

Bab IX

Alkana, Alkena, dan Alkuna



Sumber: Ramsden, Key Science Chemistry

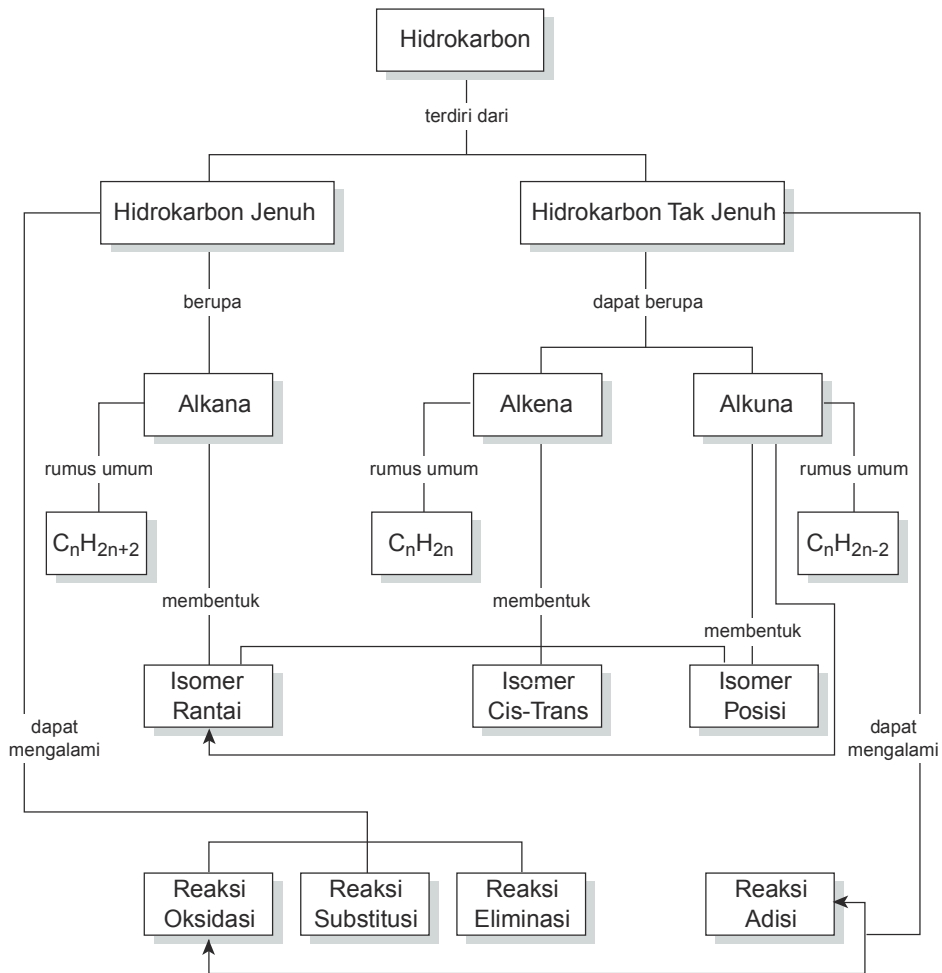
Mainan anak-anak banyak terbuat dari plastik. Mainan plastik tersebut dibuat dari polimerisasi etena.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran siswa dapat:

1. mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan,
2. memberi nama senyawa alkana, alkena, dan alkuna,
3. menyimpulkan hubungan titik didih senyawa hidrokarbon dengan massa molekul relatifnya dan strukturnya,
4. membuat isomer-isomer dari senyawa hidrokarbon,
5. menuliskan contoh reaksi sederhana pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna,

PETA KONSEP



Senyawa hidrokarbon banyak terdapat di alam terutama pada minyak bumi dan gas alam. Senyawa hidrokarbon adalah senyawa karbon yang hanya mengandung unsur karbon dan hidrogen. Senyawa hidrokarbon dapat berupa hidrokarbon alifatik dan hidrokarbon siklik.

Berdasarkan ikatan yang terjadi di antara atom C nya, hidrokarbon alifatik yang mengandung ikatan tunggal disebut *hidrokarbon jenuh* contohnya alkana dan yang mengandung ikatan rangkap disebut *hidrokarbon tak jenuh* contohnya alkena dan alkuna. *Hidrokarbon siklik yang jenuh* disebut *sikloalkana* dan *hidrokarbon siklik yang tidak jenuh* disebut *hidrokarbon aromatik*, contohnya benzena. Bagaimana rumus kimia dari senyawa-senyawa hidrokarbon tersebut?

Pada bab ini akan dibahas senyawa alifatik dan beberapa reaksi yang terjadi pada alkana, alkena, dan alkuna. Senyawa siklik akan dibahas di kelas XII.

A. Alkana

Bahan bakar yang kita gunakan dalam keperluan sehari-hari termasuk golongan alkana, contohnya minyak tanah, bensin, dan LPG. Bagaimana rumus dan sifat-sifat alkana?

1. Rumus Umum Alkana

Untuk mempelajari rumus umum alkana, perhatikan tabel rumus molekul dan nama beberapa alkana berikut ini.

Tabel 9.1 Rumus molekul dan nama beberapa alkana

No.	Rumus Molekul	Nama	No.	Rumus Molekul	Nama
1.	CH ₄	Metana	6.	C ₆ H ₁₄	Heksana
2.	C ₂ H ₆	Etana	7.	C ₇ H ₁₆	Heptana
3.	C ₃ H ₈	Propana	8.	C ₈ H ₁₈	Oktana
4.	C ₄ H ₁₀	Butana	9.	C ₉ H ₂₀	Nonana
5.	C ₅ H ₁₂	Pentana	10.	C ₁₀ H ₂₂	Dekana

Sumber: Raph J. Fesenden, *Organic Chemistry*

Bila senyawa alkana diurutkan berdasarkan jumlah atom C nya, ternyata ada perbedaan jumlah atom C dan H secara teratur yaitu CH₂. Deret senyawa ini merupakan *deret homolog* yaitu suatu deret senyawa sejenis yang perbedaan jumlah atom suatu senyawa dengan senyawa berikutnya sama.

