



[www.esaunggul.ac.id](http://www.esaunggul.ac.id)

**Alkil Halida: Reaksi Substitusi Nukleofilik dan Eliminasi  
PERTEMUAN 5**

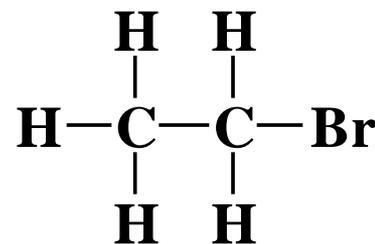
**Harizal, S.Pd., M.Sc  
Program Studi Gizi  
Universitas Esa Unggul**

# KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN

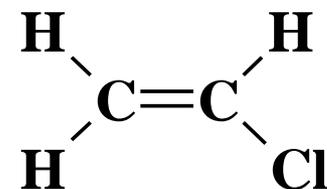
- Mahasiswa mampu menjelaskan tatanama, sifat fisik, dan sifat kimia (reaksi substitusi nukleofilik dan eliminasi) senyawa organik.

# Pengelompokan Alkil Halida

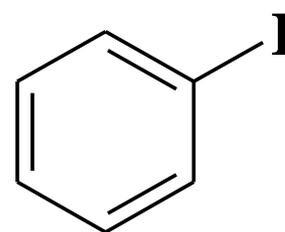
- Alkil halida: merupakan senyawa yang mana atom Halogen, X, berikatan langsung dengan karbon  $sp^3$ .
- Vinil halida: atom halogen, X, berikatan dengan karbon alkena  $sp^2$ .
- Aril halida: atom halogen, X, berikatan dengan karbon  $sp^2$  cincin benzena



**alkil halida**

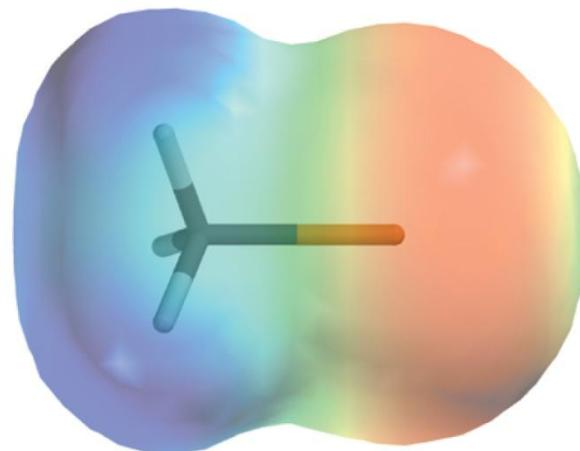
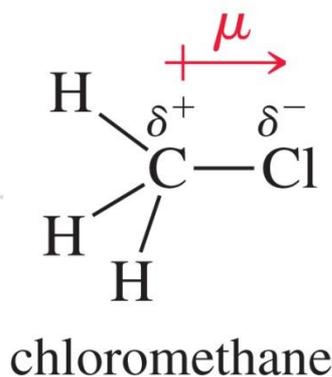


**vinil halida**



**aryl halida**

# Kepolaran dan reaktivitas

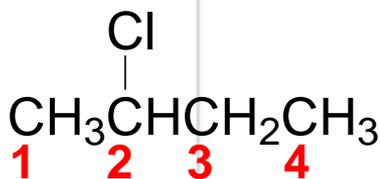


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

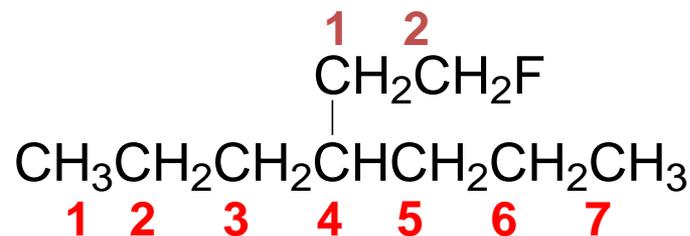
- Halogen lebih elektronegatif dibandingkan dengan C.
- Ikatan karbon—halogen lebih polar dimana atom karbon mengembang muatan parsial positif.
- Karbon dapat diserang oleh suatu nukleofil.
- Halogen dapat meninggalkan molekul dengan membawa pasangan elektron.

# Tatanama IUPAC

- Penamaan: haloalkana.
- Pilih rantai karbon terpanjang, walaupun tidak langsung berikatan dengan atom halogen.
- Nomor rantai berdasarkan posisi dan banyaknya gugus yang menempel.

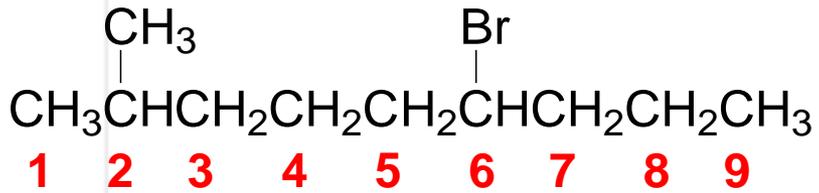


2-klorobutana

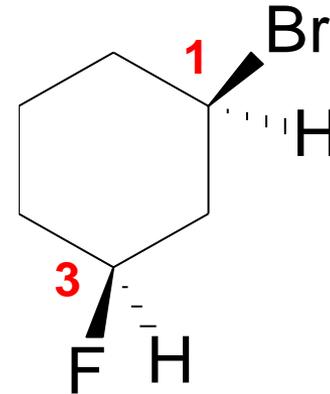


4-(2-floroetil)heptana

# Contoh



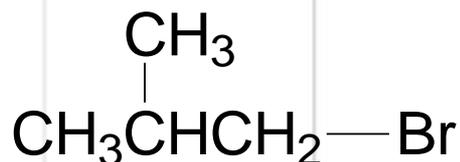
6-bromo-2-metilnonana



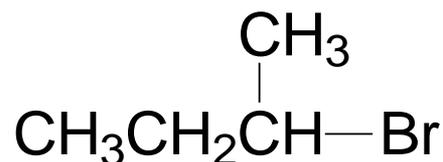
*cis*-1-bromo-3-florosikloheksana

# Nama umum

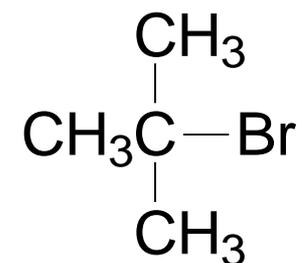
- Gugus alkil berperan sebagai substituen.
- Hanya bisa digunakan untuk molekul haloalkana rantai pendek.



*iso*-butil bromida



*sec*-butil bromida



*tert*-butil bromida

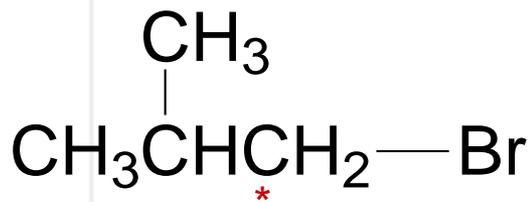
# Nama umum metil halida

- $\text{CH}_2\text{X}_2$  disebut metilen halida.
- $\text{CHX}_3$  disebut haloform.
- $\text{CX}_4$  disebut karbon tetrahalida.
- Beberapa pelarut yang umum:
  - $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  = metilen klorida
  - $\text{CHCl}_3$  = kloroform
  - $\text{CCl}_4$  = karbon tetraklorida

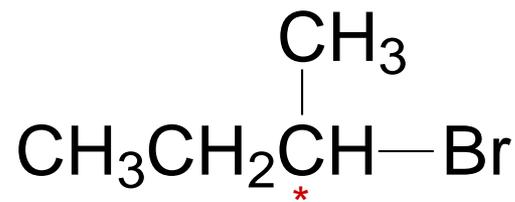
# Klasifikasi alkil halida

- **Metil halida:** halida yang terikat dengan gugus metil.
- **Alkil halida primer:** karbon yang berikatan dengan halogen hanya mengikat satu karbon yang lain.
- **alkil halida sekunder** : karbon yang berikatan dengan halogen hanya mengikat dua karbon yang lain.
- **alkil halida tersier** : karbon yang berikatan dengan halogen hanya mengikat satu karbon yang lain..

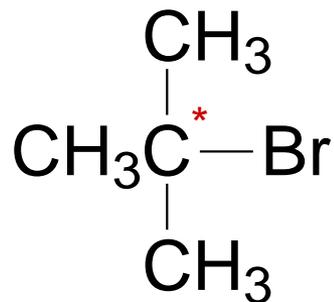
# Alkil halida primer, sekunder, dan tersier



alkil halida primer



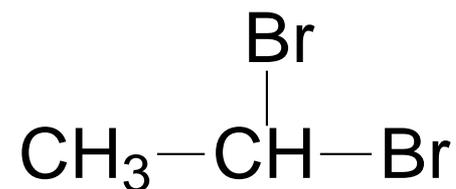
alkil halida sekunder



alkil halida tersier

# Jenis-jenis dihalida

- **Dihalida geminal:** dua atom halogen berikatan pada karbon yang sama.
- **Dihalida vicinal:** dua atom halogen berikatan pada dua atom karbon yang berikatan.



Dihalida geminal



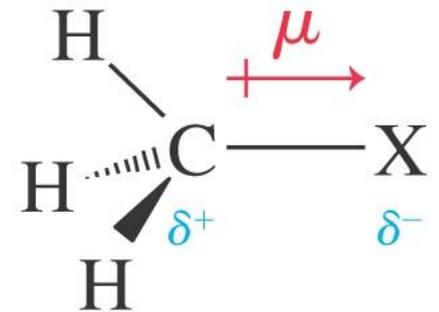
Dihalida vicinal

# Penggunaan alkil halida

- Pembersih di industri dan rumah tangga.
- **Anestesi:**
  - $\text{CHCl}_3$  awalnya digunakan anestesi, namun bersifat toksik dan karsinogen.
  - $\text{CF}_3\text{CHClBr}$  is suatu komponen campuran yang dikenal sebagai Halothane<sup>®</sup>
- **Freon** digunakan sebagai refrigran dan foamin agen.
  - Freon dapat membahayakan lapisan ozon. Saat ini, menggunakan freon diganti dengan hidrokarbon dengan titik didih rendah atau karbon dioksida.
- **Pestisida** seperti DDT sangat toksik terhadap serangga, namun tidak terlalu toksik terhadap mamalia.
  - Haloalkana sulit dihancurkan oleh bakteri sehingga terakumulasi di tanah hingga ke tingkat yang dapat membahayakan mamalia khususnya manusia.

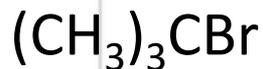
# Momen dipol

- Elektronegativitas halida:  
 $F > Cl > Br > I$
- Panjang ikatan bertambah seiring dengan bertambahnya ukuran halogen:  
 $C-F < C-Cl < C-Br < C-I$
- Dipol ikatan:  
 $C-Cl > C-F > C-Br > C-I$   
**1.56 D      1.51 D      1.48 D      1.29 D**
- Dipol molekul bergantung pada geometri molekul.



# Titik didih

- Semakin besar gaya intermolekul, semakin tinggi titik didih.
  - Tarikan dipol-dipol tidak berbeda secara signifikan antar sesama alkil halida
  - Gaya london akan semakin besar untuk molekul yang lebih besar
- Semakin besar Mr, semakin tinggi titik didih.
- Bentuk molekul yang relatif bulat menurunkan titik didih.



