



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA**

SK. Menkes RI No.12/Kep/Diknakes/II/90 Tgl 3 Februari 1990

SK Kemenristekdikti No. 739/KPT/I/2019 Tgl 20 Agustus 2019

Kampus I :Jl.Masjid PA No.5 Yogyakarta-Indonesia Kode Pos 55112 Telp.(0274) 512667, Fax. (0274) 580043

Kampus II :Jl.Bener No.26 Tegalrejo Yogyakarta-Indonesia Kode Pos 55243 Telp. (0274) 587402, 587208

Website :www.stikes-notokusumo.ac.id E-mail :info@stikes-notokusumo.ac.id

---

**SURAT KEPUTUSAN**  
**KETUA STIKES NOTOKUSUMO YOGYAKARTA**

Nomor : 12.B/SK.12.04.02/III/2025

Tentang

Pengangkatan Dosen Koordinator dan Dosen Pengampu Mata Ajaran  
Semester Genap Tahun Akademik 2024/2025  
Program S-1 Farmasi

Ketua STIKES Notokusumo Yogyakarta

- MENIMBANG** : 1. Bahwa berdasarkan Kalender Akademik, kegiatan kuliah semester genap mahasiswa Program S-1 Farmasi Tahun Akademik 2024/2025 dimulai tanggal 3 Maret 2025.  
2. Bahwa untuk pelaksanaan kegiatan perkuliahan perlu segera menunjuk dosen koordinator, dosen pengampu mata ajaran, dan dosen pembimbing semester genap Tahun Akademik 2024/2025
- MENINGAT** : 1. Undang-undang No.12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;  
2. PP No. 4 tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
3. Statuta Yayasan Notokusumo tahun 2020;  
4. SK Yayasan Nomor : 018/SK.01.04/YN/XI/2022 tanggal 14 November 2022 tentang Pengangkatan Ketua STIKES Notokusumo Yogyakarta periode 2022-2026.
- MEMPERHATIKAN** : Hasil rapat akademik tanggal tanggal 25 Februari 2025

MEMUTUSKAN

MENETAPKAN :

- Pertama : Mengangkat Saudara yang nama, jabatan dan tugasnya seperti tersebut dalam lampiran Surat Keputusan ini sebagai dosen koordinator, dosen pengampu mata ajaran, dan dosen pembimbing pada STIKES Notokusumo Yogyakarta untuk semester genap Tahun Akademik 2024/2025 Program S1 Farmasi
- Kedua : Surat Keputusan ini berlaku selama 1 (satu) semester, dihitung mulai tanggal 3 Maret 2025 s.d. 31 Juli 2025.
- Ketiga : Kepada dosen luar biasa diberikan honorarium mengajar berdasarkan jumlah sks yang diampunya, sesuai peraturan yang berlaku dilingkungan STIKES Notokusumo Yogyakarta.
- Keempat : Surat Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.
- Kelima : Apabila di kemudian hari terdapat kesalahan dalam keputusan ini, akan dibetulkan sebagaimana mestinya.



Ditetapkan di : Yogyakarta  
Pada tanggal : 3 Maret 2025

Ketua,  
Taukhit, M.Kep. Ap.  
NIK. 1000.094.011

Disampaikan kepada :  
Yth. Dosen ybs

Tembusan kepada :  
1. Yth. Wakil Ketua I dan II

Lampiran I Surat Keputusan Ketua STIKES  
Nomor : 12.B/SK.12.04.02/III/2025  
Tanggal : 3 Maret 2025

### **JOB DISCRPTION KOORDINATOR MATA AJARAN**

Kegiatan Manajerial koordinator Mata Kuliah (MK) mencakup 3 (tiga) fungsi manajemen yaitu :  
Perencanaan, Pelaksanaan dan penilaian.

#### **Perencanaan :**

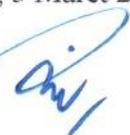
- a. Menyusun RPS dan pembagian tugas mengajar serta mengusulkan dosen pengampu setelah ada kesanggupan dari yang bersangkutan.
- b. Menyiapkan proses administrasi akademiknya (pengiriman format kesediaan mengajar dilampiri format waktu yang disediakan dan RPS, format RP).

#### **Pelaksanaan :**

- a. Memantau kehadiran dosen mata kuliah yang bersangkutan sesuai dengan wewenang koordinator MK
- b. Meminta jam pengganti untuk kuliah yang ditinggalkannya.
- c. Memantau materi pengajaran yang telah disampaikan.

#### **Penilaian :**

- a. Mengkaji usulan soal ujian
- b. Mengolah data hasil ujian dan menyerahkan hasilnya ke Sub Bagian Administrasi Akademik.

Yogyakarta, 3 Maret 2025  
Ketua,  
  
Taukhit, M. Kep. h  
NIK. 1000.094.011



Lampiran II Surat Keputusan Ketua STIKES  
Nomor : 12.B/SK.12.04.02/III/2025  
Tanggal : 3 Maret 2025

### **JOB DISCRPTION KOORDINATOR PRAKTIKUM**

Kegiatan Manajerial koordinator yang dijalankan oleh koordinator Praktikum dapat dibagi menjadi 3 unsur yaitu : perencanaan, pelaksanaan dan penilaian

#### **Perencanaan :**

- a. Menyusun acuan, jadwal dan alokasi waktu praktikum.
- b. Menyusun Modul Praktikum dan Ruprik Penilaian.

#### **Pelaksanaan :**

- a. Menyampaikan pembekalan asistensi praktiku
- b. Menyelenggarakan ujian praktek laboratorium di institusi
- c. Menyiapkan segi administratif dan protokoler

#### **Penilaian :**

- a. Menyelenggarakan ujian
- b. Mengolah data (nilai) hasil ujian.

Yogyakarta, 3 Maret 2025  
Ketua,  
  
Taukhit, M. Kep.  
NIK. 1000.094.011



DAFTAR NAMA DOSEN KOORDINATOR DAN PENGAMPU MATA ABAHAN  
SEMESTER GENAP (II), IV, VI dan VIII) PROGRAM STUDI S-1 FARMASI  
TA. 2024/2025