Dari rumus-rumus molekul alkana di atas dapat disimpulkan bahwa rumus umum alkana adalah:



Pada penulisan rumus senyawa karbon dikenal *rumus molekul* dan *rumus struktur*. Contoh penulisan rumus molekul dan rumus struktur alkana dapat dilihat pada Tabel 9.2.

Tabel 9.2 Contoh rumus molekul dan rumus struktur pada alkana

Nama Rumus	Rumus Molekul	Struktur Lewis	Rumus Struktur
Etana	C_2H_6	$ \begin{array}{c} H \quad H \\ \cdot \quad \cdot \\ \times \quad \times \\ H \times C \times C \times H \\ \cdot \quad \cdot \\ \times \quad \times \\ H \quad H \end{array} $	$ \begin{array}{c} H \quad H \\ \quad \\ H-C-C-H \\ \quad \\ H \quad H \end{array} \quad \text{atau } CH_3-CH_3 $
Propana	C_3H_8	$ \begin{array}{c} H \quad H \quad H \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \times \quad \times \quad \times \\ H \times C \times C \times C \times H \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \times \quad \times \quad \times \\ H \quad H \quad H \end{array} $	$ \begin{array}{c} H \quad H \quad H \\ \quad \quad \\ H-C-C-C-H \\ \quad \quad \\ H \quad H \quad H \end{array} \quad \text{atau } CH_3-CH_2-CH_3 $

Berdasarkan strukturnya alkana merupakan suatu hidrokarbon yang mempunyai ikatan tunggal antara C dan C nya. Oleh karena semua C sudah mengikat 4 atom lain, maka alkana disebut hidrokarbon jenuh atau parafin. Parafin artinya mempunyai daya gabung yang kecil atau sukar bereaksi dengan zat lain.

2. Tata Nama Alkana

Tata nama alkana menurut IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) adalah sebagai berikut.

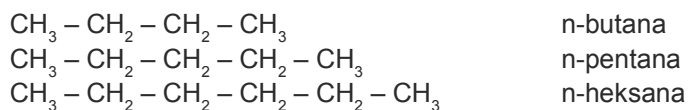
- Senyawa-senyawa alkana diberi nama berakhiran *-ana*.

Contoh:

Metana, etana, dan propana.

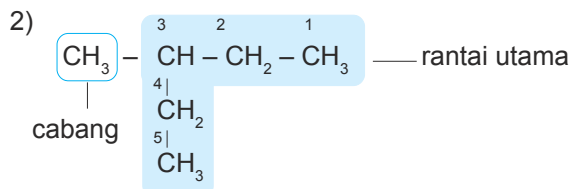
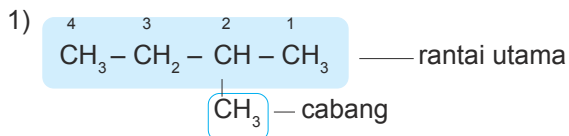
- Senyawa alkana yang mempunyai rantai karbon lurus namanya diberi awalan normal dan disingkat dengan n.

Contoh:



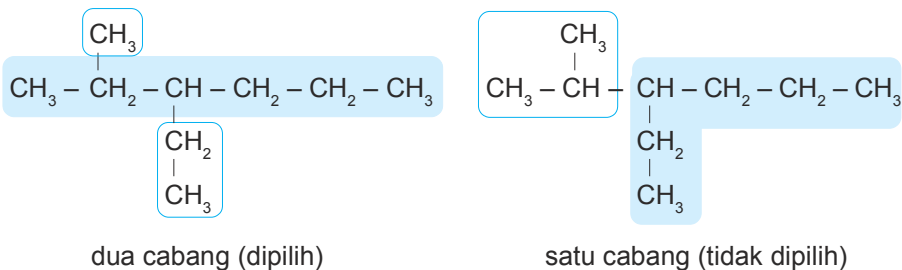
- c. Senyawa alkana yang mempunyai rantai karbon bercabang terdiri dari rantai utama dan rantai cabang.
Rantai utama adalah rantai hidrokarbon yang terpanjang diberi nomor secara berurutan dimulai dari ujung yang terdekat dengan cabang.

Contoh:



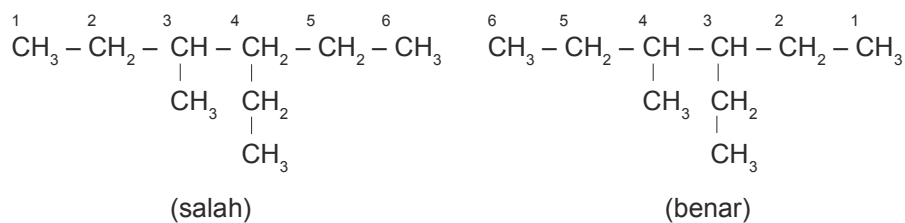
Jika terdapat beberapa pilihan rantai utama maka pilihlah rantai utama yang paling banyak cabangnya.

Contoh:



Jika ada dua cabang yang berbeda terikat pada atom C dengan jarak yang sama dari ujung maka penomoran dimulai dari atom C yang lebih dekat ke cabang yang lebih panjang.

Contoh:



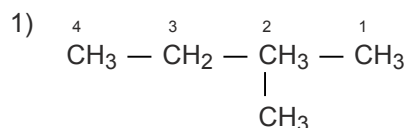
Sebagai cabang adalah gugus alkil (alkana yang kehilangan satu atom hidrogennya). Beberapa gugus alkil dan namanya dapat dilihat pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3 Rumus gugus alkil dan namanya

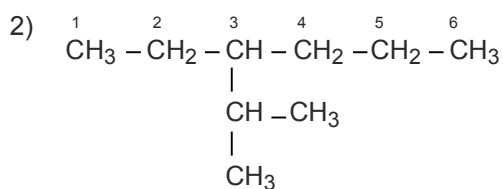
Gugus Alkil	Nama	Gugus Alkil	Nama
$\text{CH}_3 -$	Metil	$\text{C}_4\text{H}_9 -$	Butil
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$	Etil	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} -$	Sekunder butil
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	Propil	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$	Isobutil
$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} -$	Isopropil	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} -$	Tersier butil

- d. Penulisan nama untuk senyawa alkana bercabang dimulai dengan penulisan nomor cabang diikuti tanda (-). Lalu nama cabang berikut nama rantai utamanya.