73°C



102°C

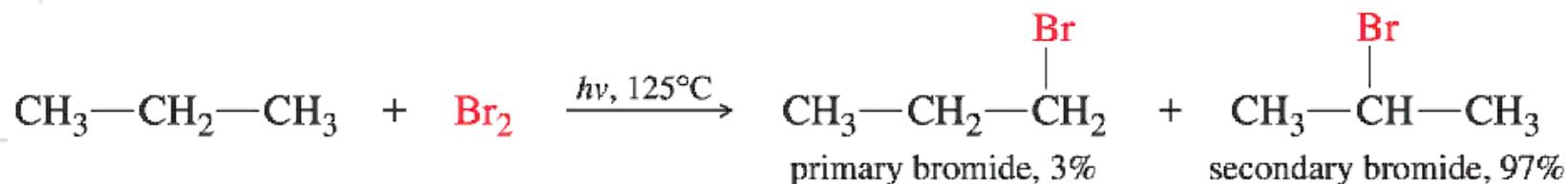
# Kerapatan

- Alkil fluorida dan klorida memiliki kerapatan yang lebih kecil dibandingkan air.
- Alkyl diklorida, bromida, dan iodida memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan air.

# Sintesis alkil halida

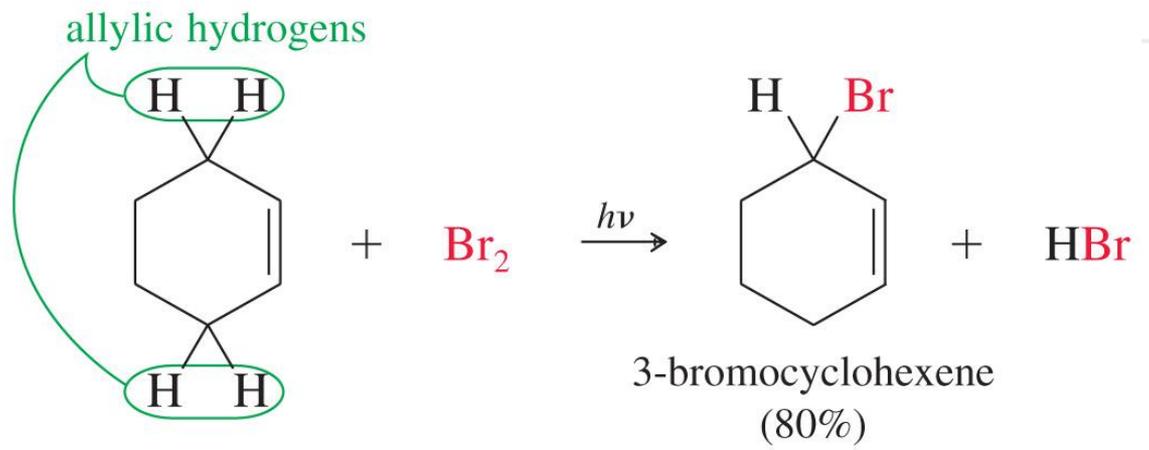
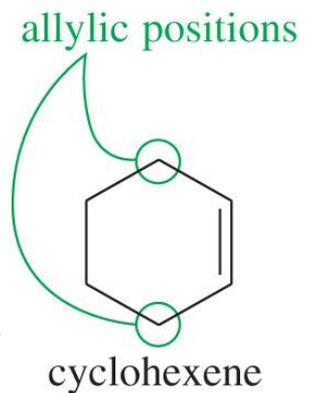
- Halogenasi radikal bebas
  - Klorinasi menghasilkan suatu campuran produk. Reaksi ini bukan merupakan metode sintesis yang baik kecuali untuk alkana dengan atom-atom hidrogen yang ekuivalen.
  - Brominasi alkana relatif jauh lebih selektif.
- Halogenasi alil radikal bebas
  - Halogen ditempatkan pada atom karbon yang berikatan langsung dengan ikatan rangkap (alil).

# Halogenasi alkana



- Brominasi alkana relatif jauh lebih selektif:  
karbon 3<sup>o</sup> > karbon 2<sup>o</sup> > karbon 1<sup>o</sup>

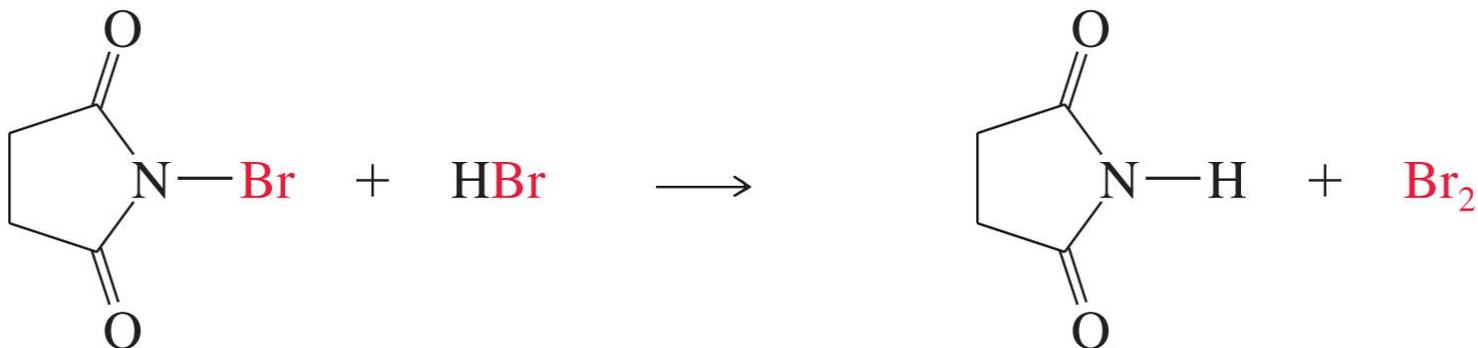
# Halogenasi alil



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Radikal alil terstabilisasi oleh efek resonansi.
- Brominasi terjadi dengan rendemen yang bagus pada posisi alil (atom C  $sp^3$  yang bersebelahan dengan C = C  $sp^2$ ).

# N-bromosuccinimida



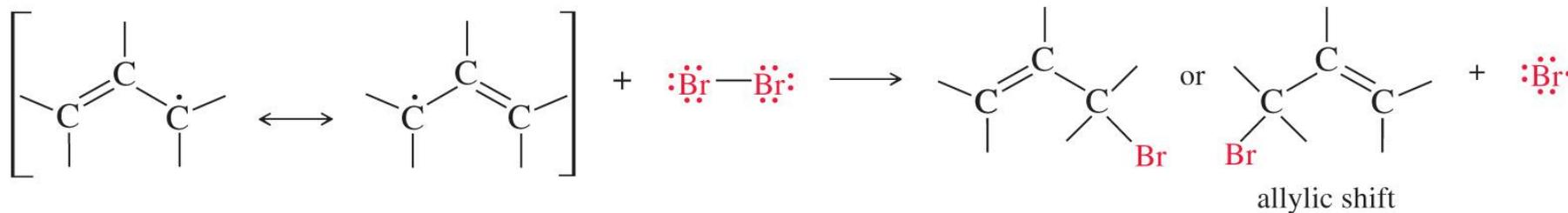
*N*-bromosuccinimide (NBS)

regenerates a low concentration of Br<sub>2</sub>

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- N-bromosuccinimida (NBS) merupakan sebuah agen brominasi alil.
- Penggunaan reagen ini memungkinkan konsentrasi Br<sub>2</sub> tetap rendah dalam campuran reaksi.

# Mekanisme reaksi

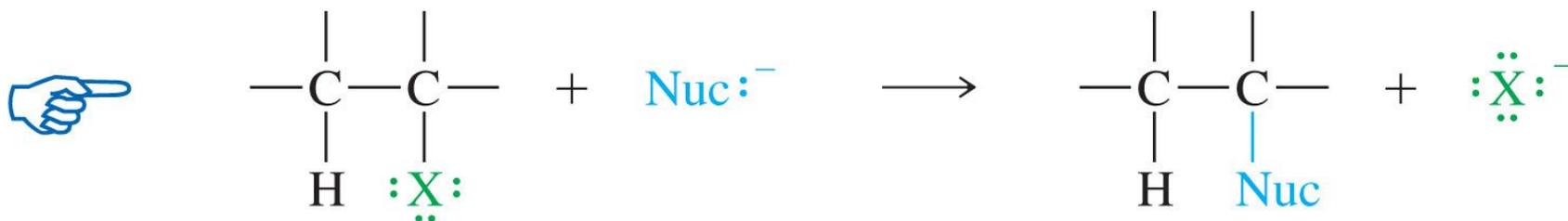


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Mekanisme melibatkan intermediet radikal alil yang terstabilisasi oleh efek resonansi.
- Kedua bentuk resonansi radikal alil dapat bereaksi dengan bromin.

# Reaksi substitusi

## *Nucleophilic substitution*

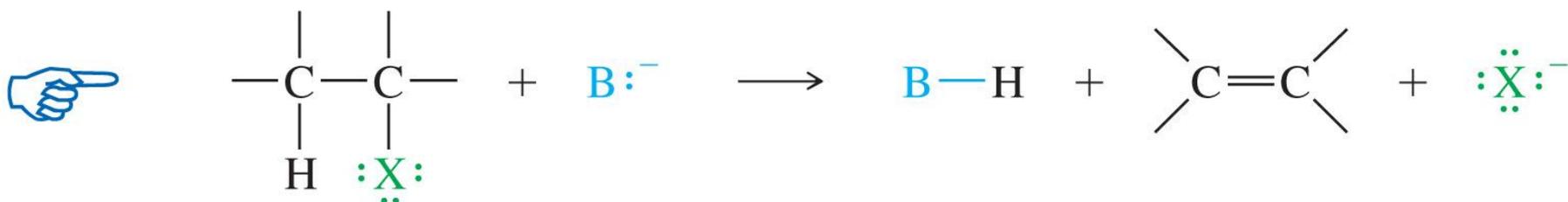


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Atom halogen pada alkil halida diganti (disubstitusikan) dengan suatu nukleofil ( $\text{Nuc}^-$ ).
- Karena halogen relatif lebih elektronegatif dibandingkan dengan karbon, ikatan C-X akan putus secara heterolitik menghasilkan produk dan  $\text{X}^-$ .
- Terdapat dua jenis mekanisme reaksi pada reaksi substitusi yaitu  $\text{SN1}$  dan  $\text{SN2}$ .