Lampiran SK Nomor : 12 B/SK.12.04.02/III/2025  
Tanggal : 3 Maret 2025

| NO. | NAMA DOSEN                              | INSTITUSI         | MA  | KODE MK   | SKS/2 MHS.  | JML. SKS                                    | TOTAL SKS | TOTAL JML. PERTIMBU.                             | PESERTA/ KELAS                                    | KETERANGAN   | JML. SKS MA  |
|-----|---|-------------------|---|---|---|---|-----------|--|---|--|--|
| 1   | apt. Amanda Merselin, M.Sc.             | STIKES Notokusumo | Tugas belajar (Studi Lanjut S3)   |   |   |   |           |  |   |  | Semester II :<br>MA-Kewirausahaan (2 SKS)<br>MA-Pendidikan Budaya Anti Korupsi (2 SKS)<br>MA-Bahasa Inggris II (2 SKS)<br>MA-Compounding dan Dispensing (2 SKS)<br>MA-Kimia Analisis (2 SKS)<br>MA-Kimia Organik (2 SKS)<br>MA-Anatomi Fisiologi Manusia dan Terminologi Medis (2 SKS)<br>MA-Farmasi Fisika (2 SKS)<br>MA-Praktikum Farmasi Fisika (1 SKS)<br>MA-Praktikum Kimia Analisis (1 SKS)<br>MA-Praktikum Compounding dan Dispensing (1 SKS) |
| 2   | apt. Fajar Agung Dwi Hartono, MSc.      | STIKES Notokusumo | Farmasi Fisika<br>Praktikum Farmasi Fisika<br>Manajemen Farmasi<br>Farmasi Industri<br>Peningkatan Bahan Baku<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skrripsi   | FAR6240824<br>FAR6241024<br>FAR62702<br>FAR6519<br>FAR6521<br>FAR6706<br>FAR6707                              | 1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 4 Hls<br>0,5 SKS X 2 Hls<br>0,5 SKS X 1 Kis<br>0,5 SKS X 1 Kis<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 10                   | 2<br>4<br>1<br>0,5<br>0,5<br>4<br>5         | 19        | 14<br>56<br>8<br>4<br>4<br>8<br>10               | 79<br>79<br>78<br>21<br>21<br>8<br>10             | Farmasi Fisika (KOORD.)<br>Praktikum Farmasi Fisika (KOORD.)<br>Manajemen Farmasi (KOORD.)<br>Farmasi Industri (KOORD.)<br>Peningkatan Bahan Baku (KOORD.)<br>Kuliah Kerja Nyata (Pembimbing)<br>Skrripsi (Pembimbing)<br>Skrripsi (Ketua Penguji)   |  |
| 3   | apt. Dian Purwita Sari, M. Biotech      | STIKES Notokusumo | Kimia Organik<br>Analisis Obat<br>Praktikum Analisis Obat<br>Euisdasi Struktur<br>Analisis Makanan dan Kosmetika<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skrripsi  | FAR6250224<br>FAR6507<br>FAR6531<br>FAR6518<br>FAR6517<br>FAR6706<br>FAR6707                                  | 0,5 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 4 Hls<br>0,5 SKS X 1 Hls<br>0,5 SKS X 1 Hls<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 10                   | 1<br>2<br>4<br>0,5<br>0,5<br>2<br>4<br>5    | 19        | 6<br>14<br>56<br>4<br>4<br>1<br>8<br>10          | 79<br>78<br>78<br>21<br>21<br>1<br>8<br>10        | Kimia Organik (KOORD.)<br>Analisis Obat (KOORD.)<br>Praktikum Analisis Obat (KOORD.)<br>Euisdasi Struktur (KOORD.)<br>Analisis Makanan dan Kosmetika (KOORD.)<br>Kuliah Kerja Nyata (Pembimbing)<br>Skrripsi (Pembimbing)<br>Skrripsi (Ketua Penguji)  |  |
| 4   | apt. Fajar Ira Iwatha, M. Farm.         | STIKES Notokusumo | Tugas belajar (Studi Lanjut S3)   |   |   |   |           |  |   |  | Semester IV :<br>MA-Statistika Kesehatan (2 SKS)<br>MA-Management Farmasi (2 SKS)<br>MA-Marketing Farmasi (2 SKS)<br>MA-Kewirausahaan (2 SKS)<br>MA-Farmakognosi II (2 SKS)<br>MA-Analisis Obat (2 SKS)<br>MA-Formulasi dan Teknologi Sediaan Solid (2 SKS)<br>MA-Farmakologi dan Toksikologi (2 SKS)<br>MA-Praktikum FTS Solid (1 SKS)<br>MA-Praktikum Farmakologi dan Toksikologi (1 SKS)  |
| 5   | apt. Chotijah Nasyih, M.Farm.           | STIKES Notokusumo | Farmakokinetika Dasar<br>Komunikasi, Informasi dan Edukasi Dasar<br>Farmakoterapi II<br>Praktikum Komunikasi, Informasi dan Edukasi Dasar<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skrripsi                                   | FAR6509<br>FAR6607<br>FAR6611<br>FAR6619<br>FAR6706<br>FAR6707  | 1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 1 Kis<br>2 SKS X 1 Kis<br>1 SKS X 1 Kis<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 10  | 2<br>2<br>1<br>3<br>2<br>4<br>5             | 19        | 14<br>7<br>14<br>42<br>7<br>1<br>10              | 78<br>74<br>74<br>74<br>21<br>8<br>10             | Farmakokinetika Dasar (KOORD.)<br>Komunikasi, Informasi dan Edukasi Dasar (KOORD.)<br>Farmakoterapi II (KOORD.)<br>Praktikum Komunikasi, Informasi dan Edukasi Dasar (KOORD.)<br>Kuliah Kerja Nyata (Pembimbing)<br>Skrripsi (Pembimbing)<br>Skrripsi (Ketua Penguji)  |  |
| 6   | apt. Tritona Rosa Kurniasih, M. Biotech | STIKES Notokusumo | Formulasi dan Teknologi Sediaan Solid<br>Praktikum FTS Solid<br>Formulasi dan Teknologi Sediaan Kosmetika<br>Peningkatan Produk<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skrripsi   | FAR6508<br>FAR6532<br>FAR6520<br>FAR6522<br>FAR6706<br>FAR6707  | 1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 4 Hls<br>1 SKS X 1 Hls<br>1 SKS X 1 Hls<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 11  | 2<br>4<br>1<br>1<br>2<br>4<br>5,5           | 19,5      | 14<br>56<br>7<br>7<br>1<br>1<br>11               | 78<br>78<br>21<br>21<br>1<br>1<br>11              | Formulasi dan teknologi sediaan solid (KOORD.)<br>Praktikum FTS Solid (KOORD.)<br>MA-Farmasi Industri (2 SKS)<br>MA-Peningkatan Bahan Baku (2 SKS)<br>MA-Pengembangan Produk (2 SKS)<br>MA-Pharmacovigilance (2 SKS)<br>MA-Validasi (1 SKS)<br>MA-Praktikum Validasi (1 SKS)                                 |  |
| 7   | apt. Astri Rachmawati, M.Sc.            | STIKES Notokusumo | Anatomi Fisiologi Manusia dan Terminologi Medis<br>Kewirausahaan<br>Fitoterapi<br>Pharmacovigilance<br>Evidence Based Medicine<br>Farmasi Rumah Sakti dan Apotek<br>Farmakoterapi Populasi Khusus<br>Skrripsi | FAR6240924<br>FAR6701<br>FAR6701<br>FAR6609<br>FAR6622<br>FAR6606<br>FAR6608<br>FAR6604<br>FAR6702<br>FAR6707 | 1 SKS X 2 Hls<br>0,5 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 1 Hls<br>2 SKS X 1 Hls<br>1 SKS X 1 Hls<br>0,5 SKS X 10<br>0,5 SKS X 11 | 2<br>1<br>2<br>2<br>1<br>2<br>1<br>5<br>5,5 | 21,5      | 14<br>8<br>14<br>95<br>74<br>74<br>7<br>10<br>11 | 79<br>78<br>78<br>95<br>74<br>74<br>1<br>10<br>11 | Anatomi Fisiologi Manusia dan Terminologi Medis<br>Kewirausahaan (KOORD.)<br>Fitoterapi (KOORD.)<br>Pharmacovigilance (KOORD.)<br>Evidence Based Medicine (KOORD.)<br>Farmasi Rumah Sakti dan Apotek (KOORD.)<br>Farmakoterapi Populasi Khusus (KOORD.)<br>Skrripsi (Pembimbing)<br>Skrripsi (Ketua Penguji) |  |
| 8   | apt. Caharina Agriyani, M. Farm         | STIKES Notokusumo | Compounding dan Dispensing<br>Praktikum Compounding dan Dispensing<br>Farmakognosi II<br>Fitoterapi<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skrripsi   | FAR6240724<br>FAR624124<br>FAR6506<br>FAR6609<br>FAR6706<br>FAR6707   | 1 SKS X 2 Hls<br>1 SKS X 4 Hls<br>1 SKS X 2 Hls<br>0,5 SKS X 2 Hls<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8  | 4<br>2<br>2<br>1<br>2<br>4                  | 20,5      | 14<br>56<br>14<br>6<br>1<br>8                    | 79<br>79<br>78<br>95<br>1<br>8                    | Compounding dan Dispensing (KOORD.)<br>Praktikum Compounding dan Dispensing (KOORD.)<br>Farmakognosi II (KOORD.)<br>Fitoterapi (KOORD.)<br>Kuliah Kerja Nyata (Pembimbing)<br>Skrripsi (Pembimbing)  |  |

