

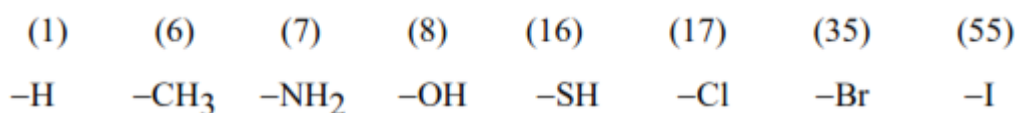
Sistem E-Z menggunakan seperangkat aturan untuk menetapkan prioritas gugus-gugus yang terikat pada atom-atom karbon ikatan rangkap. Dengan menggunakan aturan ini dapat ditentukan yang manakah dari masing-masing gugus pada setiap atom karbon ikatan rangkap yang memiliki prioritas lebih tinggi. Jika gugus-gugus yang memiliki prioritas lebih tinggi terletak pada sisi yang sama terhadap ikatan rangkap, maka di depan nama tersebut diberi huruf Z (singkatan dari kata Jerman Zusammen, yang berarti bersama). Jika gugus-gugus yang memiliki prioritas lebih tinggi terletak pada sisi yang berlawanan terhadap ikatan rangkap, maka diberi huruf E (singkatan dari kata Entgegen, yang berarti berlawanan). Secara sederhana, ketentuan tersebut dapat dinyatakan dengan:



Penentuan prioritas ditetapkan dengan aturan Cahn-Ingold-Prelog:

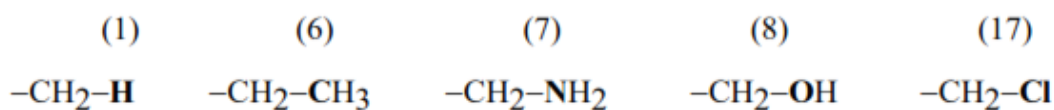
1. Setiap atom yang berikatan langsung dengan atom-atom karbon ikatan rangkap ditentukan prioritasnya berdasarkan nomor atomnya, dengan ketentuan bahwa nomor atom yang lebih tinggi mempunyai prioritas yang lebih tinggi pula.

Contoh:



**prioritas meningkat**

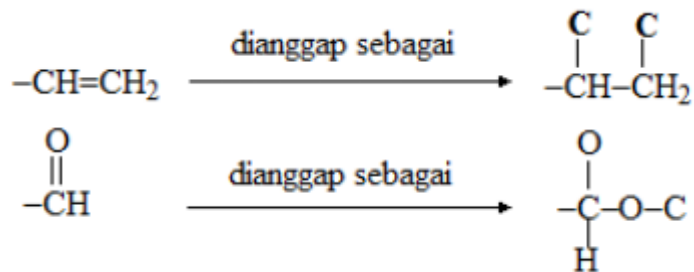
2. Jika prioritas tidak dapat ditentukan berdasarkan perbedaan nomor atom (karena atom-atom yang diikat sama), maka yang digunakan sebagai dasar adalah atom yang terikat berikutnya sampai diperoleh perbedaan prioritas. Contoh berikut ditunjukkan nomor atom dari atom yang dijadikan dasar penentuan prioritas.



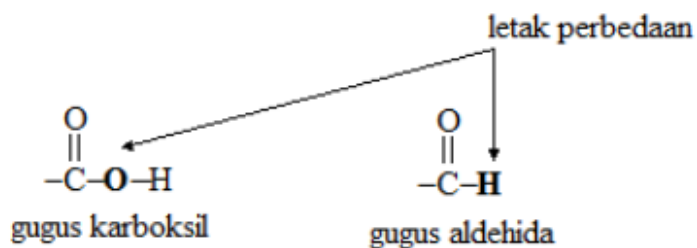
**prioritas meningkat**

3. Dalam hal terdapat ikatan rangkap dua, maka atom-atom yang berikatan rangkap tersebut dianggap mengikat dua atom sejenis dengan ikatan tunggal. Dengan kata lain, atom-atom yang berikatan rangkap diduakalikan.