# Reaksi Eliminasi

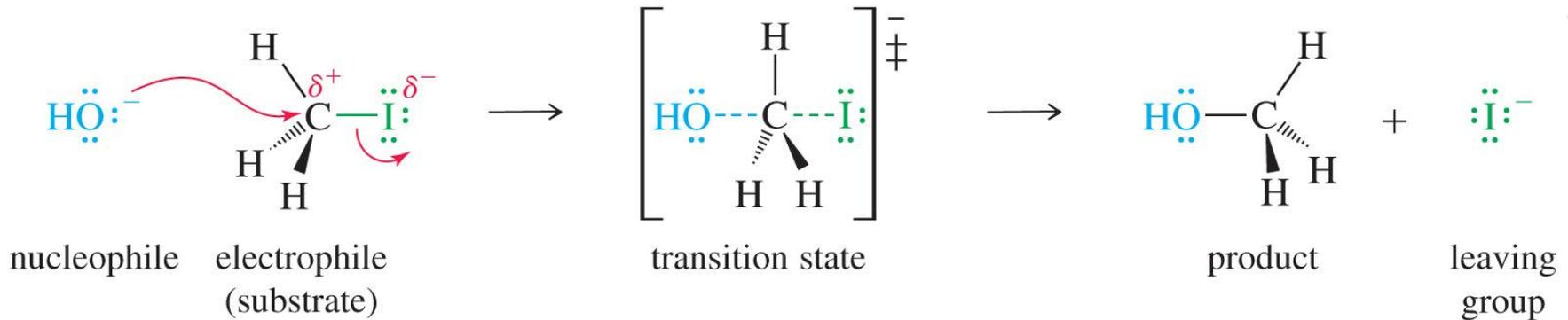
## Elimination



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Reaksi eliminasi menghasilkan ikatan rangkap.
- Alkil halida kehilangan satu atom hidrogen dan atom halogen.
- Reaksi ini juga disebut reaksi dehidrohalogenasi (-HX).
- Terdapat dua jenis mekanisme reaksi pada reaksi eliminasi yaitu E1 dan E2

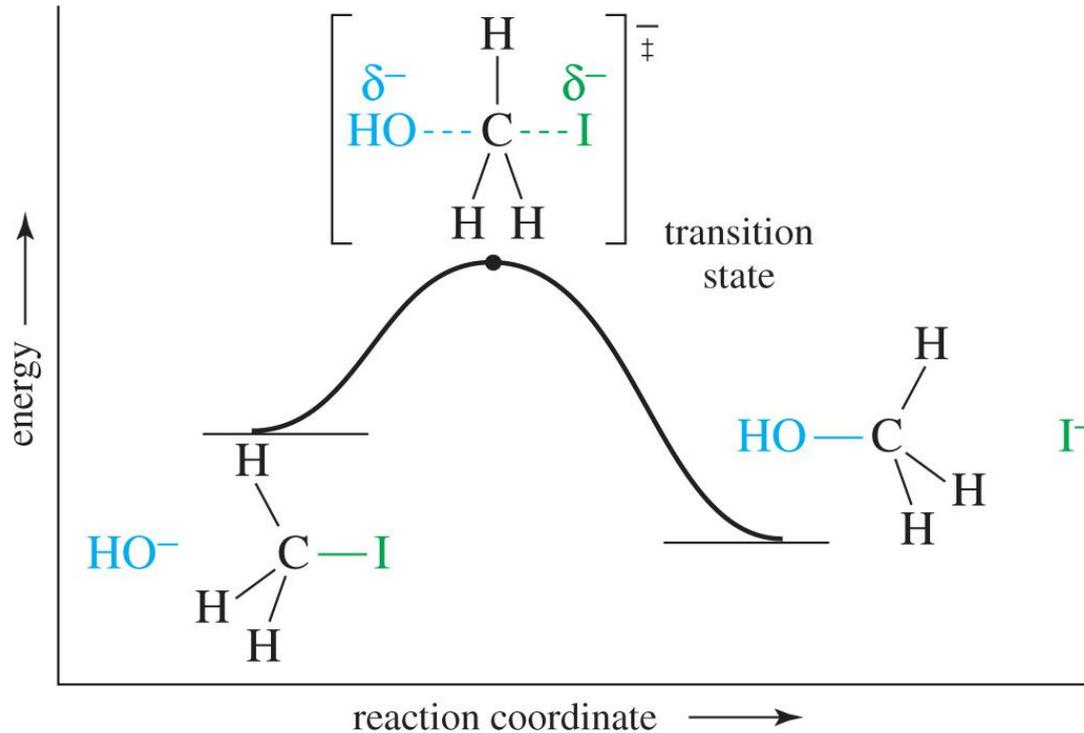
# Mekanisme S<sub>N</sub>2



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- substitusi nukleofilik bimolekular.
- reaksi serentak: pembentukan ikatan baru dan pemutusan ikatan lama terjadi secara serentak.
- orde reaksi masing-masing 1 untuk tiap reaktan.
- terjadi inversi Walden.

# Diagram Energi S<sub>N</sub>2



- Reaksi S<sub>N</sub>2 merupakan reaksi satu tahap.
- Keadaan transisi memiliki tingkat energi tertinggi.

# Penggunaan Reaksi S<sub>N</sub>2

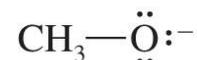
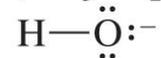
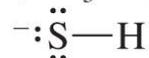


<i>Nucleophile</i>			<i>Product</i>	<i>Class of Product</i>
R—X	+ $\text{:}\ddot{\text{I}}\text{:}$	→	R— $\ddot{\text{I}}\text{:}$	alkyl halide
R—X	+ $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{H}$	→	R— $\ddot{\text{O}}\text{H}$	alcohol
R—X	+ $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{R}'$	→	R— $\ddot{\text{O}}\text{R}'$	ether
R—X	+ $\text{:}\ddot{\text{S}}\text{H}$	→	R— $\ddot{\text{S}}\text{H}$	thiol (mercaptan)
R—X	+ $\text{:}\ddot{\text{S}}\text{R}'$	→	R— $\ddot{\text{S}}\text{R}'$	thioether (sulfide)
R—X	+ $\text{:NH}_3$	→	R— $\text{NH}_3^+ \text{X}^-$	amine salt
R—X	+ $\text{:}\ddot{\text{N}}=\text{N}^+=\ddot{\text{N}}\text{:}^-$	→	R— $\ddot{\text{N}}=\text{N}^+=\ddot{\text{N}}\text{:}^-$	azide
R—X	+ $\text{:C}\equiv\text{C-R}'$	→	R— $\text{C}\equiv\text{C-R}'$	alkyne
R—X	+ $\text{:C}\equiv\text{N:}$	→	R— $\text{C}\equiv\text{N:}$	nitrile
R—X	+ $\text{R}'-\text{CO}\ddot{\text{O}}\text{:}^-$	→	R'— $\text{COO-R}$	ester
R—X	+ $\text{:PPh}_3$	→	$[\text{R-PPh}_3]^+ \text{X}^-$	phosphonium salt

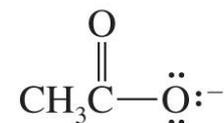
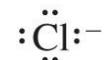
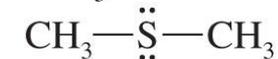
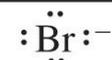
# $S_N2$ : Kekuatan nukleofilik

- Semakin kuat nukleofil, semakin cepat reaksinya.
- Basa kuat juga merupakan nukleofil kuat, namun tidak semua nukleofil merupakan basa.

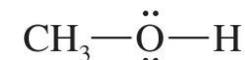
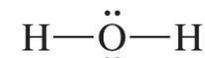
strong nucleophiles



moderate nucleophiles

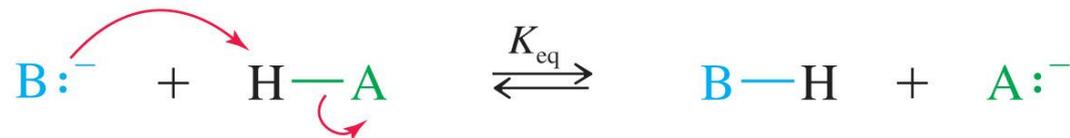


weak nucleophiles

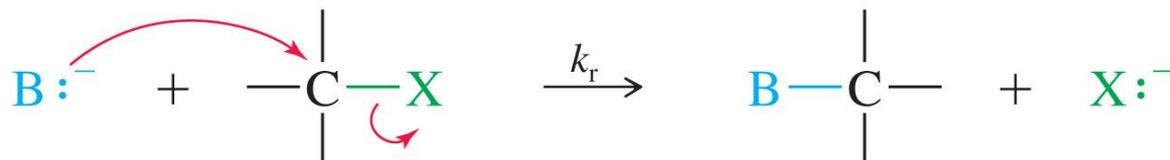


# Kebasaan vs nukleofilisitas

## *Basicity*



## *Nucleophilicity*



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Kebasaan didefenisikan dengan konstanta kesetimbangan untuk mengabstraksi satu proton.
- Nukleofilisitas didefenisikan dengan laju penyerangan suatu spesi terhadap karbon elektrofilik.

# Kecenderungan nukleofilisitas

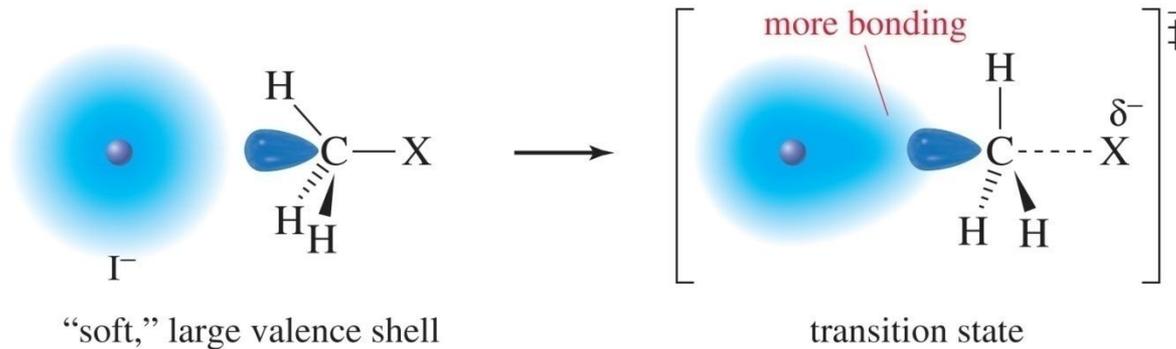
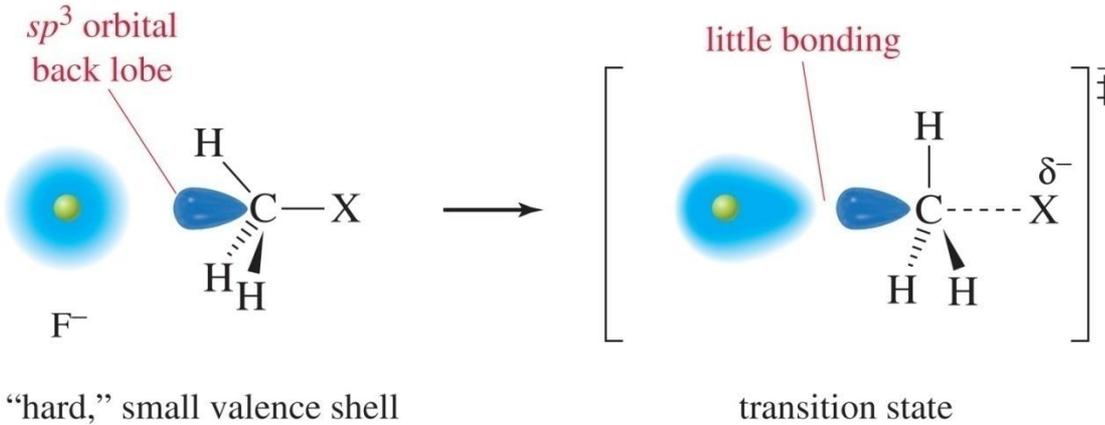
- Suatu nukleofil bermuatan negatif relatif lebih kuat dibandingkan dengan molekul netralnya :  

$$\text{OH}^- > \text{H}_2\text{O} \quad \text{HS}^- > \text{H}_2\text{S} \quad \text{NH}_2^- > \text{NH}_3$$
- Nukleofilisitas turun dari kiri ke kanan dalam satu periode:  

$$\text{OH}^- > \text{F}^- \quad \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$$
- Nukleofilisitas naik dari atas ke bawah dalam satu periode karena adanya peningkatan polarisabilitas:  