| NO. | NAMA DOSEN                                      | INSTITUSI        | MA   | KODE MK  | SKS/2 KRS   | JML. SKS                               | TOTAL SKS | TOTAL JML PERTEMU.                         | PEKERJA/ KELAS                             | KETERANGAN  | JML. SKS MA |
|-----|---|------------------|--|--|---|--|-----------|--|--|---|-------------|
| 9   | apt. Bayu Bakti Angga S., M.Pharm, Sci          | Sikes Notokusumo | Kimia Analisis<br>Praktikum Kimia Analisis<br>Fototerapi<br>Validasi<br>Praktikum Validasi<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skripsi                                    | FAR650124<br>FAR650324<br>FAR6509<br>FAR6523<br>FAR6536<br>FAR6706<br>FAR6707<br>FAR6707 | 1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 4 Krs<br>0,5 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 1 Krs<br>1 SKS X 1 Krs<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 11 | 2<br>4<br>1<br>1<br>1<br>2<br>4<br>5,5 | 20,5      | 14<br>56<br>8<br>14<br>21<br>14<br>8<br>11 | 79<br>79<br>95<br>8<br>21<br>1<br>8<br>11  | Skripsi (Kerua Bengul)  |             |
| 10  | apt. Desi Novita Revianawati, M.Farm            | Sikes Notokusumo | Anatom Fisiologi Manusia dan Terminologi Medis<br>Statistika Kesehatan<br>Metodologi Penelitian<br>Praktikum Farmakoterapi II<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skripsi | FAR640924<br>FAR6411<br>FAR6704<br>FAR6E20<br>FAR6706<br>FAR6707                         | 1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 3 Krs<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 11                    | 2<br>2<br>2<br>3<br>2<br>4<br>5,5      | 20,5      | 14<br>14<br>14<br>42<br>74<br>8<br>11      | 79<br>78<br>78<br>95<br>74<br>1<br>8<br>11 | Anatom Fisiologi Manusia dan Terminologi Medis (KOORD.)<br>Statistika Kesehatan (KOORD.)<br>Metodologi Penelitian (KOORD.)<br>Praktikum Farmakoterapi II (KOORD.)<br>Kuliah Kerja Nyata (Pembimbing)<br>Skripsi (Pembimbing)<br>Skripsi (Kerua Penguji) |             |
| 11  | apt. Karmela Intany Doko, M.Pharm               | Sikes Notokusumo | Marketing Farmasi<br>Farmakologi dan Toksikologi<br>Praktikum Farmakologi dan Toksikologi<br>Farmakocendekologi<br>Kuliah Kerja Nyata<br>Skripsi               | FAR6703<br>FAR6510<br>FAR6533<br>FAR6510<br>FAR6706<br>FAR6707                           | 2 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 4 Krs<br>1 SKS X 1 Krs<br>2 SKS X 1<br>0,5 SKS X 8<br>0,5 SKS X 11                    | 2<br>2<br>4<br>2<br>2<br>4<br>5,5      | 20,5      | 14<br>14<br>56<br>7<br>74<br>8<br>11       | 78<br>78<br>78<br>74<br>74<br>8<br>11      | Marketing Farmasi (KOORD.)<br>Farmakologi dan Toksikologi (KOORD.)<br>Praktikum Farmakologi dan Toksikologi (KOORD.)<br>Farmakocendekologi (KOORD.)<br>Kuliah Kerja Nyata (Pembimbing)<br>Skripsi (Pembimbing)<br>Skripsi (Kerua Penguji)               |             |
| 12  | Dr. Redji Sunaryanto, M.Si                      | Sikes Notokusumo | Kimia Analisis<br>Kimia Organik  | FAR6250124<br>FAR6250224   | 1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs  | 2<br>2                                 | 4         | 14<br>14                                   | 79<br>79                                   | Kimia Analisis<br>Kimia Organik   |             |
| 13  | Yusuf Andriyana, Ph.D                           | Sikes Notokusumo | Farmakognosi II<br>Metodologi Penelitian   | FAR6506<br>FAR6704   | 1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs  | 2<br>2                                 | 4         | 14<br>14                                   | 78<br>95                                   | Farmakognosi II<br>Metodologi Penelitian  |             |
| 1   | Tisna Sukmajadi, Spd., M.Pd.                    |                  | Kewarganegaraan<br>Pendidikan Budaya Anti Korupsi  | FAR6210324<br>FAR6220224   | 2 SKS X 2 Krs<br>2 SKS X 2 Krs  | 4<br>4                                 | 8         | 28<br>28                                   | 79<br>79                                   | Kewarganegaraan (KOORD.)<br>Pendidikan Budaya Anti Korupsi (KOORD.)   |             |
| 2   | Hb. Agus Wibowo, M.Hum                          |                  | Bahasa Inggris II  | FAR6230224   | 1 SKS X 2 Krs   | 2                                      | 2         | 14   | 79   | Bahasa Inggris II (KOORD.)  |             |
| 3   | Sekar Pramudita, S.Pd., M.Hum                   |                  | Bahasa Inggris II  | FAR6230224   | 1 SKS X 2 Krs   | 2                                      | 2         | 14   | 79   | Bahasa Inggris II   |             |
| 4   | apt. Endang Sri Lestari, M.Farm                 |                  | Komunikasi, Informasi dan Edukasi Dasar<br>Pengembangan Produk   | FAR6507<br>FAR6522   | 1 SKS X 1 Krs<br>1 SKS X 1 Krs  | 1<br>1                                 | 1         | 7<br>7                                     | 74<br>21                                   | Komunikasi, Informasi dan Edukasi Dasar<br>Pengembangan Produk  |             |
| 5   | apt. Indrawati Kurnia Setyan, M.Pharm, Sci      |                  | Manajemen Farmasi  | FAR6702  | 1,5 SKS X 2 Krs   | 3                                      | 3         | 20   | 78   | Manajemen Farmasi   |             |
| 6   | apt. Ineko Kurniasari S., M.Si.                 |                  | Kewirausahaan  | FAR6701  | 1,5 SKS X 2 Krs   | 3                                      | 3         | 20   | 78   | Kewirausahaan   |             |
| 7   | apt. Nabih Chikhal Gibran, M.Farm               |                  | Compound dan Dispensing<br>Marketing Farmasi   | FAR6240724<br>FAR6703  | 1 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs  | 2<br>2                                 | 4         | 14<br>14                                   | 79<br>78                                   | Compound dan Dispensing<br>Marketing Farmasi  |             |
| 8   | apt. S. Ch. Ari Widastuti, S.Si., M.Farm        |                  | Kimia Organik<br>Analisis Obat   | FAR650224<br>FAR6507<br>FAR6517  | 0,5 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs<br>1,5 SKS X 1 Krs   | 1<br>2<br>1,5                          | 4,5       | 8<br>14<br>10                              | 79<br>95<br>21                             | Kimia Organik<br>Analisis Obat<br>Analisis Makanan dan Kosmetika  |             |
| 9   | Desy Ayu Irma Permatahari, S.Si., M.Pharm, Sci. |                  | Kimia Organik<br>Analisis Makanan dan Kosmetika  | FAR650224<br>FAR6507<br>FAR6517  | 0,5 SKS X 2 Krs<br>1 SKS X 2 Krs<br>1,5 SKS X 1 Krs   | 1<br>2<br>1,5                          | 4,5       | 8<br>14<br>10                              | 79<br>95<br>21                             | Kimia Organik<br>Analisis Obat<br>Analisis Makanan dan Kosmetika  |             |
| 10  | apt. Dwi Herwanto, M. Farm                      |                  | Farmakokinetik Dasar   | FAR6509  | 1 SKS X 2 Krs   | 2                                      | 2         | 14   | 78   | Farmakokinetik Dasar  |             |
| 11  | apt. Enggar Nugraheni Putri, S.Farm             |                  | Formulasi dan teknologi Sediaan Kosmetika  | FAR6520  | 1 SKS X 1 Krs   | 1                                      | 1         | 7  | 21   | Formulasi dan teknologi Sediaan Kosmetika   |             |
| 12  | apt. Fransiskus Dedy, Rilandono, M.Farm         |                  | Evidence Based Medicine<br>Farmakocendekologi  | FAR6506<br>FAR6510   | 1 SKS X 1 Krs<br>1 SKS X 1 Krs  | 1<br>1                                 | 2         | 7<br>7                                     | 74<br>74                                   | Evidence Based Medicine<br>Farmakocendekologi   |             |
| 13  | apt. Husnun Khaerunnisa, M.Farm                 |                  | Formulasi dan teknologi Sediaan Solid  | FAR6508  | 1 SKS X 2 Krs   | 2                                      | 2         | 14   | 78   | Formulasi dan teknologi Sediaan Solid   |             |