Contoh:



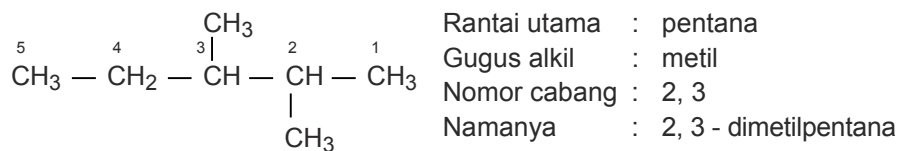
Rantai induk : butana
 Gugus alkil (cabang) : metil
 Nomor cabang : 2
 Namanya : 2-metilbutana



Rantai induk : heksana
 Gugus alkil : isopropil
 Nomor cabang : 3
 Namanya : 3-isopropilheksana

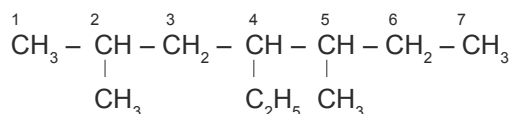
- e. Bila cabangnya terdiri atas lebih dari satu gugus alkil yang sama maka cara penulisan namanya yaitu tuliskan nomor-nomor cabang alkil, tiap nomor dipisahkan dengan tanda (.). Lalu diikuti nama alkil dengan diberi awalan Yunani sesuai jumlah gugus alkilnya (dua = di, tiga = tri, empat = tetra, dan seterusnya), kemudian nama rantai utamanya.

Contoh:



- f. Bila cabangnya terdiri atas gugus alkil yang berbeda, maka penulisan nama cabang diurutkan berdasarkan abjad.

Contoh:

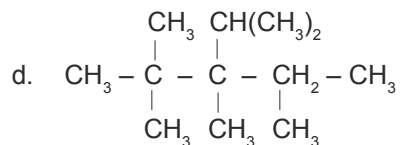
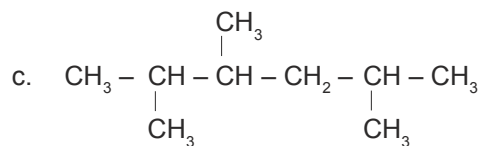
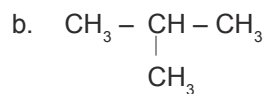
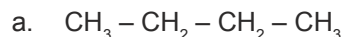


Rantai utama : heptana
 Gugus alkil : metil dan etil
 Nama : 4-etil-2,5-dimetilheptana

Latihan 9.1

Selesaikan soal-soal berikut!

1. Berikan nama pada rumus struktur berikut ini.



2. Tuliskan rumus strukturnya!
 - a. 2,2,3-trimetilpentana
 - b. 2,2,3,4-tetrametilheptana
 - c. 2,3,4-trimetiloktana
 - d. 3-etil, 4-isopropil, 2,5-dimetiloktana
 - e. 3-etil, 2,5-dimetil, 4-propilnonana

3. Keisomeran pada Alkana

Mengapa senyawa karbon ditemukan dalam jumlah yang banyak? Salah satu penyebabnya karena senyawa karbon mengalami keisomeran. Apa yang dimaksud dengan keisomeran? Coba lakukan kegiatan berikut.

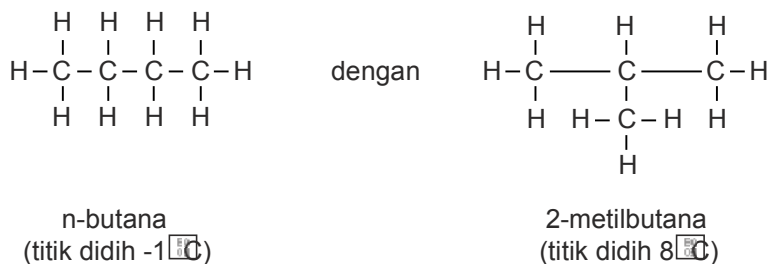
KEGIATAN 9.1 Menyimpulkan

Keisomeran

Gunakan *molymood* atau model atom

1. Rangkaikan 4 atom C dan 10 atom H sehingga membentuk senyawa alkana rantai lurus. Gambar senyawa yang kamu buat dan beri nama.
2. Ubahlah rangkaian tersebut menjadi rantai bercabang. Gambar senyawa dan beri nama.
3. Lakukan kegiatan seperti no. 1 dan 2 dengan menggunakan 5 atom C dan 12 atom H.
4. Berapa senyawa yang didapat dari masing-masing percobaan?
5. Apa yang dimaksud dengan keisomeran?

Empat atom C dan 10 atom H akan membentuk rumus molekul C_4H_{10} . Dari C_4H_{10} ternyata dapat dibuat dua buah rumus struktur atau dua isomer yaitu n-butana dan 2-metilpropana.



Kedua struktur tersebut sifatnya berbeda. Ini dapat ditunjukkan oleh titik didihnya. Bagaimana jika jumlah atom C makin banyak, apakah jumlah isomernya bertambah?

Dari rumus molekul C_5H_{12} didapat tiga buah isomer seperti pada Tabel 9.4

Tabel 9.4 Isomer pentana

Rumus Molekul	Rumus Struktur	Nama	Titik Leleh ($^{\circ}C$)	Titik Didih ($^{\circ}C$)
C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	n-pentana	- 130	36
	$ \begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $	2-metilbutana	- 160	28
	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $	2,2-dimetilpropana	-17	9

Sumber: Book of Data

Rumus molekul C_5H_{12} dapat membentuk tiga buah isomer yang berbeda. Peristiwa semacam ini disebut *keisomeran*. Makin banyak rantai C pada alkana makin banyak struktur yang terbentuk.

Berdasarkan penjelasan di atas maka:

Isomer adalah senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekulnya sama tetapi rumus strukturnya berbeda.