$$\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$$

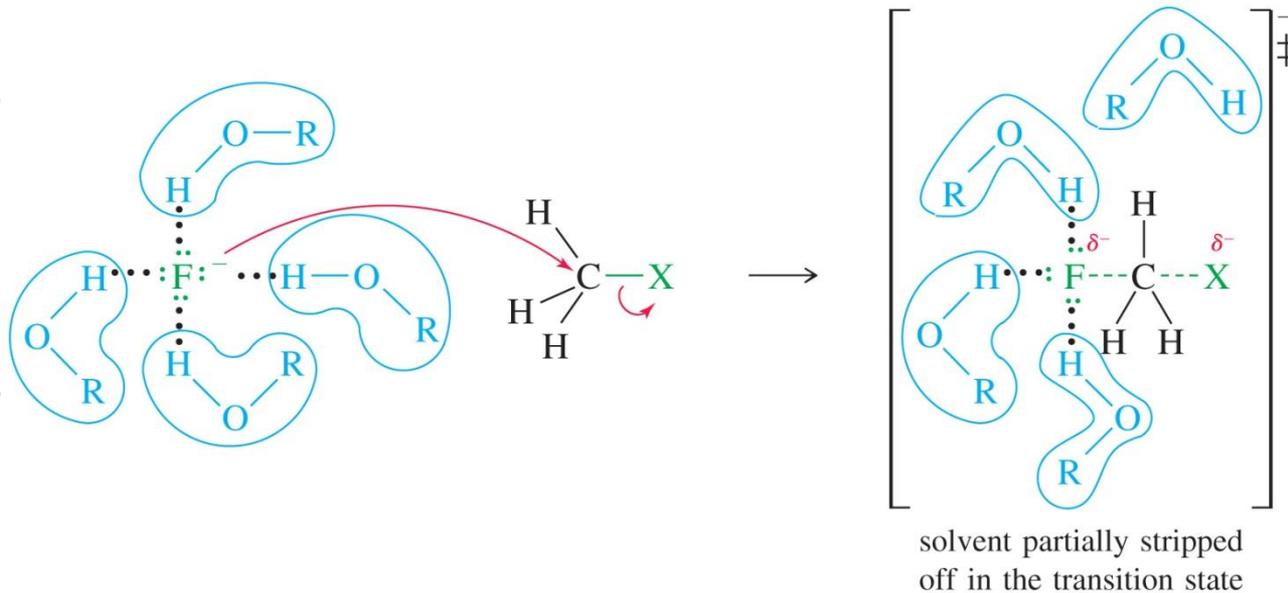
# Efek polarisabilitas



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Atom yang besar memiliki lapisan awan elektron yang lebih besar sehingga dapat bertumpang tindih dengan orbital karbon dari jarak yang lebih jauh.

# Efek Pelarut: Pelarut protik



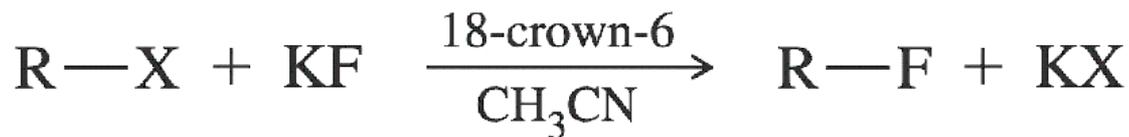
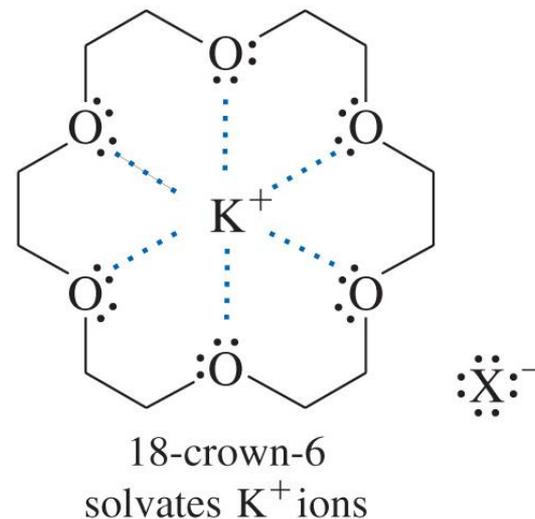
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Pelarut polar protik memiliki hidrogen asam (O—H atau N—H) yang dapat mensolvasi nukleofil sehingga mengurangi nukleofilisitasnya.
- Nukleofilisitas dalam pelarut protik meningkat seiring dengan meningkatnya ukuran atom.



# Eter Mahkota

- Eter mahkota dapat mensolvasi kation sehingga meningkatkan kekuatan nukleofilisitas anion.
- Eter mahkota memungkinkan ion florida menjadi nukleofil yang bagus.

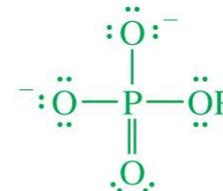
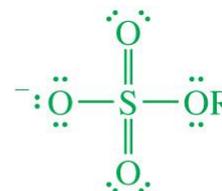
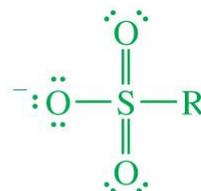


# Kemampuan gugus pergi

Gugus pergi yang bagus adalah:

- Dapat menarik kerapatan elektron sehingga mempolarisasi ikatannya dengan karbon.
- Stabil (bukan merupakan basa yang kuat) ketika meninggalkan senyawa awal.
- Mudah terpolaisasi, sehingga dapat menstabilkan keadaan transisi

Ions:



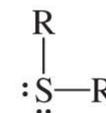
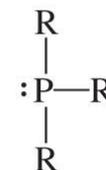
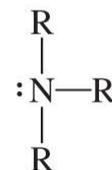
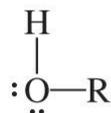
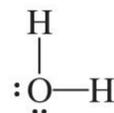
halides

sulfonate

sulfate

phosphate

Neutral molecules:



water

alcohols

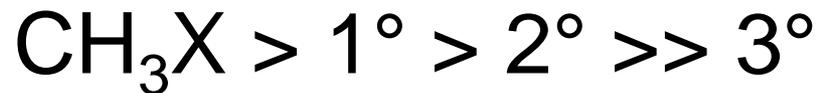
amines

phosphines

sulfides

# Struktur substrat pada reaksi $S_N2$

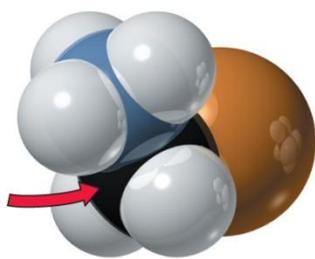
- Kecepatan relatif reaksi  $S_N2$ :



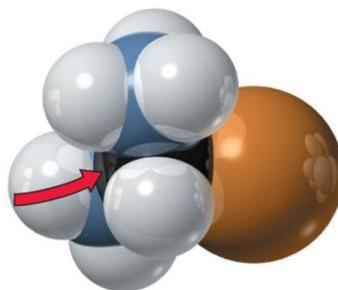
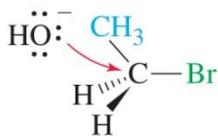
- Halida tersier tidak bereaksi melalui mekanisme  $S_N2$ , karena adanya halangan sterik.

# Efek sterik substrak pada reaksi $S_N2$

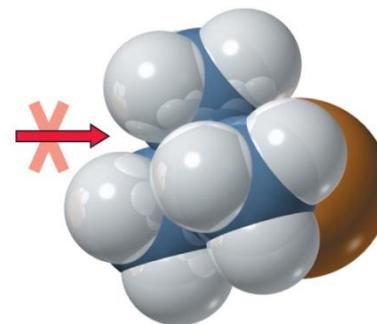
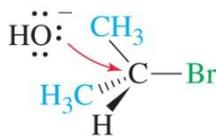
- Nukleofil mendekati substrat dari sisi belakang.
- Orbital pada nukleofil harus bertumpang tindih pada orbital antibinding dari ikatan  $C-X$   $sp^3$ .



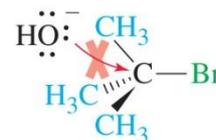
ethyl bromide ( $1^\circ$ )  
attack is easy



isopropyl bromide ( $2^\circ$ )  
attack is possible

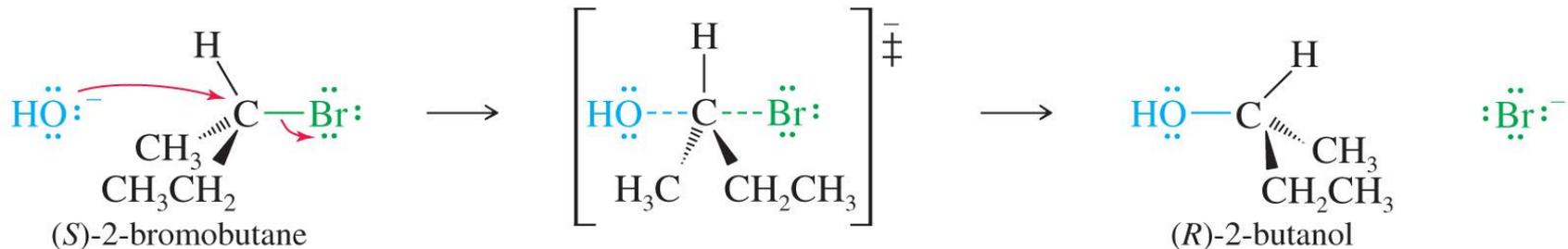


*tert*-butyl bromide ( $3^\circ$ )  
attack is impossible



# Stereokimia S<sub>N</sub>2

reaksi S<sub>N</sub>2 akan menghasilkan sebuah inversi konfigurasi inversi yang disebut inversi Walden.

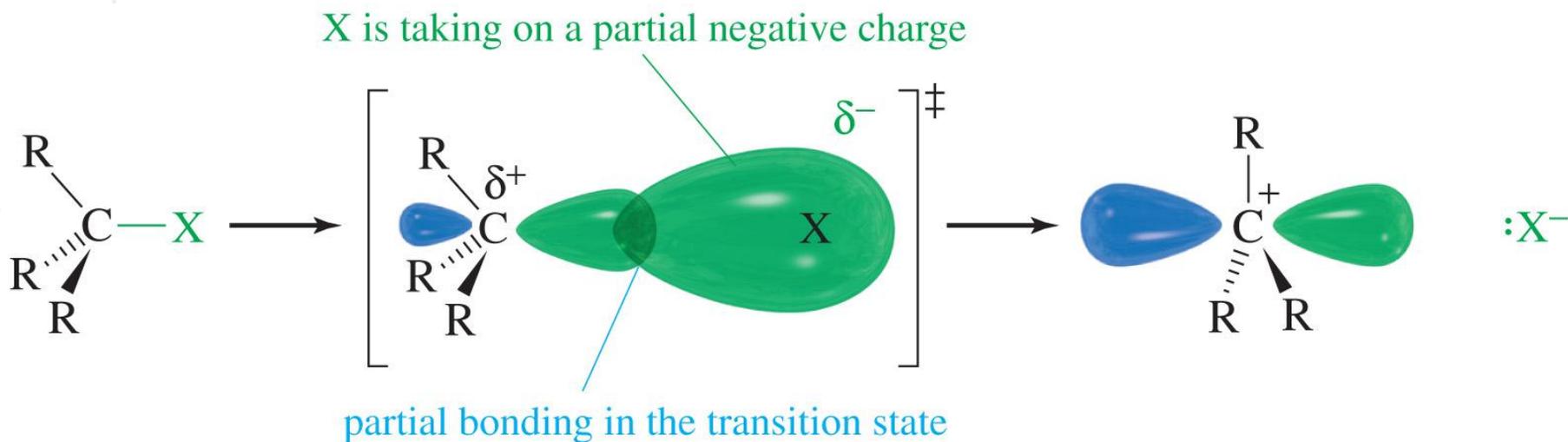


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

# Reaksi $S_N1$

- Reaksi  $S_N1$  merupakan reaksi substitusi nukleofilik unimolekular.
- Reaksi ini terdiri atas dua tahap reaksi dengan karbokation sebagai intermediet.
- Reaksi ini memiliki orde reaksi satu terhadap alkil halida dan orde reaksi nol terhadap nukleofil.
- Produk reaksi merupakan campuran rasemik.