| NO. | NAMA DOSEN                       | INSTITUSI | MA  | KODE MK                    | SKS/2 KLS.                                      | JML. SKS    | TOTAL SKS | TOTAL JML. PERTEMU. | PESERTA/ KELAS | KETERANGAN  | JML. SKS MA |
|-----|----------------------------------|-----------|---|----------------------------|---|-------------|-----------|---------------------|----------------|---|-------------|
| 14  | Arel Kusuma Wardeni, M.Pharm.Sci |           | Eusdada Struktur  | FAR518                     | 1,5 SKS X 1 Kls                                 | 1,5         | 1,5       | 10                  | 21             | Eusdada Struktur  |             |
| 15  | Bonifacius Ivan Wiranara, M.Farm |           | Farmasi Fisika<br>Perancangan Bahan Baku  | FAR6240824<br>FAR521       | 1 SKS X 2 Kls<br>1,5 SKS X 1 Kls                | 2<br>1,5    | 3,5       | 14<br>10            | 79<br>21       | Farmasi Fisika<br>Perancangan Bahan Baku  |             |
| 16  | Verawati Fajro, M.Ec.Dev         |           | Statistika Kesehatan  | FAR411                     | 1 SKS X 2 Kls                                   | 2           | 2         | 10                  | 95             | Statistika Kesehatan  |             |
| 17  | apt. Andey Wahyudi, M.Farm       |           | Farmakologi dan Toksikologi<br>Pharmacovigilance<br>Farmakoterapi Populasi Khusus | FAR510<br>FAR622<br>FAR504 | 1 SKS X 2 Kls<br>1 SKS X 2 Kls<br>1 SKS X 1 Kls | 2<br>2<br>1 | 5         | 14<br>14<br>7       | 78<br>95<br>74 | Farmakologi dan Toksikologi<br>Pharmacovigilance<br>Farmakoterapi Populasi Khusus |             |
| 18  | apt. Yuda Kristama, S.Farm       |           | Farmasi Industri  | FAR519                     | 1,5 SKS X 1 Kls                                 | 1,5         | 1,5       | 10                  | 21             | Farmasi Industri  |             |

Yogyakarta, 3 Maret 2025

Wakil Kepala Bidang Akademik

Novi Widastuti R, M.Kep, Sp.Kep.I  
NIK.1000.097.011



## **RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER**

**MATA KULIAH : KIMIA ORGANIK**

**Disusun oleh :**

**apt. Dian Purwita Sari, M.Biotech.**

**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA  
TAHUN AKADEMIK 2024/2025**

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 | <b>RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)</b><br><br><b>PROGRAM STUDI : S 1 FARMASI</b><br><b>INSTITUSI : SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTUKUSMO YOGYAKARTA</b><br><b>TAHUN AKADEMIK : 2024/2025</b> |  |
| 2 | Nama Mata Kuliah   | Kimia Organik  |
| 3 | Kode   | FAR6250224   |
| 4 | Semester   | II (genap)   |
| 5 | Beban kredit   | 2 sks (2 sks T; 0 sks P)   |
| 6 | Dosen pengampu   | apt. Dian Purwita Sari, M.Biotech.<br>Desy Ayu Irma Permatasari, S.Si., M.Pharm.Sci.<br>Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si   |
| 7 | Deskripsi mata kuliah  | Matakuliah Kimia Organik menyajikan materi yang berisi pembelajaran tentang dasar-dasar ilmu kimia organik, ikatan dan srtuktur molekul, sifat fisika dan kimia senyawa organik, sterokimia dan konformasi, serta reaksi-reaksi dasar senyawa organik.   |
| 8 | Capaian Pembelajaran   | <p><b>CPL – Prodi (Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi) yang Dibebankan Pada Mata Kuliah</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri (CP.S.08)</li> <li>2. Mampu menunjukkan kinerja bermutu dan terukur (CP.KU.02)</li> <li>3. Mampu mencari, menelusur kembali, mengevaluasi, mensintesis, menyiapkan, dan memberikan informasi pada pasien, masyarakat dan tenaga kesehatan lainnya terkait kesehatan pada umumnya dan ilmu farmasi pada khususnya dalam rangka konsultasi, pemberian informasi obat, maupun edukasi (CP.KK.04)</li> <li>4. Menguasai konsep teoritis berbagai ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kefarmasian, riset, dan pengembangan diri (CP.P.09)</li> </ol> <p><b>CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memahami dan mampu menjelaskan teori-teori konsep dasar kimia organik, pembentukan dan klasifikasi ikatan kimia.</li> <li>2. Memahami dan mampu menjelaskan tata nama dan penggolongan senyawa organik.</li> <li>3. Memahami dan mampu menjelaskan bentuk-bentuk struktur kimia dalam ruang tiga dimensi (sterokimia) dan konformasi senyawa organik.</li> <li>4. Memahami dan mampu menjelaskan sifat dan teori aromatisitas senyawa organik.</li> <li>5. Mahasiswa memahami sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia organik.</li> <li>6. Dasar-dasar keilmuan yang cukup untuk melanjutkan ke mata kuliah berikutnya yaitu Sintesis Organik, Kimia Medisinal.</li> </ol> |
| 9 | Bahan kajian   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teori-teori konsep dasar kimia organik, pembentukan dan klasifikasi ikatan kimia.</li> <li>2. Tata nama dan penggolongan senyawa organik.</li> <li>3. Bentuk-bentuk struktur kimia dalam ruang tiga dimensi (sterokimia) dan konformasi senyawa organik.</li> <li>4. Sifat dan teori aromatisitas senyawa organik.</li> <li>5. Jenis dan kinetika reaksi kimia senyawa organik.</li> <li>6. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia asam basa.</li> <li>7. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia substitusi.</li> <li>8. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia eliminasi.</li> <li>9. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia adisi.</li> </ol>  |

|    |                    |  |
|----|--------------------|--|
|    |                    | 10. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia kondensasi.  |
| 10 | Pustaka/ Literatur | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Wardiyah. 2016. Modul Bahan Ajar Cetak Farmasi: Kimia Organik. Pusdik SDMKes, Kemenkes RI: Jakarta.</b></li> <li>2. Ratnaningsih Eko Sarjono. 2014. Kimia Organik 1: Konsep-Konsep Dasar Kimia Organik. Universitas Terbuka: Jakarta.</li> <li>3. Kiagus Ahmad Roni, Legiso. 2021. Kimia Organik. NoerFikri: Palembang.</li> <li>4. Stefanus Layli Prasojo. Kimia Organik 1: Buku Pegangan Kuliah Untuk Mahasiswa Farmasi.</li> <li>5. Ralph J. Fessenden. Kimia Organik Jilid 1 dan 2. Erlangga.</li> <li>6. McMurry, J. Organic Chemistry with Biological Application 2e, Brooks/Cole Cengage Learning, 2011.</li> <li>7. Sarker, S.D. and L. Nahar, Chemistry for Pharmacy Students, John Wiley &amp; Sons, Ltd. 2007.</li> <li>8. Morrison, N.T. and R.N. Boyd, Organic Chemistry, 4<sup>th</sup> Ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1983.</li> <li>9. Solomons, G.T.W., Organic Chemistry, Revised printing, John Wiley &amp; Sons, New York, 1978.</li> <li>10. Streitwieser, A. and C.H. Heathcock, Introduction to Organik Chenistry, 2<sup>nd</sup> Ed., Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 1981.</li> </ol> |