Latihan 9.2

Tuliskan rumus struktur dan nama isomer-isomer dari:

1. Heksana
2. Heptana
3. Oktana

4. Sifat-Sifat Alkana

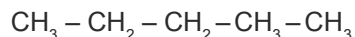
Pada temperatur kamar ($25^{\circ}C$) dan tekanan satu atmosfer senyawa alkana memiliki wujud yang berbeda-beda. Untuk mengetahui wujud alkana dapat dilihat dari titik didih dan titik lelehnya. Perhatikan data titik didih dan titik leleh senyawa alkana pada Tabel 9.5.

Tabel 9.5 Titik didih, titik leleh, dan M_r alkana

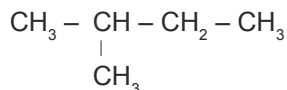
No.	Nama	Rumus	M_r	Titik Didih (°C)	Titik Leleh (°C)
1.	Metana	CH ₄	16	- 164	- 182
2.	Etana	C ₂ H ₆	30	- 88	- 183
3.	Propana	C ₃ H ₈	44	- 42	- 190
4.	Butana	C ₄ H ₁₀	58	- 4	- 138
5.	Pentana	C ₅ H ₁₂	72	36	- 130
6.	Heksana	C ₆ H ₁₄	86	69	- 95
7.	Heptana	C ₇ H ₁₆	100	98,5	- 90,5
8.	Oktana	C ₈ H ₁₈	114	126	- 57
9.	Nonana	C ₉ H ₂₀	128	151	- 51
10.	Dekana	C ₁₀ H ₂₂	142	174	- 30
11.	Oktadekana	C ₁₈ H ₃₈	254	317	28

Sumber: Raph J. Fesenden, Organic Chemistry

Dari data tersebut alkana rantai lurus (n-alkana) yang mengandung C₁ sampai dengan C₄ berwujud gas, C₅ sampai dengan C₁₇ berwujud cair, dan mulai C₁₈ berwujud padat. Titik didih n-alkana bertambah sesuai dengan kenaikan M_r senyawanya. Titik didih alkana bercabang lebih rendah dari titik didih rantai lurus.

Contoh:

Titik didih 36 °C



Titik didih 27,9 °C

Titik leleh alkana tidak seperti titik didihnya yaitu sesuai dengan M_r nya.

Massa jenis alkana umumnya lebih rendah dari 1,00 g mL⁻¹ (massa jenis air pada suhu 4 °C). Buktinya minyak terapung di atas air.

Alkana tidak larut di dalam air sebab termasuk senyawa nonpolar. Alkana larut di dalam pelarut nonpolar seperti karbon tetraklorida, kloroform, dan benzena.

Latihan 9.3

Selesaikan soal-soal berikut!

1. Jelaskan hubungan M_r alkana dengan titik didihnya!
2. Mengapa senyawa alkana tidak larut dalam air?

INFO KIMIA



LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan campuran gas metana, etana, propana, dan butana yang dicairkan dengan tekanan tinggi hingga mencair agar memudahkan dalam pengangkutannya. Hasil pembakarannya tidak membentuk jelaga dan panasnya cukup tinggi sehingga masakan lebih cepat matang.

LNG (*Liquefied Natural Gas*) banyak mengandung metana. LNG jarang digunakan di Indonesia. LNG dari Indonesia banyak di ekspor ke luar negeri misalnya ke negara Jepang.

B. Alkena

Plastik merupakan barang yang sangat dibutuhkan untuk alat rumah tangga, perlengkapan sekolah, pembungkus barang atau makanan, serta banyak lagi yang lainnya. Ini disebabkan plastik harganya murah, indah warnanya, tidak mudah rusak, dan ringan. Bahan-bahan pembuat plastik merupakan senyawa kimia yang termasuk golongan *alkena*.

Alkena termasuk senyawa tak jenuh. Bagaimana rumus umum alkena dan sifat-sifatnya? Perhatikan pembahasan berikut ini.

1. Rumus Umum Alkena

Perhatikan rumus molekul beberapa alkena dan namanya pada Tabel 9.6.

Tabel 9.6 Rumus molekul alkena dan namanya

No.	Rumus Molekul	Nama	No.	Rumus Molekul	Nama
1.	C_2H_4	Etena	6.	C_7H_{14}	Heptena
2.	C_3H_6	Propena	7.	C_8H_{16}	Oktena
3.	C_4H_8	Butena	8.	C_9H_{18}	Nonena
4.	C_5H_{10}	Pentena	9.	$C_{10}H_{20}$	Dekena
5.	C_6H_{12}	Heksena	10.	$C_{11}H_{22}$	Undekena

Sumber: Raph J. Fesenden, Organic Chemistry

Dari Tabel 9.6 dapat disimpulkan bahwa rumus umum alkena adalah:



Bagaimana rumus struktur alkena? Perhatikan Tabel 9.7.

Tabel 9.7 Contoh rumus molekul dan rumus struktur pada alkena

Nama	Rumus Molekul	Struktur Lewis	Rumus Struktur
Etena	C_2H_4	<pre> H H ·x·x C××C ·x·x H H </pre>	<pre> H H C=C H H </pre> atau $CH_2 = CH_2$
Propena	C_3H_6	<pre> H H ·x·x ·x·x C××C××C××H ·x·x·x·x·x·x H H H </pre>	<pre> H H C=C-C-H H H H </pre> atau $CH_2 = CH - CH_3$

Pada alkana, ikatan C dengan C merupakan ikatan tunggal, sedangkan pada alkena terdapat satu ikatan rangkap dua, sehingga alkena termasuk senyawa hidrokarbon *tidak jenuh*, artinya alkena masih mempunyai daya ikat terhadap molekul lain akibat adanya ikatan rangkap di antara atom C-nya.

2. Tata Nama Alkena

Tata nama alkena menurut IUPAC pada umumnya sama dengan cara pemberian nama pada alkana dengan catatan sebagai berikut.

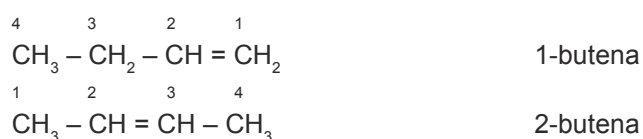
- a. Akhiran *-ana* menjadi *-ena*.