# Mekanisme S<sub>N</sub>1 : Tahap 1



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Pembentukan karbokation (tahap penentu laju reaksi)

# Mekanisme $S_N1$ : Tahap 2

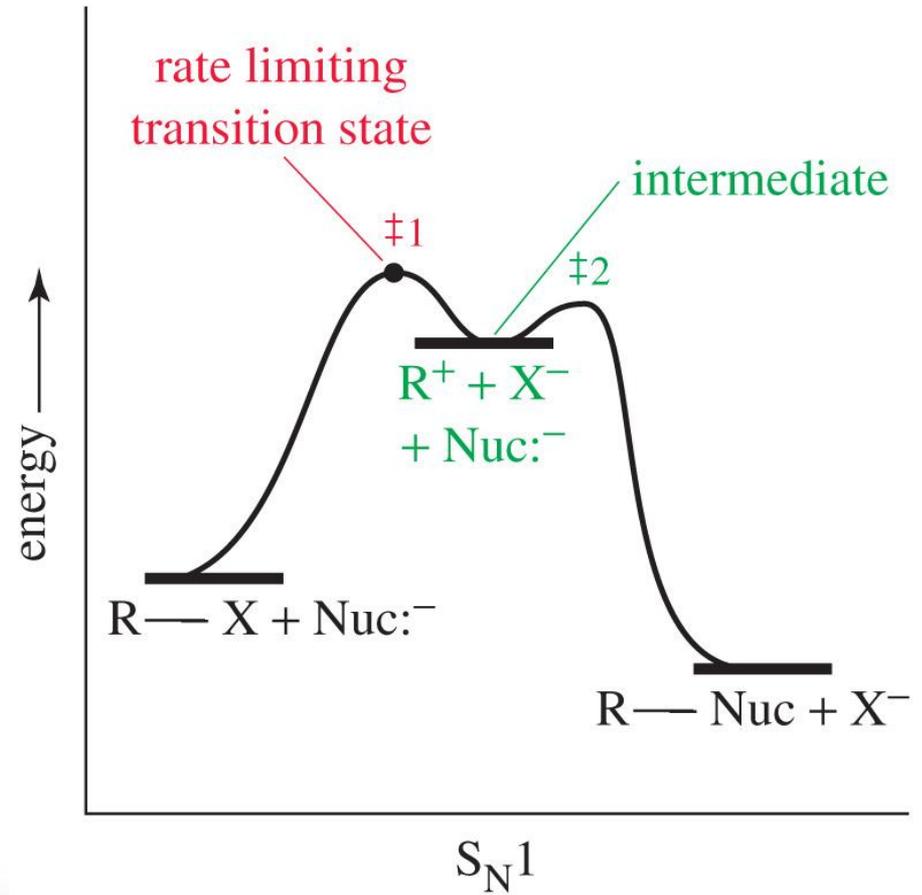


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- nukleofil menyerang karbokation dan membentuk produk.
- jika nukleofil merupakan molekul netral, akan ada tahap ketiga (deprotonasi) sehingga digasilkan molekul netral.

# Diagram energi $S_N1$

- Pembentukan karbokation merupakan reaksi endotermik.
- Tahap 2 merupakan reaksi yang cepat dan membutuhkan energi aktivasi yang rendah.

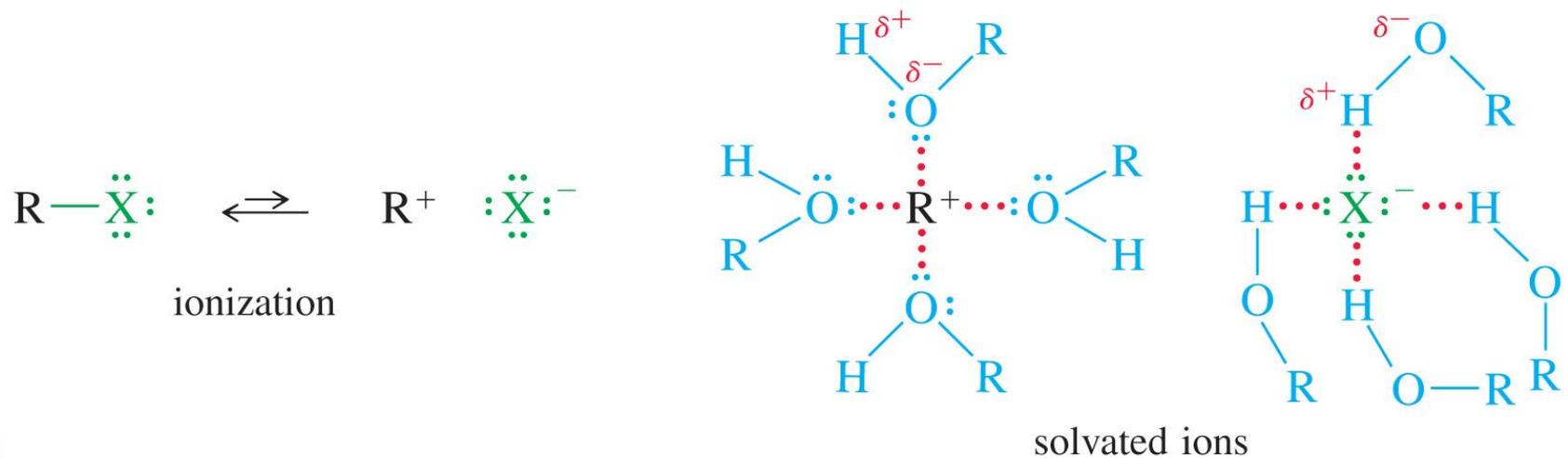


# Laju Reaksi $S_N1$

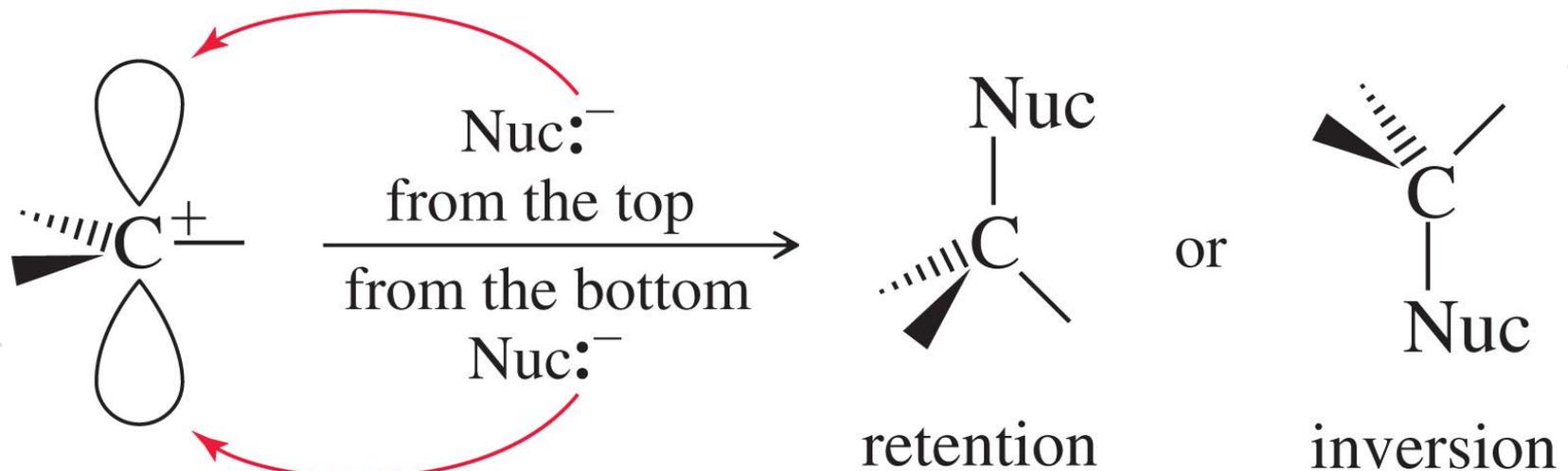
- Urutan reaktivitas alkil halida bersesuaian dengan stabilitas karbokation (berkebalikan dengan  $S_N2$ )
  - $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ \gg \text{CH}_3\text{X}$
  - Semakin stabil karbokation, semakin sedikit energi yang dibutuhkan (semakin kecil energi aktivasinya).
- Gugus pergi yang bagus akan meningkatkan laju reaksi.

# Efek Solvasi

- Pelarut polar protik merupakan pelarut terbaik yang bisa digunakan untuk reaksi SN1 karena pelarut ini dapat mensolvasi kedua ion (karbokation dan gugus pergi) dengan kuat melalui ikatan hidrogen.



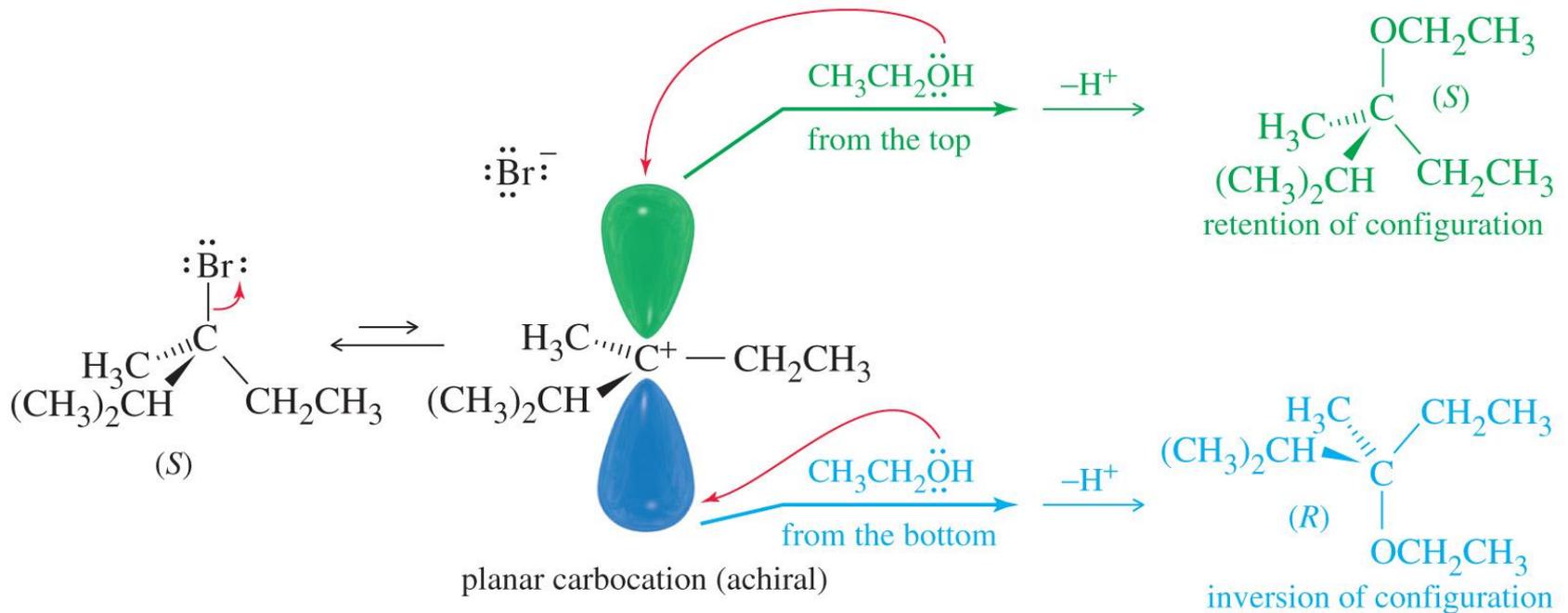
# Struktur karbokation



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Karbokation memiliki hibridisasi  $sp^2$  dengan struktur trigonal planar. Orbital p kosong berada pada kedua sisi trigonal planar.
- Serangan nukleofilik dapat terjadi dari kedua sisi sehingga menghasilkan campuran produk retensi dan inversi dari konfigurasi karbon kiral.