#### Acara Pembelajaran

Kelas A: Jumat 10.00 - 11.40

Kelas B: Kamis 08.00 - 09.40

| Minggu Ke-   | Kemampuan Akhir Yang Diharapkan  | Bahan Kajian   | Strategi/ Metoda Pembelajaran  | Alokasi Waktu | Kriteria (Indikator Capaian)  | Instrumen Penilaian                     | Bobot Penilaian | Dosen Pengampu                     |
|--|--|--|--------------------------------|---------------|---|---|-----------------|------------------------------------|
| 10   | 11   | 12   | 13                             | 14            | 15  | 16                                      | 17              | 18                                 |
| <b>1</b><br><br>Kelas A:<br>Jumat 7<br>Maret 25<br>Jam<br>10.00<br><br>Kelas B:<br>Kamis 6<br>Maret 25<br>Jam<br>08.00 | Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang ikatan kimia organik, muatan formal, perhitungan rumus empiris molekul. | Pengantar kuliah: kontrak belajar, RPS, penugasan.<br><br>Pendahuluan sejarah kimia organik singkat.<br>Ikatan kimia organik:<br>Ikatan ionik.<br>Ikatan kovalen.<br>Ikatan kovalen polar.<br>Ikatan kovalen karbon.<br>Muatan formal senyawa organik.<br>Pirolisis senyawa organik sebagai cara penetapan reaksi empiris. | Ceramah, Diskusi dan Penugasan | 2 x 50 menit  | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang ikatan kimia organik, muatan formal, perhitungan rumus empiris molekul melalui metode ujian tulis UTS secara tepat. | Soal UTS<br><br>Penilaian tugas/diskusi | 7,1 %           | apt. Dian Purwita Sari, M.Biotech. |
| <b>2</b>   | Mahasiswa mampu memahami dan   | Pengertian pengetahuan tentang:  | Ceramah, Diskusi dan           | 2 x 50 menit  | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang   | Soal UTS                                | 7,1 %           | apt. Dian Purwita Sari, M.Biotech. |

|   |   |   |  |                     |   |  |              |   |
|---|---|---|--|---------------------|---|--|--------------|---|
| <p>Kelas A:<br/>Jumat 14<br/>Maret 25<br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>13 Maret<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p>                 | <p>menjelaskan tentang mekanika kuantum.</p>  | <p>Sejarah mekanika quantum.<br/>Teori gelombang.<br/>Orbital atom dan orbital molekul.<br/>Orbital atom karbon.</p>  | <p>Penugasan</p>   |                     | <p>mekanika kuantum melalui metode ujian tulis <b>UTS</b> secara tepat</p>  | <p>Penilaian tugas/diskusi</p>                   |              |   |
| <p><b>3</b></p> <p>Kelas A:<br/>Jumat 21<br/>Maret 25<br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>20 Maret<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p> | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang kereaktifan, sifat-sifat kimia dan fisika senyawa organik.</p>    | <p>Titik leleh dan gaya ikatan antar molekul, titik didih, kelarutan. Spektroskopi senyawa organik.</p>   | <p>Ceramah, Diskusi dan Penugasan</p>  | <p>2 x 50 menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang kereaktifan, sifat-sifat kimia dan fisika senyawa organik melalui metode ujian tulis <b>UTS</b> secara tepat</p>   | <p>Soal UTS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>apt. Dian Purwita Sari, M.Biotech.</p>             |
| <p><b>4</b></p> <p>Kelas A:<br/>Jumat 11<br/>April 25<br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>10 April<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p> | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang tata nama senyawa organik berdasarkan IUPAC, dan seterokimia.</p> | <p>Sejarah nomenklatur. Nama trivial. Aturan IUPAC. Nama golongan alkana. Teori stereokimia. Teori valensi dan kekule. Isomer molekul. Isomer rantai/posisi/gugus fungsi.</p> | <p>Ceramah, Diskusi dan Penugasan</p> <p><b>Penugasan:</b><br/>Mengerjakan latihan soal dari buku Kimia Organik Kemenkes (Wardiyah, 2016), Bab I - Bab IV.</p> | <p>2 x 50 menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang tata nama senyawa organik berdasarkan IUPAC dan stereokimia melalui metode ujian tulis <b>UTS</b> secara tepat</p> | <p>Soal UTS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>Desy Ayu Irma Permatasari, S.Si., M.Pharm.Sci.</p> |

|  |   |  |   |                         |   |  |              |   |
|--|---|--|---|-------------------------|---|--|--------------|---|
| <p><b>5</b></p> <p>Kelas A:<br/><b>Jumat</b><br/><b>18 April</b><br/><b>25</b><br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>17 April<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p> | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang stereoisomer dan diastereoisomer.</p>         | <p>Isomer ruang.<br/>Enansiomer.<br/>Kiralitas atom karbon.<br/>Kiral dan bidang simetri.<br/>Tatanama senyawa senyawa kiral.<br/>Senyawa dengan 2 atom C kiral.<br/>Proyeksi Fisher.<br/>Proyeksi Newman.<br/>Isomer E dan Z.<br/>Pemisahan Enansiomer.</p> | <p>Ceramah,<br/>Diskusi dan<br/>Penugasan</p> | <p>2 x 50<br/>menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang stereoisomer dan diastereomer melalui metode ujian tulis <b>UTS</b> secara tepat.</p>            | <p>Soal UTS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>Desy Ayu Irma<br/>Permatasari, S.Si.,<br/>M.Pharm.Sci.</p> |
| <p><b>6</b></p> <p>Kelas A:<br/>Jumat 25<br/>April 25<br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>24 April<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p>                          | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang konformasi molekul dan aromatisitas.</p>      | <p>Konformasi molekul.<br/>Konformasi dan stabilitas.<br/>Konformasi dan rotasi optik.<br/>Konformasi aksial dan equatorial.<br/>Sejarah teori aromatisitas.<br/>Tata nama senyawa aromatik.<br/>Teori huckel.<br/>Reaksi khusus senyawa aromatik.</p>       | <p>Ceramah,<br/>Diskusi dan<br/>Penugasan</p> | <p>2 x 50<br/>menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang konformasi molekul dan aromatisitas melalui metode ujian tulis <b>UTS</b> secara tepat.</p>      | <p>Soal UTS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>Desy Ayu Irma<br/>Permatasari, S.Si.,<br/>M.Pharm.Sci.</p> |
| <p><b>7</b></p> <p>Kelas A:<br/>Jumat 2<br/>Mei 25<br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/><b>Kamis 1</b><br/><b>Mei 25</b></p>  | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi kimia organik dan kinetika reaksi.</p> | <p>Struktur dan reaksi kimia organik.<br/>Kecepatan reaksi.<br/>Keseimbangan reaksi kimia organik.<br/>Kinetika dan mekanisme reaksi.</p>  | <p>Ceramah,<br/>Diskusi dan<br/>Penugasan</p> | <p>2 x 50<br/>menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi kimia organik dan kinetika reaksi melalui metode ujian tulis <b>UTS</b> secara tepat.</p> | <p>Soal UTS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>Desy Ayu Irma<br/>Permatasari, S.Si.,<br/>M.Pharm.Sci.</p> |

|  |   |  |                                |              |  |   |       |                            |
|--|---|--|--------------------------------|--------------|--|---|-------|----------------------------|
| Jam<br>08.00   |   |  |                                |              |  |   |       |                            |
| <b>8</b><br>5-9 Mei<br>2025  | <b>UJIAN TENGAH SEMESTER</b>  |  |                                |              |  |   |       |                            |
| <b>9</b><br>Kelas A:<br>Jumat 16<br>Mei 25<br>Jam<br>10.00<br><br>Kelas B:<br>Kamis<br>15 Mei<br>25<br>Jam<br>08.00  | Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi substitusi.                             | Reaksi substitusi nukleofilik SN1 dan SN2.<br>Mekanisme reaksi substitusi.<br>Reaksi radikal bebas.              | Ceramah, Diskusi dan Penugasan | 2 x 50 menit | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi substitusi melalui metode ujian tulis UAS secara tepat                              | Soal UAS<br><br>Penilaian tugas/diskusi | 7,1 % | Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si |
| <b>10</b><br>Kelas A:<br>Jumat 23<br>Mei 25<br>Jam<br>10.00<br><br>Kelas B:<br>Kamis<br>22 Mei<br>25<br>Jam<br>08.00 | Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi eliminasi.                              | Reaksi eliminasi E1 dan E2.<br>Mekanisme reaksi eliminasi.<br>Jenis-jenis reaksi eliminasi.                      | Ceramah, Diskusi dan Penugasan | 2 x 50 menit | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi eliminasi melalui metode ujian tulis UAS secara tepat                               | Soal UAS<br><br>Penilaian tugas/diskusi | 7,1 % | Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si |
| <b>11</b><br>Kelas A:<br><b>Jumat<br/>30 Mei<br/>25<br/>Jam</b>  | Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi adisi dan penataan ulang, serta redoks. | Reaksi adisi elektrofilik.<br>Reaksi adisi nukleofilik.<br>Reaksi adisi radikal bebas.<br>Reaksi penataan ulang. | Ceramah, Diskusi dan Penugasan | 2 x 50 menit | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi addisi dan penataan ulang, serta redoks melalui metode ujian tulis UAS secara tepat | Soal UAS<br><br>Penilaian tugas/diskusi | 7,1 % | Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si |