Contoh:



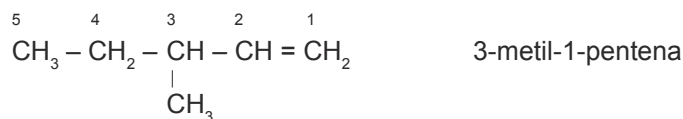
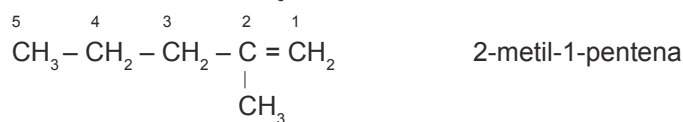
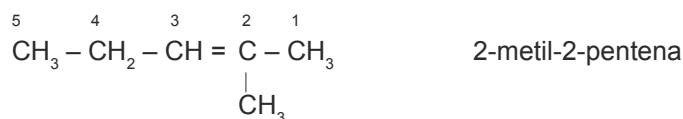
- b. Letak ikatan rangkap ditunjukkan dengan nomor, ditulis sebelum nama alkena rantai utama yaitu rantai terpanjang yang mengandung ikatan rangkap. Pemberian nomor dimulai dari atom karbon yang terdekat dengan ikatan rangkap.

Contoh:



- c. Alkena bercabang diberi nama dimulai dengan nomor cabang, tanda (-), namanya alkil, nomor tempat ikatan rangkap, tanda (-), dan nama rantai utama.

Contoh:



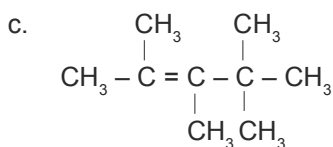
Latihan 9.4

1. Tulis rumus struktur dari senyawa berikut:

- 3,4-dimetil-2-heksena
- 2,3-dimetil-1-pentena
- 3,4,4-trimetil-2-heptena

2. Beri nama pada rumus struktur berikut:

- $\text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



- $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{C} = \text{CH}$

3. Isomer pada Alkena

Seperti halnya pada alkana, pada alkena juga menunjukkan peristiwa keisomeran. Isomer yang terjadi pada alkena dapat berupa *isomer rantai*, *isomer posisi*, dan *isomer cis-trans*.

a. Isomer Rantai

Isomer rantai pada alkena terjadi karena rantai karbon berubah misalnya dari lurus menjadi bercabang tetapi posisi ikatan rangkap tetap.

Contoh:

Rumus Molekul	Rumus Struktur	Nama
C_4H_8	$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$	1-butena
	$CH_3 - C = CH_2$ CH_3	2-metil-1-propena
C_5H_{10}	$CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$	1-pentena
	$CH_3 - C = CH_2 - CH_3$ CH_3	2-metil-2-butena
C_6H_{12}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$	1-heksena
	$CH_3 \quad CH_3$ $CH_3 - CH - C = CH_2$	2,3-dimetil-1-butena

b. Isomer Posisi

Terjadinya isomer posisi pada alkena disebabkan posisi ikatan rangkap di antara atom-atom C nya dapat pindah tempat.

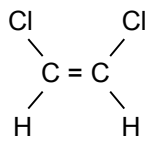
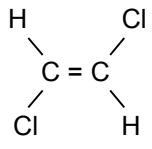
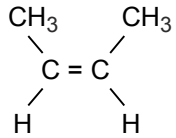
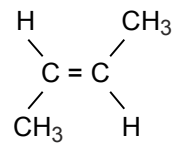
Contoh:

Rumus Molekul	Rumus Struktur	Nama
C_4H_8	$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$	1-butena
	$CH_3 - CH = CH - CH_3$	2-butena
C_5H_{10}	$CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$	1-pentena
	$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$	2-pentena
C_6H_{12}	$CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	1-heksena
	$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH_3$	3-heksena

c. Isomer Cis-Trans

Isomer cis-trans terjadi karena adanya perbedaan kedudukan gugus-gugus yang sejenis di sekitar ikatan $C = C$.

Contoh:

Rumus Molekul	Struktur	Nama	Titik Didih (°C)
$C_2H_2Cl_2$		Cis 1,2-dikloroetena	60
		Trans 1,2-dikloroetena	48
C_4H_8		Cis 2-butena	3,7
		Trans 2-butena	0,9

Sumber: Raph J. Fesenden, Organic Chemistry

Terjadinya isomer cis dan trans disebabkan ikatan rangkap pada $C = C$ tidak dapat diputar sehingga molekul alkena terbagi menjadi dua bagian atau ruangan. Perbedaan posisi atom atau gugus atom yang terikat oleh ikatan rangkap menyebabkan sifat fisik misalnya titik didih berbeda, artinya kedua senyawa tersebut berbeda atau *berisomeri*.

Tata nama isomer ini adalah sebagai berikut.

- 1) Jika pada suatu isomer, gugus sejenis yang terikat pada $C = C$ letaknya dalam ruangan yang sama, nama isomer tersebut diberi *awalan cis*.
- 2) Jika pada isomer tersebut gugus sejenis yang terikat pada $C = C$ letaknya dalam ruangan yang berbeda atau berseberangan, nama isomer tersebut diberi *awalan trans*.

Nama isomer-isomer pada keisomeran cis-trans akan sama, perbedaannya hanya awalan cis dan trans. Walaupun demikian sifat fisis kedua isomer ini berbeda, tetapi sifat kimianya pada umumnya sama.

Berdasarkan uraian ini, isomer cis-trans dapat terjadi pada:

1. Senyawa yang mempunyai atom C yang berikatan rangkap dua (alkena).
2. Atom C yang berikatan rangkap masing-masing mengikat atom atau dua gugus atom yang berbeda.

4. Sifat-Sifat Alkena

Alkena mempunyai sifat-sifat tidak larut dalam air, massa jenis lebih kecil dari satu, dan titik didih bertambah tinggi dengan meningkatnya jumlah atom C.

Perhatikan tabel titik didih dan massa jenis alkana berikut ini.

Tabel 9.8 Titik didih dan massa jenis

No.	Nama	Rumus	M_r	Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)
1.	Etena	C_2H_4	28	-102
2.	Propena	C_3H_6	42	-48
3.	1-butena	C_4H_8	56	-4,5
5.	Heksana	C_6H_{12}	84	63,4

Sumber: Raph J. Fesenden, Organic Chemistry

Berdasarkan data titik didihnya, tiga senyawa alkena dengan rantai terpendek berwujud gas.