# Stereokimia reaksi S<sub>N</sub>1



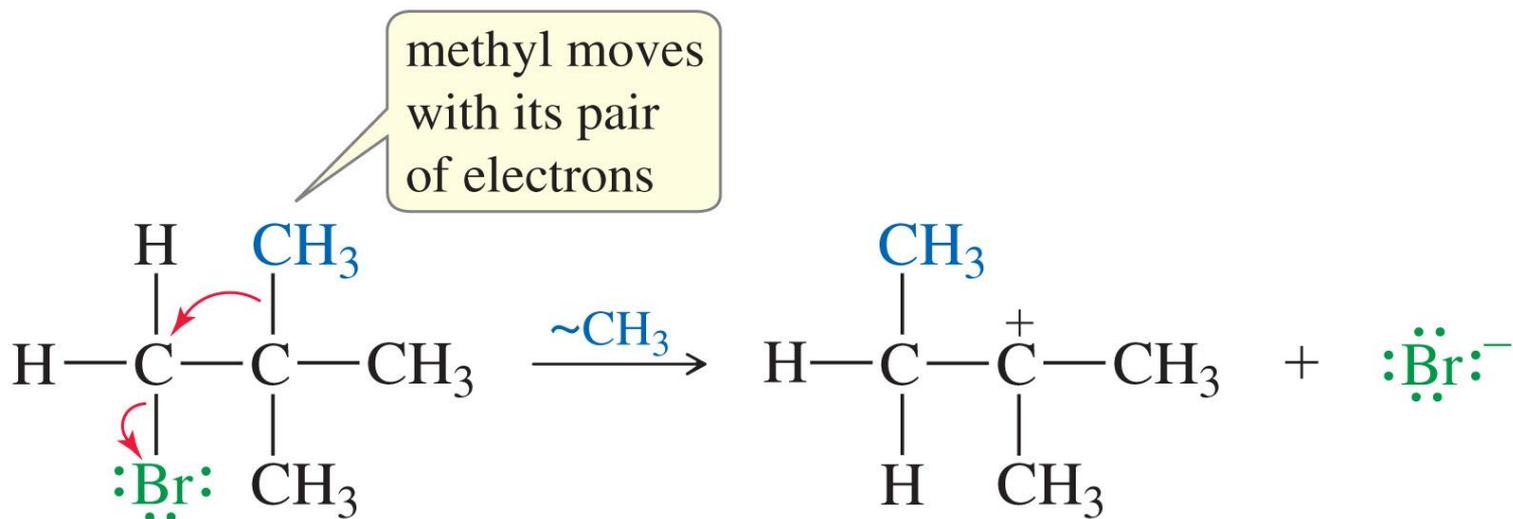
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Reaksi S<sub>N</sub>1 menghasilkan campuran enansiomer. Biasanya dihasilkan lebih banyak produk inversi dibandingkan dengan produk retensi.

# Penataanulang

- Karbokation dapat mengalami penataanulang untuk membentuk suatu intermediet karbokation yang lebih stabil.
- Pergeseran hidrida:  $\text{H}^-$  pada karbon yang bersebelahan berikatan dengan  $\text{C}^+$ .
- Pergeseran metil:  $\text{CH}_3^-$  bergerak dari karbon disebelah karbokation jika tidak terdapat hidrogen yang tersedia.

# Pergeseran hidrida dan metil



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Karena karbokation primer sangat tidak stabil, gugus metil pada karbon disebelah karbokation akan bergerak (beserta dua elektron ikatan) ke karbon primer dengan menggantikan gugus bromida sehingga membentuk karbokation tersier.
- Metil merupakan gugus terkecil yang bisa bergeser jika tidak terdapat hidrogen pada karbon disebelah karbokation: jika terdapat atom hidrogen, maka atom hidrogen ini yang akan bergeser.

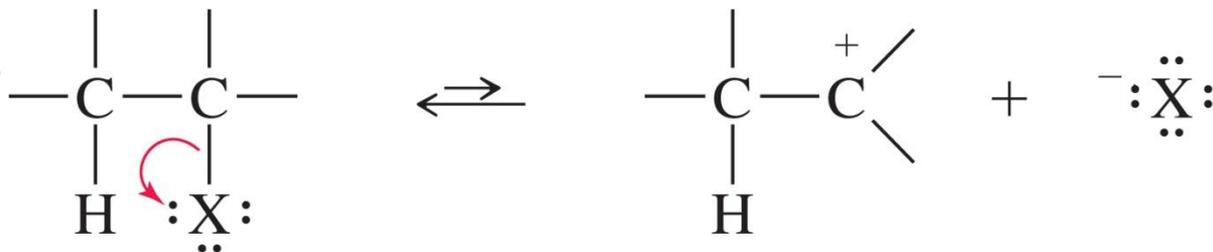
# Mekanisme $S_N1$ atau $S_N2$ ?

$S_N2$	$S_N1$
$CH_3X > 1^\circ > 2^\circ$	$3^\circ > 2^\circ$
Nukleofil kuat	Nukleofil lemah (dapat juga berupa molekul pelarut)
Pelarut polar aprotik	Pelarut polar protik
$\text{laju} = k[\text{alkil halida}][\text{Nuk}]$	$\text{laju} = k[\text{alkil halida}]$
Inversi pada karbon kiral	rasemisasi
Tidak ada penataan ulang	Terbentuk produk hasil penataan ulang

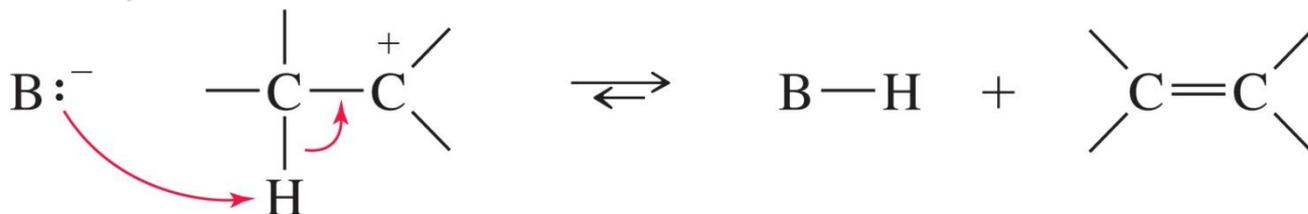
# Reaksi E1

- Eliminasi unimolekular.
- Melepaskan dua gugus dari alkil halida: satu nitrogen dan halida.
- Nukleofil berperan sebagai basa.
- Reaksi E1 dan  $S_N1$  memiliki kondisi reaksi yang sama sehingga seringkali terbentuk campuran produk dari kedua reaksi ini.

# Mekanisme E1



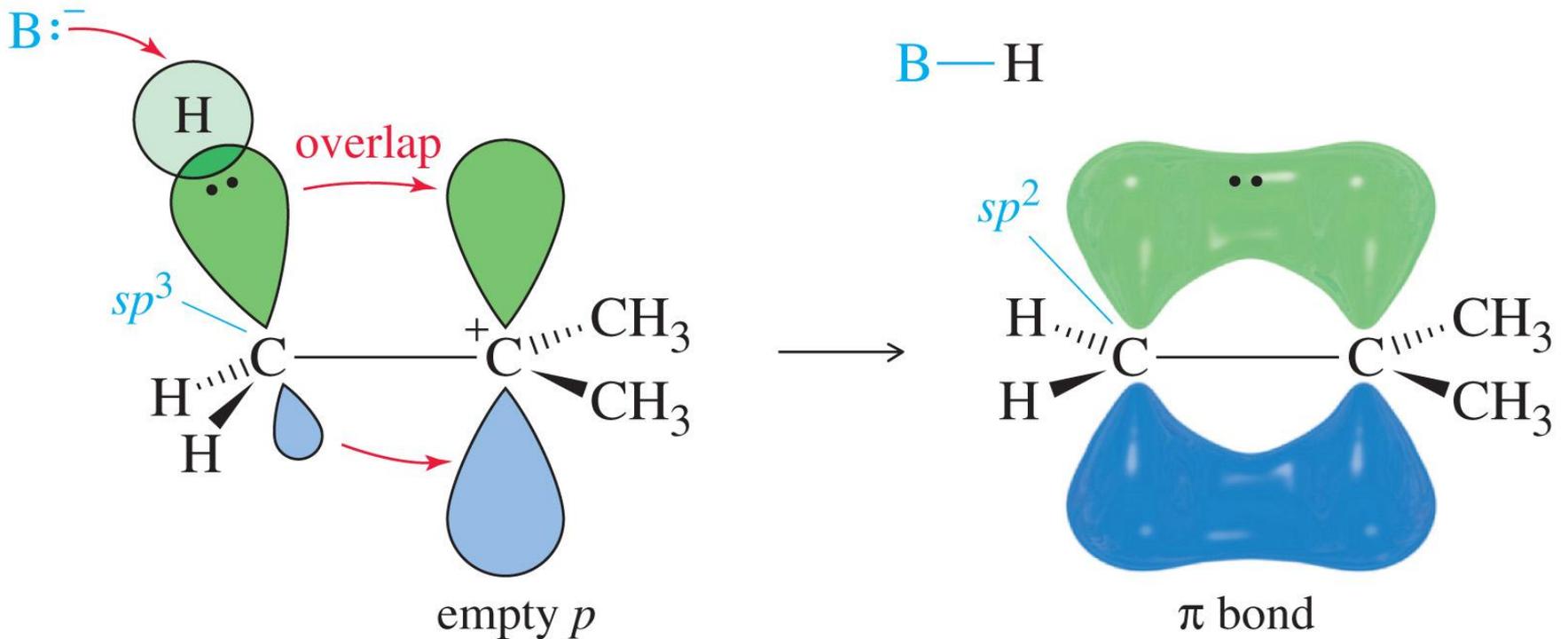
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.



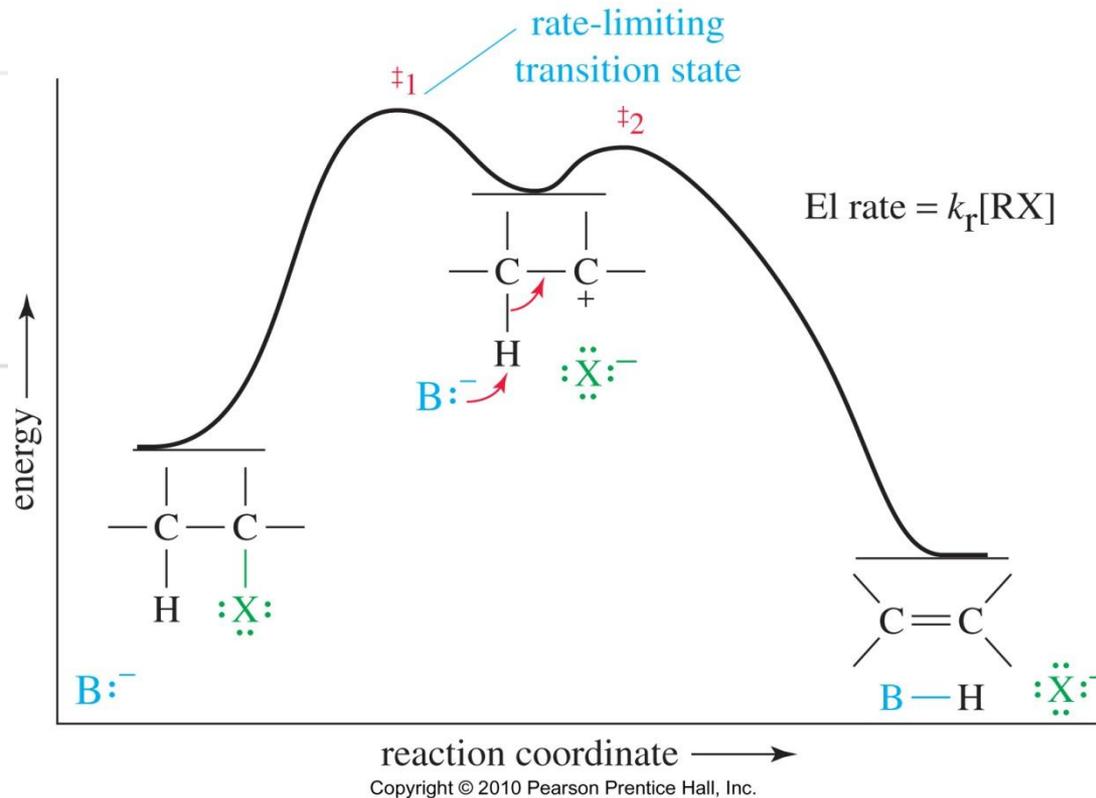
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Tahap 1: ion halida meninggalkan molekul sehingga terbentuk intermediet karbokation.
- Tahap 2: basa mengikat H<sup>+</sup> dari karbon yang bersebelahan dengan karbokation dan membentuk ikatan rangkap.