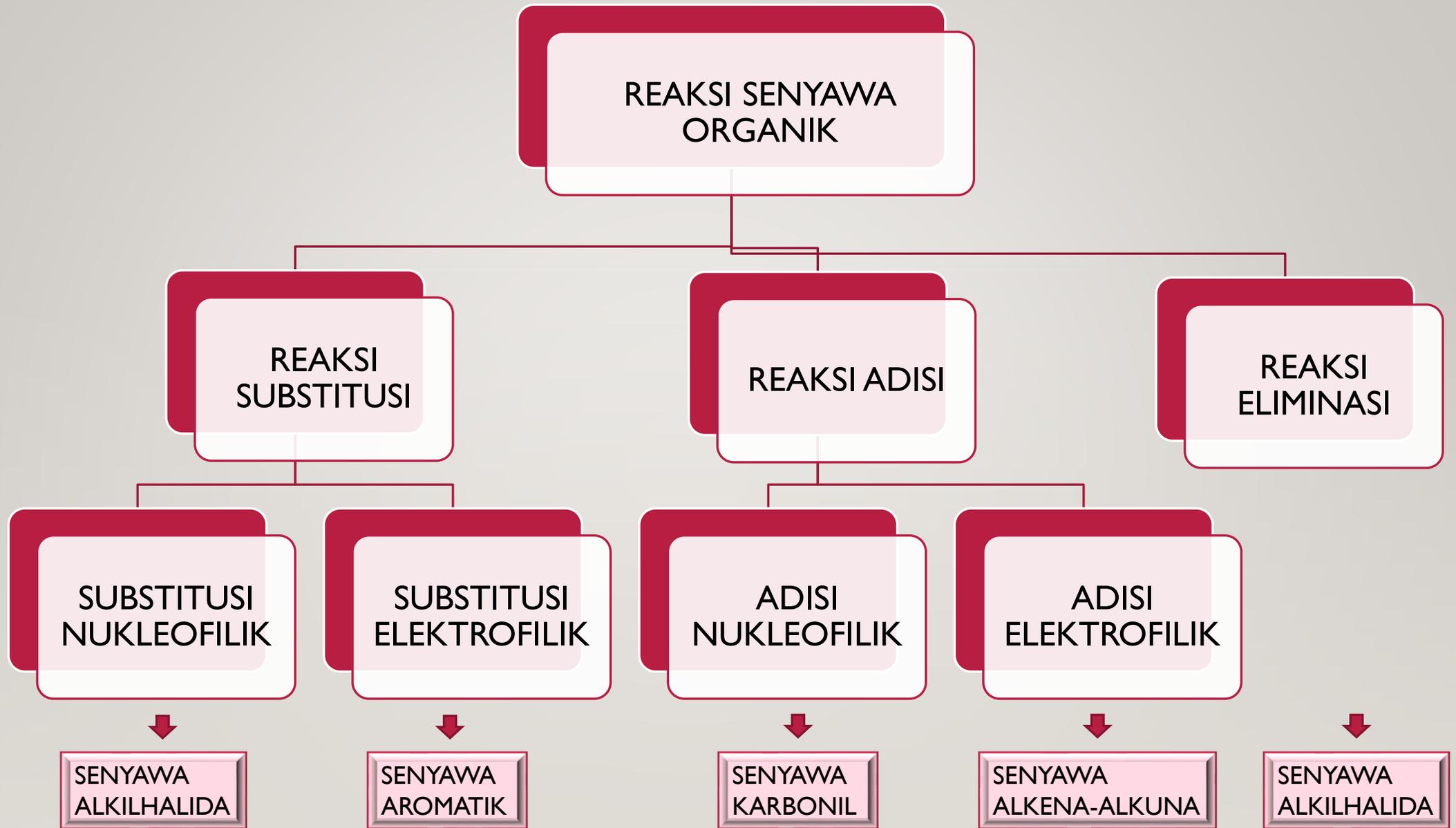
|   |  |  |                                |              |   |   |       |                            |
|---|--|--|--------------------------------|--------------|---|---|-------|----------------------------|
| 10.00<br>Kelas B:<br><b>Kamis</b><br><b>29 Mei</b><br><b>25</b><br>Jam<br>08.00   |  | Mekanisme reaksi oksidasi-reduksi.   |                                |              |   |   |       |                            |
| <b>12</b><br>Kelas A:<br><b>Jumat 6</b><br><b>Juni 25</b><br>Jam<br>10.00<br><br>Kelas B:<br>Kamis 5<br>Juni 25<br>Jam<br>08.00 | Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi kondensasi.  | Reaksi kondensasi aldol, aldol silang.<br>Reaksi kondensasi karbonil.<br>Reaksi kondensasi claisen-schmidt.<br>Reaksi kondensasi hidrokarbon.  | Ceramah, Diskusi dan Penugasan | 2 x 50 menit | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi kondensasi melalui metode ujian tulis <b>UAS</b> secara tepat  | Soal UAS<br><br>Penilaian tugas/diskusi | 7,1 % | Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si |
| <b>13</b><br>Kelas A:<br>Jumat 13<br>Juni 25<br>Jam<br>10.00<br><br>Kelas B:<br>Kamis<br>12 Juni<br>25<br>Jam<br>08.00          | Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang struktur dan reaksi sakarida atau karbohidrat, reaksi asam amino dan protein. | Konfigurasi monosakarida, proyeksi Fischer.<br>Struktur siklik.<br>Reaksi pembentukan ester dan eter.<br>Pembentukan glikosida.<br>Polimerisasi.<br>Struktur, sifat-sifat dan stereokimia asam amino<br>Klasifikasi asam amino<br>Elektroforesis<br>Reaksi-reaksi asam amino<br>Klasifikasi protein<br>Struktur protein. | Ceramah, Diskusi dan Penugasan | 2 x 50 menit | <b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang struktur dan reaksi sakarida atau karbohidrat, reaksi asam amino dan protein melalui metode ujian tulis <b>UAS</b> secara tepat | Soal UAS<br><br>Penilaian tugas/diskusi | 7,1 % | Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si |

|   |   |  |   |                         |   |  |              |                                       |
|---|---|--|---|-------------------------|---|--|--------------|---------------------------------------|
| <p><b>14</b></p> <p>Kelas A:<br/>Jumat 20<br/>Juni 25<br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>19 Juni<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p>                          | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang struktur asam lemak, dan nukleotida.</p>        | <p>Struktur dan sifat asam lemak.<br/>Pembentukan dan reaksi reaksi trigliserida<br/>Struktur umum asam nukleat<br/>Perbedaan struktur DNA dan RNA</p> | <p>Ceramah,<br/>Diskusi dan<br/>Penugasan</p> | <p>2 x 50<br/>menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu menjelaskan tentang struktur asam lemak, dan nukleotida melalui metode ujian tulis <b>UAS</b> secara tepat</p>                     | <p>Soal UAS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>Dr. Rofiq<br/>Sunaryanto, M.Si</p> |
| <p><b>15</b></p> <p>Kelas A:<br/><b>Jumat</b><br/><b>27 Juni</b><br/><b>25</b><br/>Jam<br/>10.00</p> <p>Kelas B:<br/>Kamis<br/>26 Juni<br/>25<br/>Jam<br/>08.00</p> | <p>Mahasiswa mampu memahami secara komprehensif seluruh materi dalam mata kuliah kimia organik.</p> | <p><b>Penugasan</b> latihan menulis dan menguraikan mekanisme reaksi SN1, SN2, Substitusi Aromatik, Eliminasi, Kondensasi.</p>                         | <p>Penugasan</p>                              | <p>2 x 50<br/>menit</p> | <p><b>Pengetahuan:</b> Mahasiswa mampu memahami secara komprehensif seluruh materi dalam mata kuliah kimia organik melalui metode ujian tulis <b>UAS</b> secara tepat</p> | <p>Soal UAS<br/><br/>Penilaian tugas/diskusi</p> | <p>7,1 %</p> | <p>Dr. Rofiq<br/>Sunaryanto, M.Si</p> |
| <p><b>16</b></p> <p>7-18 Juli<br/>2025</p>  | <p><b>UJIAN AKHIR SEMESTER</b></p>  |  |   |                         |   |  |              |                                       |