Latihan 9.5

Selesaikan soal-soal berikut!

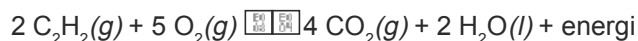
- Tuliskan rumus struktur dan nama isomer-isomer dari senyawa berikut.
 - Isomer rantai dari pentena dan heptena.
 - Isomer posisi dari pentena dan oktena.
 - Isomer cis-trans dari 1,2-dibromoetena dan butena.
- Bagaimana hubungan titik didih dengan M_r alkana?

C. Alkuna

Gas berbau khas yang biasa digunakan oleh tukang las adalah senyawa dari alkuna yang disebut *etuna* atau *asetilena* yang sehari-hari disebut gas karbit. Gas ini dihasilkan dari reaksi antara karbit (CaC_2) dengan air. Persamaan reaksinya ditulis:



Jika etuna direaksikan dengan oksigen akan menghasilkan kalor yang sangat tinggi sehingga dapat melelehkan besi pada proses pengelasan. Persamaan reaksinya:



Bagaimana rumus umum alkuna dan sifat-sifatnya? Perhatikan pembahasan berikut ini.

1. Rumus Umum Alkuna

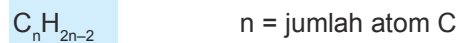
Rumus molekul beberapa alkuna dan namanya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 9.8 Rumus molekul dan nama beberapa alkuna

No.	Rumus Molekul	Nama	No.	Rumus Molekul	Nama
1.	C ₂ H ₂	Etuna	6.	C ₇ H ₁₂	Heptuna
2.	C ₃ H ₄	Propuna	7.	C ₈ H ₁₄	Oktuna
3.	C ₄ H ₆	Butuna	8.	C ₉ H ₁₆	Nonuna
4.	C ₅ H ₈	Pentuna	9.	C ₁₀ H ₁₈	Dekuna
5.	C ₆ H ₁₀	Heksuna	10.	C ₁₁ H ₂₀	Undekuna

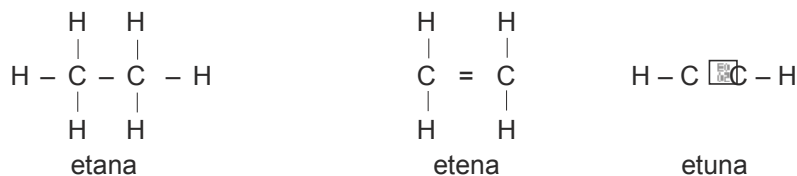
Sumber: Ebbing, General Chemistry

Dari data rumus molekul di atas, dapat disimpulkan bahwa rumus umum alkuna adalah:



2. Ikatan Rangkap pada Alkuna

Perhatikan rumus struktur etana, etena, dan etuna berikut ini.

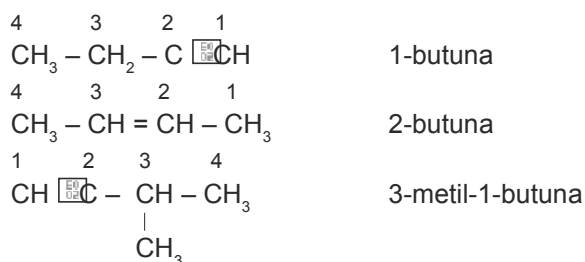


Ikatan kovalen antara C dengan C pada etana, etena, dan etuna ada perbedaan. Pada etana membentuk ikatan tunggal, etena ikatan rangkap dua, dan etuna ikatan rangkap tiga. Oleh karena mempunyai ikatan rangkap tiga, alkuna termasuk senyawa "hidrokarbon tidak jenuh", dengan daya ikatnya terhadap molekul lain lebih tinggi daripada alkana.

3. Tata Nama Alkuna

Tata nama alkuna pada umumnya sama dengan alkana, hanya akhiran *-ena* diganti menjadi *-una*.

Contoh:



Latihan 9.6

Selesaikan soal-soal berikut!

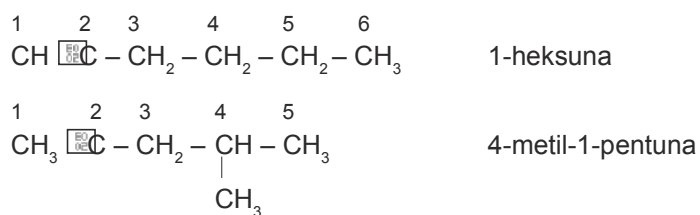
- Tuliskan rumus struktur dari senyawa berikut ini!
 - 3-metil-1-pentuna
 - 3,4-dimetil-1-heksuna
 - 3,3,4,4-tetrametil-1-heptuna
- Tuliskan nama dari rumus struktur berikut ini!
 - $\text{CH} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{OH} \end{array} \text{C} - \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{OH} \end{array} \text{C} - \text{CH}_3$
 - $\text{CH} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{OH} \end{array} \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{OH} \end{array} \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{C} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{OH} \end{array} \text{H}$
 $\quad \quad | \quad | \quad |$
 $\quad \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3$

4. Isomer pada Alkuna

Pada alkuna terjadi isomer posisi dan isomer rantai. Pada isomer rantai letak ikatan rangkap tetap. Pada isomer posisi letak ikatan rangkap berubah.

Contoh:

Isomer rantai:



Isomer posisi:



5. Sifat Fisik Alkuna

Sifat fisik alkuna mirip dengan sifat-sifat alkana maupun alkena, Berdasarkan titik didihnya, tiga senyawa alkuna terpendek berwujud gas. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 9.9 Titik didih, titik leleh, dan M_r alkuna

No.	Nama	Rumus	M_r	Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)	Titik Leleh ($^{\circ}\text{C}$)
1.	Etuna	C_2H_2	26	-83,6	-81,8
2.	Propuna	C_3H_4	40	-23,2	-101,51
3.	Butuna	C_4H_6	54	8,1	-122,5
4.	Pentuna	C_5H_8	68	27	-32,3
5.	Heksuna	C_6H_{10}	82	39,3	-90

Sumber: Raph J. Fesenden, *Organic Chemistry*

Alkuna sangat sukar larut dalam air tetapi larut di dalam pelarut organik seperti klorotetrafluorida. Massa jenis alkuna sama seperti alkana dan alkena lebih dari air.