# Mekanisme dalam skala molekular

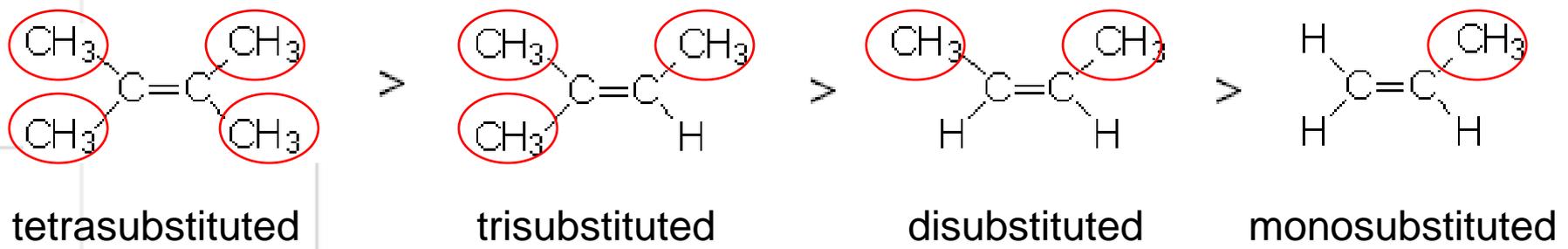


# Diagram Energi E1



reaksi E1 dan  $S_N1$  memiliki tahap pertama yang sama: pembentukan karbokation merupakan tahap penentu laju reaksi dari kedua jenis mekanisme.

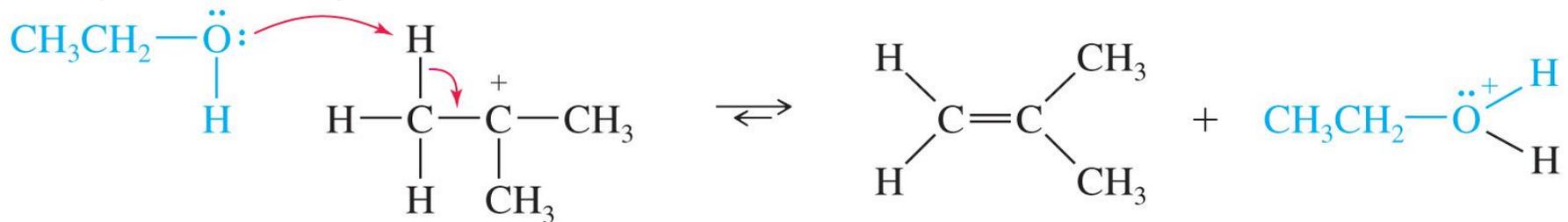
# Pola substitusi pada ikatan rangkap dua



- Semakin banyak substituen yang berikatan dengan karbon ikatan rangkap, semakin stabil molekul tersebut.
- Dalam reaksi eliminasi, produk mayor dari reaksi ini umumnya merupakan produk dengan substituen rangkap dua yang paling banyak (aturan Zaitsev's).

# Aturan Zaitsev

- Jika lebih dari satu produk eliminasi yang mungkin terbentuk, alkena yang memiliki substituen yang terbanyak lah yang menjadi produk mayor karena molekul ini yang paling stabil.



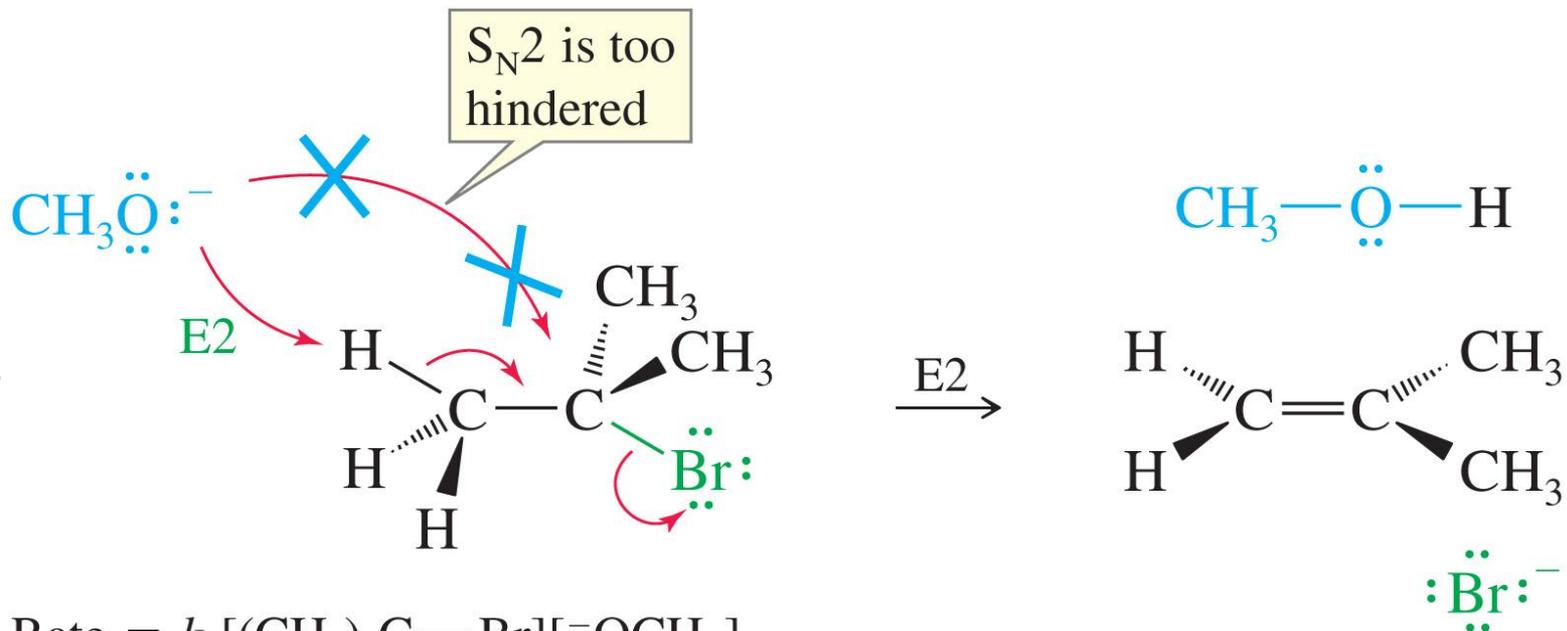
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Produk mayor  
(trisubstituen)

# Reaksi E2

- Eliminasi, bimolekular
- Membutuhkan suatu basa kuat
- Reaksi ini merupakan reaksi serentak: abstraksi proton, pembentukan ikatan rangkap, dan lepasnya gugus pergi terjadi secara serentak.

# Mekanisme E2



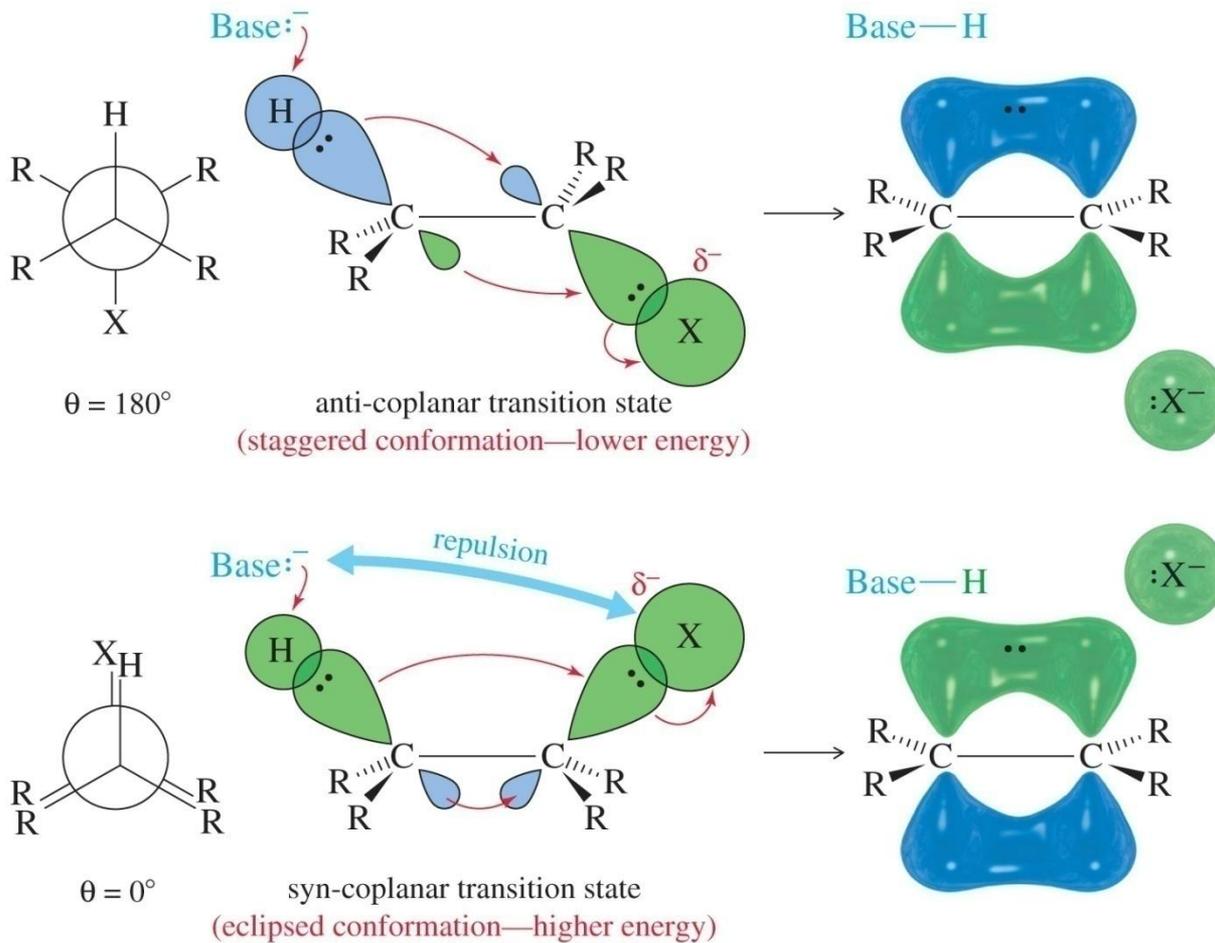
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Urutan reaktivitas untuk alkil halida:  
 $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$
- Campuran produk mungkin dapat terbentuk, namun produk yang sesuai dengan aturan Zaitsev yang menjadi produk dominan predominates.