---

# REAKSI S<sub>N</sub>1 DAN S<sub>N</sub>2

**BUKU KIMIA ORGANIK Jilid 1 & 2 edisi ketiga  
by FESSENDEN & FESSENDEN**

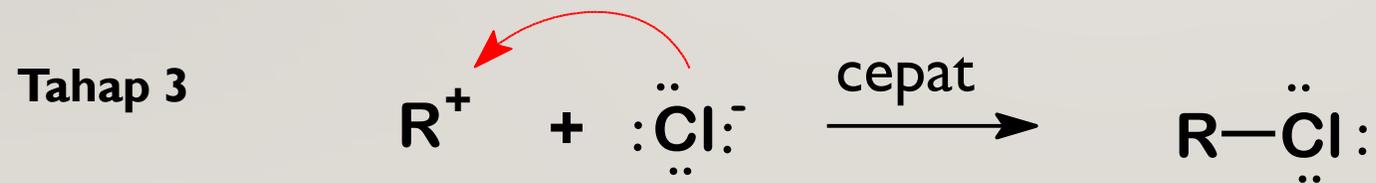
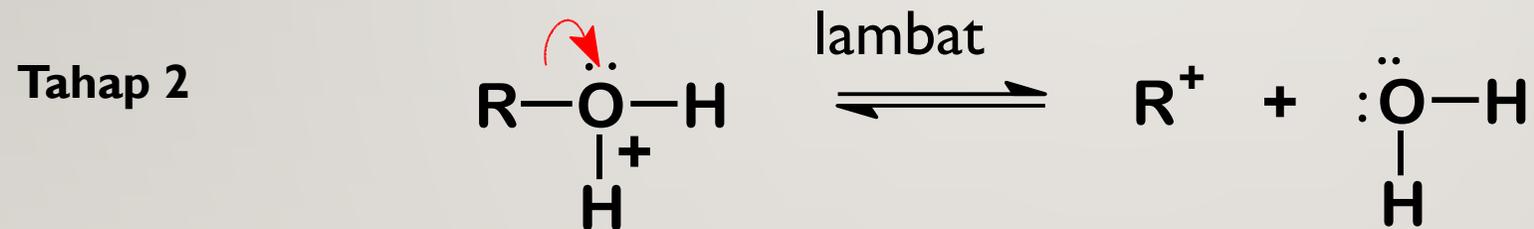
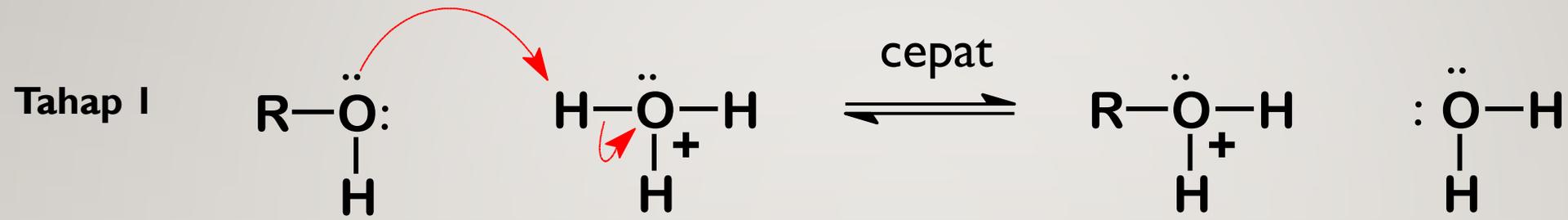


# MEKANISME REAKSI:

- ❑ Tahap demi tahap secara spesifik apa yang terjadi selama reaksi
- ❑ Harus memiliki tahap pembentukan intermediet yang terbentuk selama reaksi
- ❑ Terdiri atas **persamaan, struktur dan tahap reaksi**
- ❑ Ada 2 cara menuliskan mekanisme reaksi:
  1. *stepwise*
  2. *merged-step*

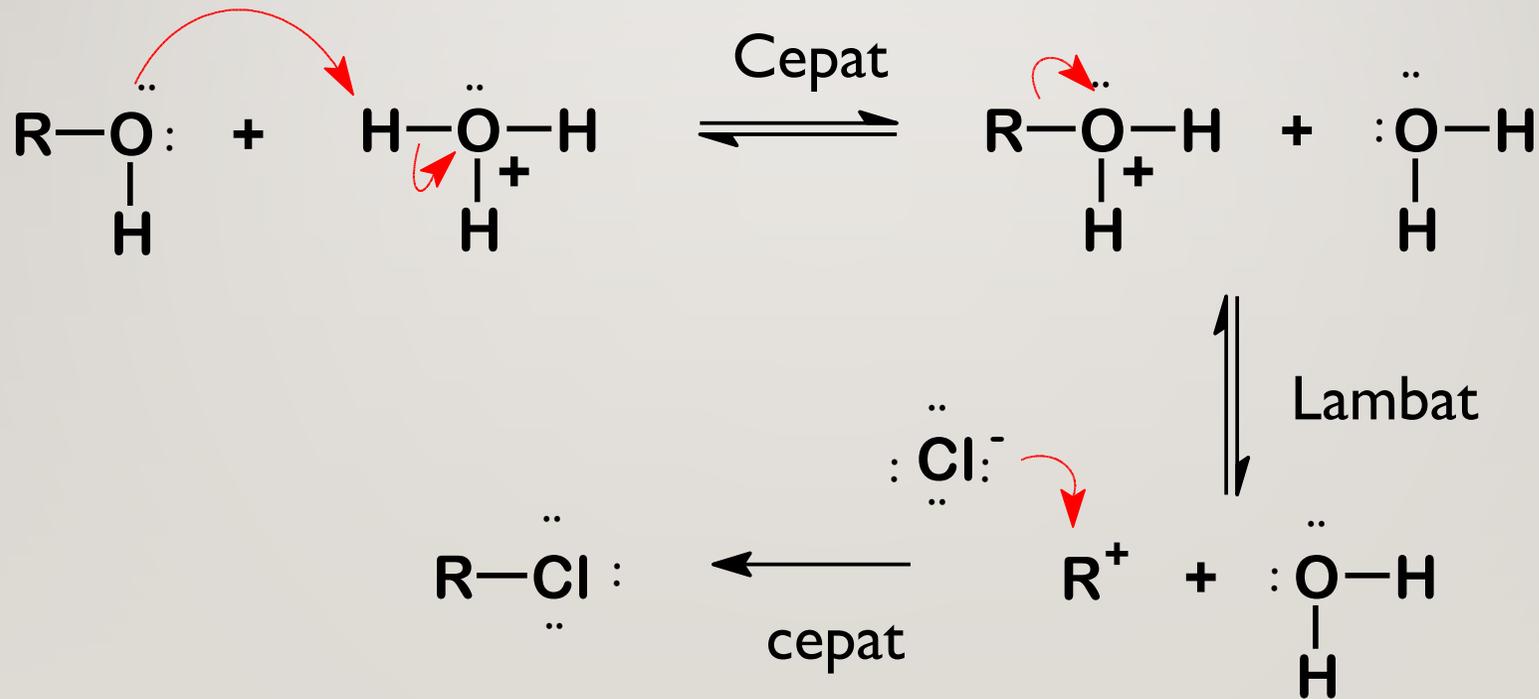
# STEPWISE MECHANISM

Setiap tahap ditulis terpisah dan harus menggambarkan kembali masing-masing intermediat yang terbentuk pada baris berikutnya.