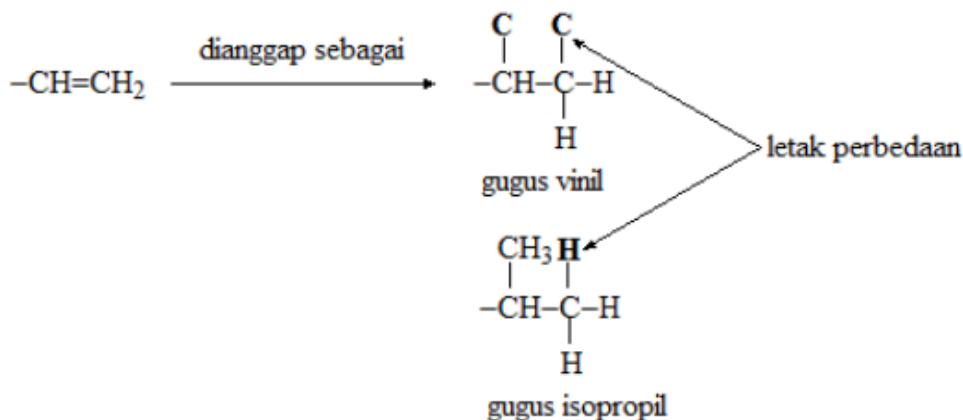
Contoh:



Gugus karboksil mempunyai prioritas yang lebih tinggi daripada gugus aldehida.



Gugus vinil ( $\text{-CH=CH}_2$ ) mempunyai prioritas lebih tinggi daripada gugus isopropil ( $\text{-CH(CH}_3)_2$ ).



#### D. Reaksi-reaksi Alkena

##### 1. Reaksi adisi

##### a) Reaksi adisi hidrogen halida (hidrohalogenasi)

Asam-asam halogen jika mengadisi alkena akan membentuk senyawa haloalkana. Reaksi ini dapat berlangsung tanpa pelarut atau dengan pelarut polar seperti asam asetat. Reaksi tersebut mengikuti kaidah Markovnikov, yang menyatakan bahwa jika HX mengadisi pada alkena maka atom H akan diikat oleh atom karbon ikatan rangkap yang mengikat atom hidrogen lebih banyak.

## b) Reaksi adisi air (hidrasi)

Dengan pengaruh katalis asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), air dapat mengadisi alkena dan menghasilkan alkohol. Reaksi ini disebut hidrasi alkena. Adisi alkena ini juga mengikuti kaedah Markonikov.

## c) Reaksi adisi brom dan klor (brominasi dan klorinasi)

Pada temperatur kamar brom dan klor dapat mengadisi alkena dan menghasilkan senyawa dibromida dan diklorida. Reaksi ini juga dapat terjadi tanpa pelarut atau menggunakan pelarut inert seperti karbon tetraklorida.

## d) Reaksi adisi hidrogen (hidrogenasi)

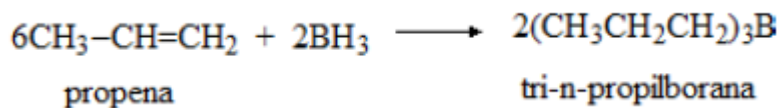
Alkena dapat diadisi oleh hidrogen dengan bantuan katalis logam-logam transisi (Pt, Pd, dan Ni).

## e) Reaksi adisi diborana (hidroborasi)

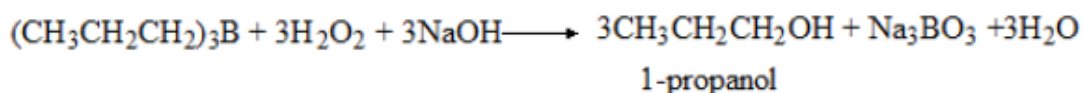
Senyawa diborana ( $\text{BH}_3$ )<sub>2</sub> adalah bentuk dimer dari borana ( $\text{BH}_3$ ). Diborana dapat mengadisi alkena dengan cepat dalam pelarut eter pada suhu kamar. Adisi borana pada alkena terminal (alkena dengan ikatan rangkap pada ujung rantai) menghasilkan trialkilborana.

Contoh:

Reaksi propena dengan diborana akan menghasilkan tri-n-propilborana, dengan reaksi sebagai berikut:

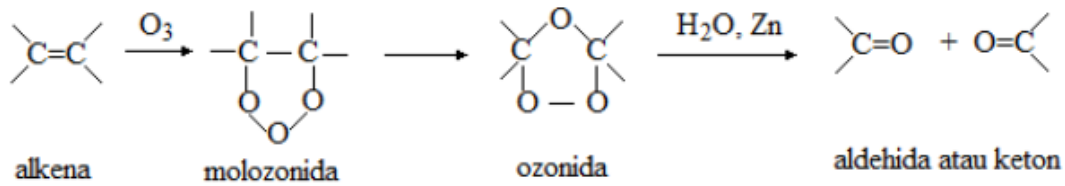


Selanjutnya senyawa tri-n-propilborana dapat diubah menjadi alkohol dengan cara mereaksikan dengan hidrogen peroksida dalam suasana alkalis.