Latihan 9.7

Selesaikan soal-soal berikut!

- Tuliskan rumus struktur dan nama isomer-isomer dari
 - heksuna
 - pentuna
 - heptuna
 - oktuna
- Apakah ada hubungan antara M_r alkuna dengan titik didihnya. Coba jelaskan!

D. Reaksi-Reaksi pada Alkana, Alkena, dan Alkuna

Reaksi-reaksi pada senyawa karbon terjadi akibat adanya pemutusan dan pembentukan ikatan kovalen antar C dan H atau C dan C pada ikatan rangkap. Reaksi terjadi melalui beberapa tahap reaksi atau mekanisme reaksi. Mekanisme reaksi tidak dibahas pada tingkat SMA.

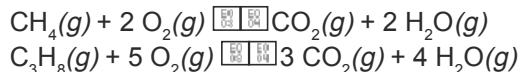
Perbedaan ikatan pada alkana, alkena, dan alkuna menyebabkan reaksi-reaksi yang terjadi pun berbeda. Reaksi-reaksi pada alkana, alkena, dan alkuna dapat berupa reaksi oksidasi, reaksi substitusi, reaksi adisi, dan reaksi eliminasi.

1. Reaksi Oksidasi

Reaksi oksidasi pada senyawa hidrokarbon misalnya reaksi pembakaran dengan gas oksigen di udara. Hasil reaksinya adalah gas CO₂, air, dan energi.

Contoh:

a. Pembakaran alkana



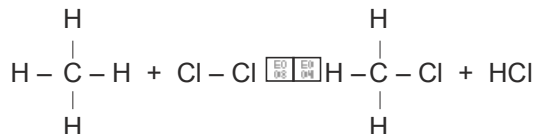
b. Pembakaran alkena



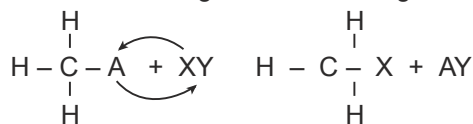
Reaksi oksidasi alkana paling banyak dimanfaatkan karena energi yang dihasilkan cukup besar, sehingga alkana digunakan sebagai bahan bakar baik bahan bakar minyak maupun bahan bakar gas. Bahan bakar pada kendaraan bermotor secara sempurna menghasilkan gas CO₂, jika tidak sempurna akan menghasilkan gas CO yang sangat berbahaya bagi manusia.

2. Reaksi Substitusi

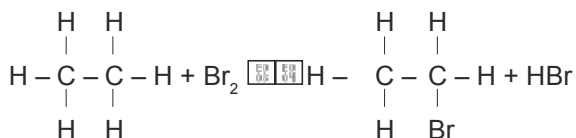
Reaksi substitusi biasa terjadi pada alkana. Alkana dapat bereaksi dengan Cl₂ dengan bantuan sinar matahari terjadi reaksi substitusi sebagai berikut.



Pada reaksi tersebut satu atom H pada metana diganti oleh satu Cl dari Cl₂. Secara umum reaksi substitusi digambarkan sebagai berikut.



Contoh:

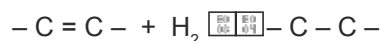


Reaksi substitusi adalah reaksi penggantian suatu atom atau gugus atom yang terikat pada atom C dalam suatu molekul oleh atom atau gugus atom lain.

3. Reaksi Adisi

Senyawa etena C_2H_4 dapat diubah menjadi etana dengan menambah dua atom H. Penambahan suatu gugus atom pada senyawa tak jenuh (ikatan rangkap dua atau rangkap tiga) sehingga terjadi senyawa jenuh disebut *reaksi adisi*.

Reaksi adisi ada yang terjadi pada senyawa dengan ikatan rangkap antara C dan C atau ikatan rangkap pada C dan O. Adisi pada ikatan rangkap $C = O$ akan dipelajari pada tingkat lebih lanjut. Secara umum reaksi adisi digambarkan sebagai berikut!

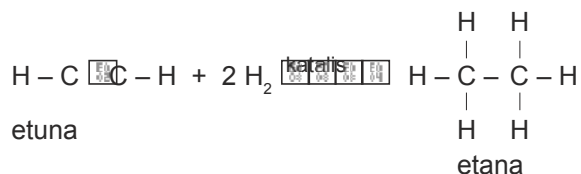
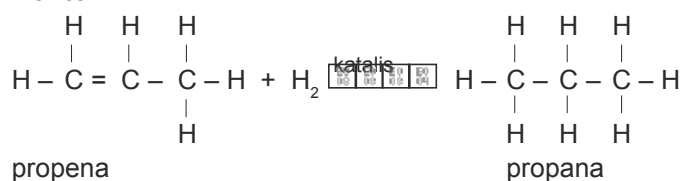


Contoh reaksi adisi:

a. Adisi hidrogen pada alkena atau alkuna

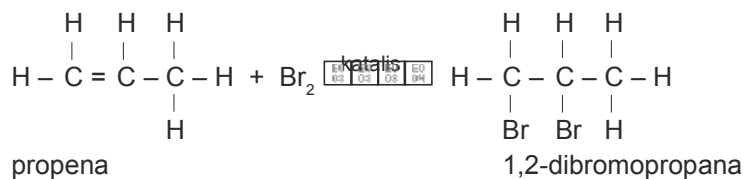
Adisi hidrogen pada suatu senyawa disebut hidrogenasi

Contoh:



b. Adisi halogen

Contoh:



c. Adisi hidrohalogen

Contoh:



Dalam reaksi adisi, ada aturan “Markovnikov” yaitu atom H dari H₂O atau HX (X = F, Cl, Br, I) akan terikat pada atom C ikatan rangkap yang mengandung H lebih banyak.

Reaksi adisi adalah reaksi penambahan atau pemasukan suatu gugus atom pada senyawa tak jenuh sehingga terjadi senyawa jenuh.