# Stereokimia E2

- Halida dan proton yang diabstraksi harus memiliki posisi anti-koplanar ( $\theta=180^\circ$ ) satu sama lain agar eliminasi bisa terjadi.
- Orbital atom hidrogen dan halida harus sejajar sehingga keduanya bisa membentuk ikatan pi pada keadaan transisi.
- Susunan anti-koplanar meminimalisasi halangan sterik antara basa dan gugus pergi.

# Stereokimia E2



# Mekanisme E1 atau E2?

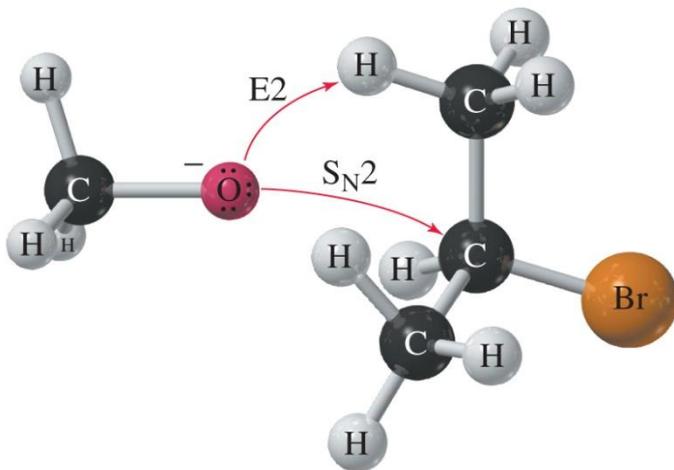
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• tersier &gt; sekunder</li> <li>• Kekuatan basa tidak terlalu penting (biasanya lemah)</li> <li>• Pelarut yang terionisasi</li> <li>• Laju = <math>k[\text{alkil halida}]</math></li> <li>• Produk Zaitsev</li> <li>• Tidak terdapat persyaratan geometri</li> <li>• Terdapat produk penataan ulang</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tersier &gt; sekunder</li> <li>• Dibutuhkan basa kuat</li> <li>• Kepolaran pelarut tidak terlalu penting.</li> <li>• laju = <math>k[\text{alkil halida}][\text{basa}]</math></li> <li>• Produk Zaitsev</li> <li>• Posisi H dan gugus pergi harus anti-koplanar</li> <li>• Tidak terjadi penataan ulang</li> </ul> |
|--|--|

# Substitusi atau eliminasi?

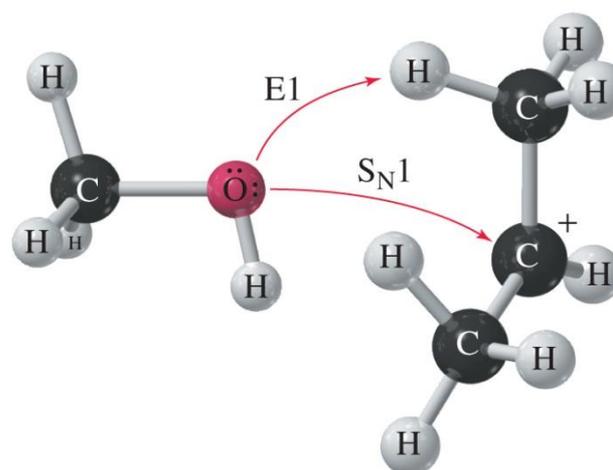
- Kekuatan nukleofil menentukan kecenderungan reaksi: nukleofil kuat atau basa kuat cenderung bereaksi melalui mekanisme bimolekular.
- Halida primer biasanya mengalami reaksi  $S_N2$ .
- Halida tersier biasanya mengalami tiga jenis reaksi yaitu  $S_N1$ , E1 atau E2. Halida tersier tidak bisa mengalami reaksi  $S_N2$ .
- Pada temperatur yang tinggi, alkil halida biasanya cenderung mengalami reaksi eliminasi.
- Basa yang gemuk cenderung mengarahkan reaksi ke arah mekanisme eliminasi.

# Alkil halida sekunder

- Alkil halida sekunder relatif sulit diprediksi:
  - Nukleofil kuat akan bereaksi melalui  $S_N2/E2$
  - Nukleofil lemah akan bereaksi melalui  $S_N1/E1$
- Nukleofil kuat dengan kebasaaan yang kecil cenderung bereaksi secara  $S_N2$ . bromida dan iodida merupakan contoh nukleofil kuat dengan kebasaaan yang kecil.

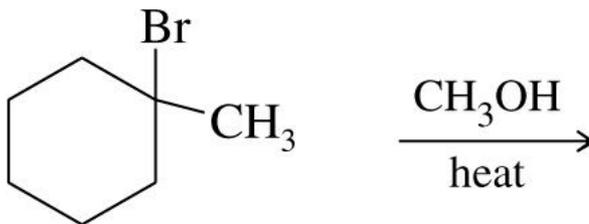


second-order conditions (strong base/nucleophile)



first-order conditions (weak base/nucleophile)

Prediksikan produk dari reaksi berikut.

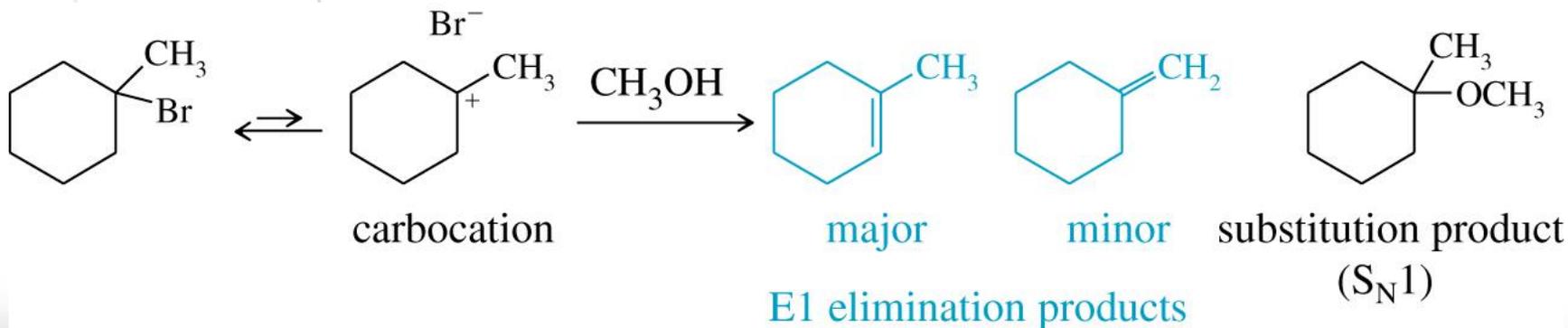


1-bromo-1-methylcyclohexane

### Penyelesaian

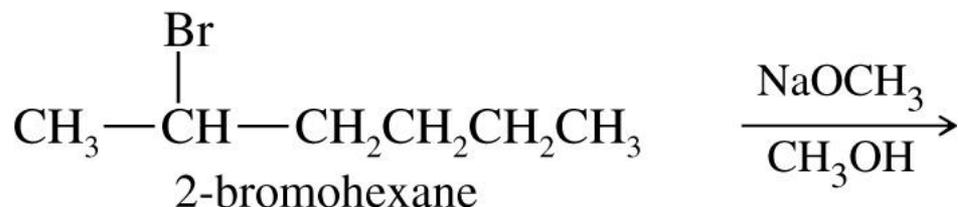
tidak terdapat basa kuat atau nukleofil kuat, sehingga senyawa cenderung mengalami reaksi orde satu dengan ionisasi alkil halida sebagai tahap penentu laju reaksi.

Deprotonasi karbokation menghasilkan dua produk eliminasi dan serangan nukleofil menghasilkan produk substitusi.



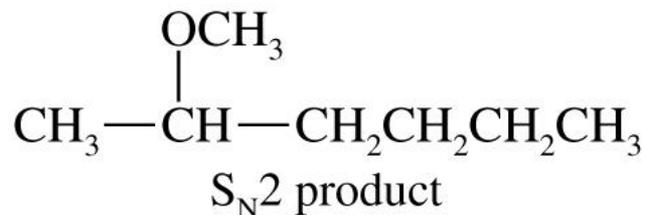
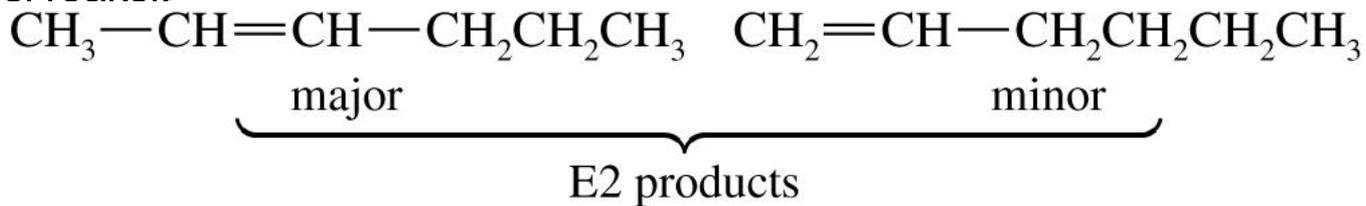
## Contoh Soal 2

Prediksikan mekanisme dan produk dari reaksi berikut.



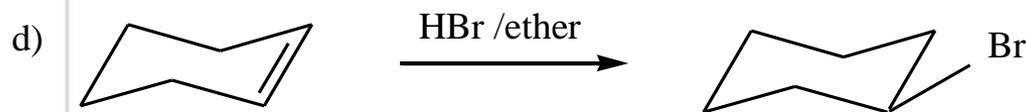
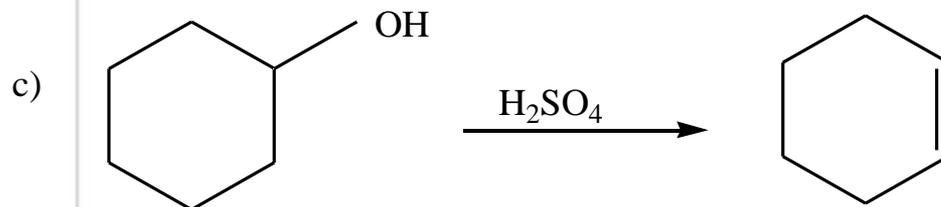
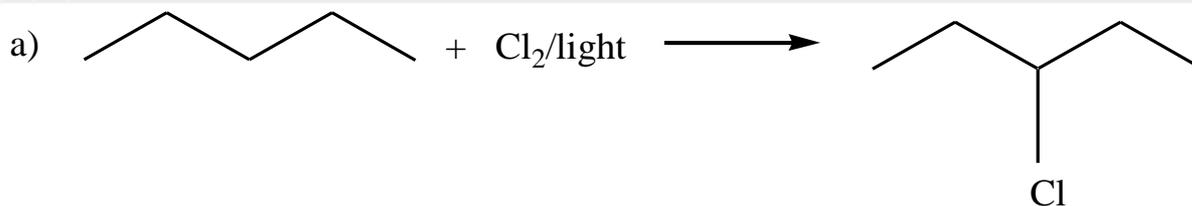
### Penyelesaian

reaksi ini dilakukan dengan menggunakan basa kuat sehingga terjadi melalui reaksi orde kedua. Halida sekunder ini bisa bereaksi melalui reaksi substitusi  $S_N2$  dan eliminasi E2. kedua produk akan terbentuk dengan proporsi tertentu sesuai dengan kondisi reaksi.



# Tugas

1. Klasifikasikan masing2 reaksi ini sebagai reaksi adisi (A), eliminasi (B), substitusi (S), atau penataanulang (P)



2. Tuliskan mekanisme radikal untuk reaksi monoklorinasi senyawa berikut dan tentukan posisi penempelan klorin pada senyawa tersebut;

- a. Butana
- b. iso-butana
- c. metilsiklobutana
- d.  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$