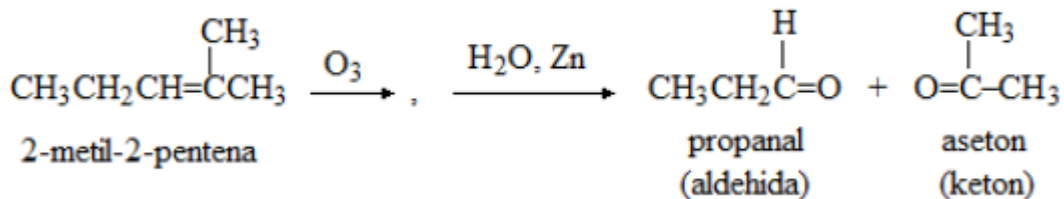


## f) Reaksi adisi ozon (ozonolisis)

Jika ozon mengadisi alkena maka akan terbentuk zat dengan struktur siklik, yaitu molozonida, yang segera berubah menjadi ozonida. Apabila ozonida dihidrolisis maka akan terjadi reaksi pemaksapisahan (cleavage). Dalam bentuk yang disederhanakan reaksi ozonolisis dapat dituliskan sebagai berikut:



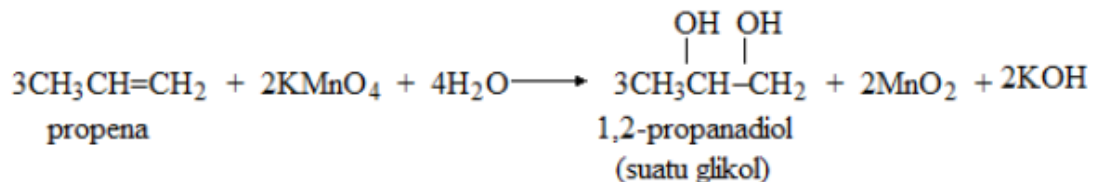
Contoh:



Reaksi oksidasi

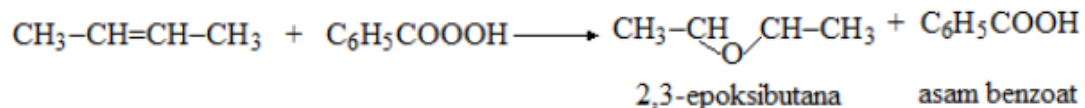
Alkena dapat dioksidasi oleh kalium permanganat menghasilkan glikol, yaitu senyawa yang mempunyai dua gugus hidroksil yang terikat pada dua atom karbon yang berdampingan. Untuk memperoleh glikol dengan rendemen tinggi maka kondisi reaksi harus dikendalikan. Biasanya reaksi dilakukan dalam suasana basa dan temperatur rendah (dingin).

Contoh:



Jika alkena direaksikan dengan asam peroksi, maka ikatan rangkap alkena akan diubah menjadi epoksida. Asam peroksi yang lazim digunakan antara lain asam peroksibenzoat

Contoh: (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOOH)



2. Reaksi polimerisasi

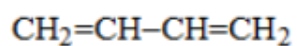
Polimerisasi merupakan reaksi penggabungan sejumlah molekul monomer menghasilkan polimer yang massa molekul relatifnya lebih besar. Polimerisasi dalam alkena sering disebut dengan polimerisasi adisi, yang ditandai dengan tidak adanya produk lain selain polimer.



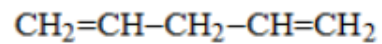
### E. Alkadiena

Alkadiena adalah hidrokarbon alifatik yang memiliki dua buah ikatan rangkap karbon-karbon. Berdasarkan susunan ikatan rangkapnya, alkadiena dibedakan menjadi tiga, masing-masing adalah:

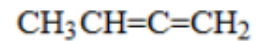
1. Alkadiena terkonjugasi, yaitu alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya dipisahkan oleh sebuah ikatan tunggal.
2. Alkadiena terisolasi, yaitu alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya dipisahkan oleh dua atau lebih ikatan tunggal.
3. Alkadiena terkumulasi, yaitu alkadiena yang kedua ikatan rangkapnya berdampingan.



1,3-butadiena  
(diena terkonjugasi)



1,4-pentadiena  
(diena terisolasi)



1,2-butadiena  
(diena terkumulasi)