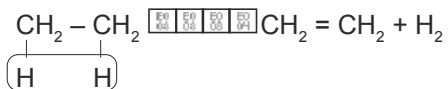
4. Reaksi Eliminasi

Senyawa alkena dapat dibuat dari senyawa alkana dengan *reaksi eliminasi*. Perhatikan beberapa reaksi eliminasi berikut ini.

- a. Dehidrogenasi (penarikan hidrogen)

Contoh:

Pemanasan butana dengan katalis Cr₂O₃.AsO₃

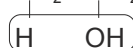


etana etena

- b. Dehidrasi (penarikan air)

Contoh:

CH₂ - CH₂ $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (pekat)}}$ CH₂ = CH₂ + H₂O

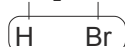


etanol etena

- c. Dehidrohalogenasi (penarikan HX)

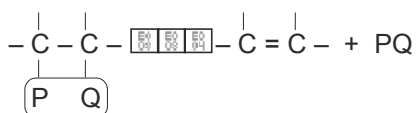
Contoh:

CH₂ - CH - CH₃ + KOH $\xrightarrow{\text{alkohol}}$ CH₂ = CH - CH₃ + KBr + H₂O



2-bromopropana propena

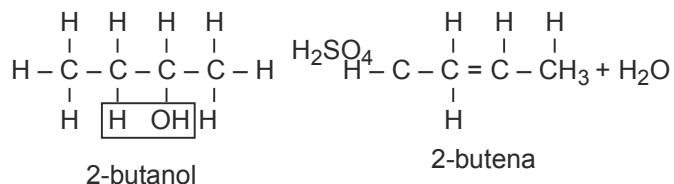
Berdasarkan contoh di atas reaksi eliminasi adalah reaksi pengeluaran gugus atom dari dua atom C yang berdekatan pada senyawa jenuh sehingga terbentuk senyawa tak jenuh atau senyawa yang mempunyai ikatan rangkap. Secara umum reaksi eliminasi digambarkan sebagai berikut.



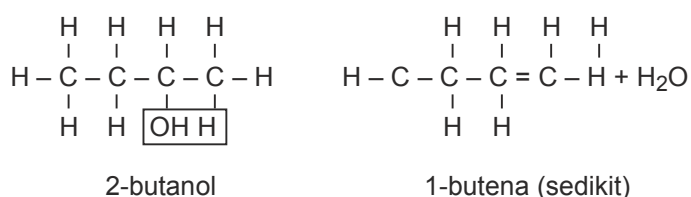
Reaksi eliminasi pada senyawa-senyawa yang tidak simetri, atom H lebih banyak terlepas dari atom C yang mengikat H dengan jumlah sedikit.

Contoh:

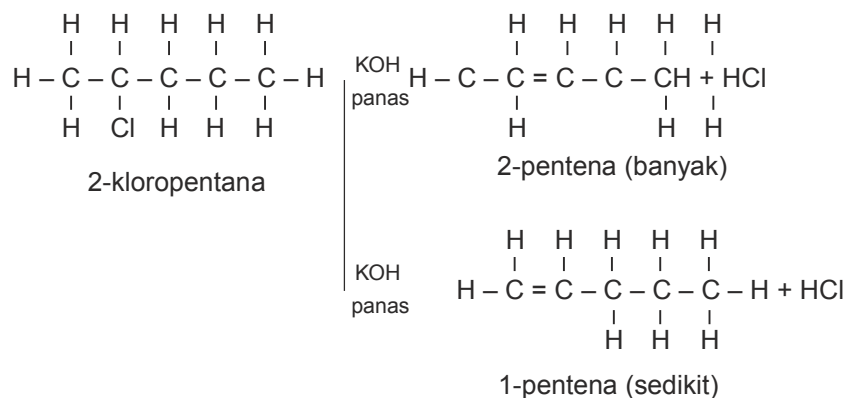
1.



Selain 2-butena, terbentuk juga 1-butena tapi dalam jumlah yang sedikit.



2.



Latihan 9.8

Dari reaksi berikut, tentukan yang mana reaksi substitusi, adisi, dan oksidasi!

- $\text{CH}_3\text{CH} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{HCl}$
- $2 \text{C}_2\text{H}_6 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Rangkuman

1. Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang terdiri dari atom karbon dan hidrogen.
2. Berdasarkan bentuk rantainya hidrokarbon dikelompokkan menjadi alifatik dan siklik.
3. Berdasarkan jenis ikatannya hidrokarbon dikelompokkan menjadi hidrokarbon jenuh dan tak jenuh.
4. Alkana termasuk hidrokarbon jenuh, makin besar M_r alkana, titik didihnya makin tinggi.
5. Alkena termasuk hidrokarbon tak jenuh yang memiliki satu ikatan rangkap 2 di antara atom karbonnya.
6. Alkuna termasuk hidrokarbon tak jenuh yang memiliki satu ikatan rangkap 3 di antara atom karbonnya.
7. Isomer adalah senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda.
8. Isomer-isomer pada alkana dapat berupa isomer rantai, isomer posisi, dan isomer cis-trans.
9. Reaksi pada senyawa karbon dapat berupa reaksi oksidasi, substitusi, adisi, dan eliminasi.

Kata Kunci

- | | | |
|-------------------------|------------------|---------------------|
| • Hidrokarbon | • Deret homolog | • Isomer posisi |
| • Hidrokarbon jenuh | • Rumus molekul | • Isomer cis-trans |
| • Hidrokarbon tak jenuh | • Rumus struktur | • Reaksi substitusi |
| • Alkana | • Gugus alkil | • Reaksi adisi |
| • Alkena | • Keisomeran | • Reaksi eliminasi |
| • Alkuna | • Isomer rantai | • Reaksi oksidasi |

Evaluasi Akhir Bab

A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.

1. Sifat-sifat dari suatu deret homolog sebagai berikut, *kecuali*
 - A. dapat dinyatakan dengan suatu rumus umum
 - B. titik didihnya meningkat dengan panjangnya rantai
 - C. mempunyai sifat kimia yang serupa
 - D. mempunyai rumus empiris yang sama
 - E. memiliki perbedaan gugus $-\text{CH}_2-$ di antara anggotanya