# MERGED STEPS MECHANISM

Tidak perlu menuliskan baris baru untuk setiap tahap.  
Setiap tahap mengikuti tahap yang lain tanpa menggambarkan kembali intermediet



- **STEPWISE OR MERGED ?**

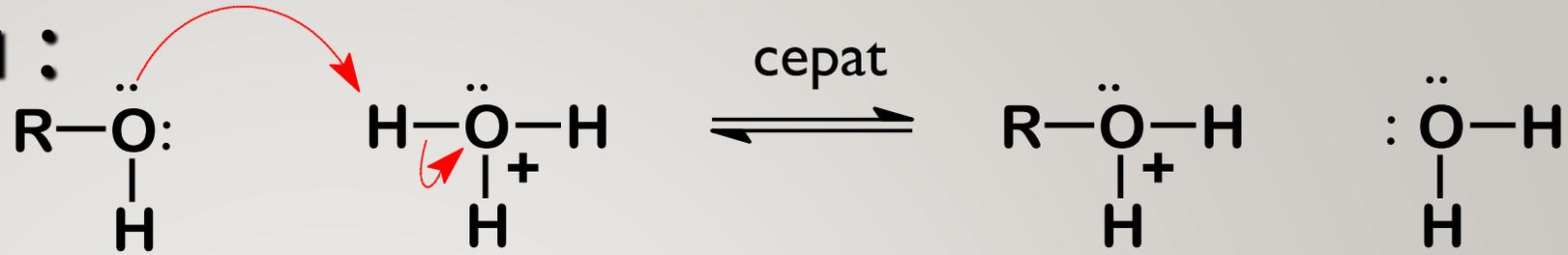
Kedua metode menggambarkan mekanisme : **Benar**

Anda harus menentukan cara mana yang lebih disukai

Metode baris demi baris lebih formal dan sering digunakan dalam naskah yang berhubungan dengan reaksi kinetik.

Metode penggabungan lebih informal dan umumnya digunakan ketika menggambarkan reaksi di papan tulis atau di kertas.

• Aturan yang berlaku :



- Menggunakan panah lengkung.
- Semua pasangan elektron diperlihatkan
- Semua muatan formal diperlihatkan
- Tahap penentu kecepatan reaksi ditunjukkan

# • PANAHAH



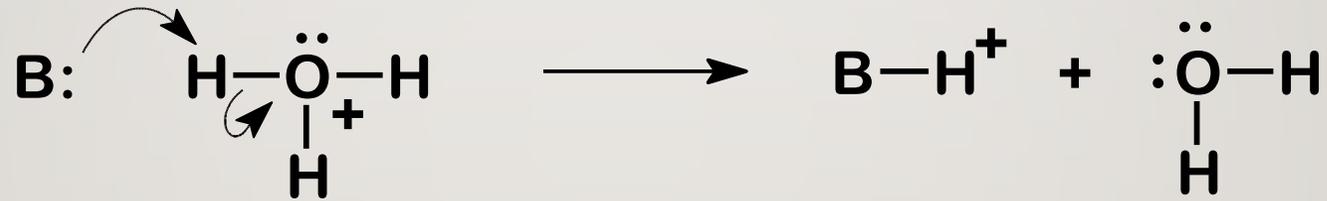
Penggunaan panah lengkung untuk menunjukkan :  
Ikatan yang putus atau terbentuk

Panah lengkung mewakili perpindahan  
sepasang elektron

# • Dua contoh

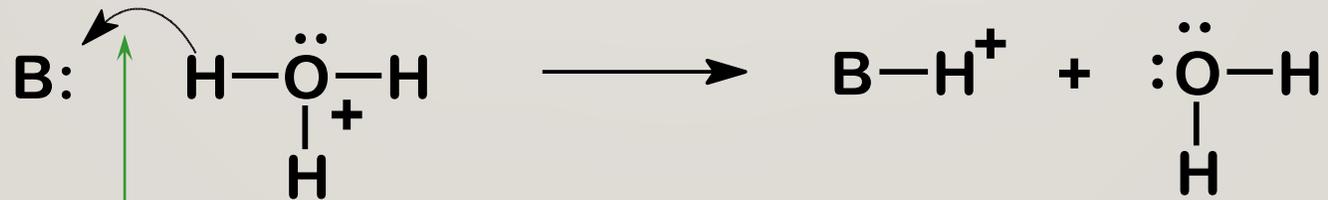
**Benar** (elektron yang bekerja)

Elektrons dari basa B: berikatan ke H,  
yang memberikan pasangan ikatannya ke oksigen



**Salah** (proton yang bekerja)

$\text{H}^+$  dipindahkan ke B:



Penggunaan Panah yang salah

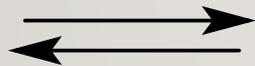
# • Penggunaan Tanda Panah



Perpindahan sepasang elektron



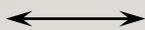
Tahap Irreversibel (satu arah); digunakan untuk menunjukkan produk dari suatu reaksi



Reaksi reversibel atau kesetimbangan



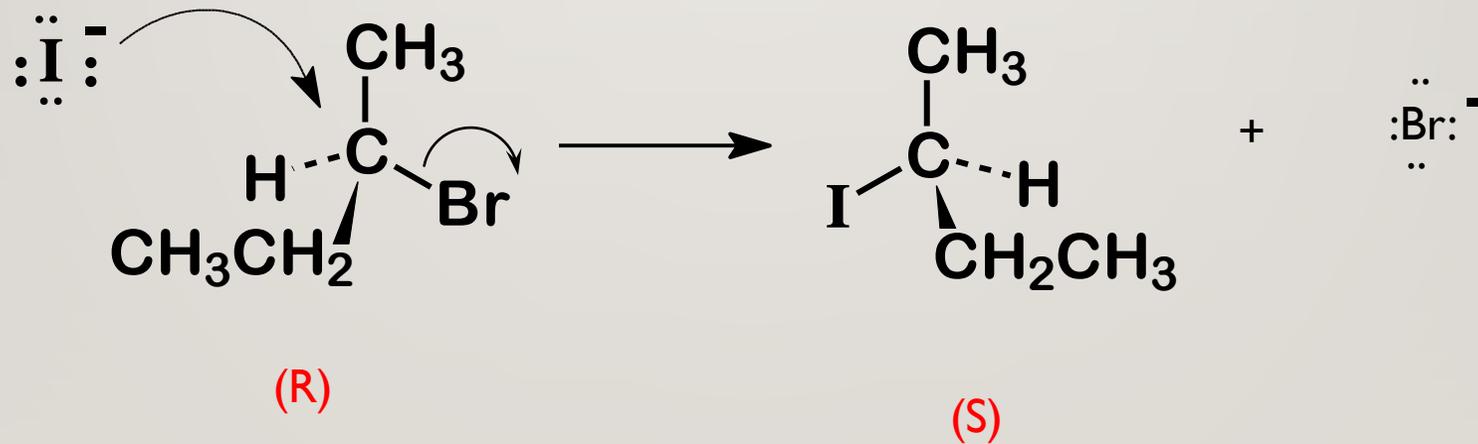
Variasi lain dari panah reaksi setimbang



Tanda bentuk resonansi

# STEREOKIMIA

- ✓ Stereokimia penting dalam tahap reaksi,
- ✓ Perlu menggambarkan kembali struktur dalam dimensi-3;
- ✓ untuk memperlihatkan konfigurasi atau konformasi yang benar



# **SUBSTITUSI NUKLEOFILIK**



# MEMAHAMI KONSEP DASAR

- **Substitusi** bermakna **penggantian** suatu gugus atau atom oleh gugus atau atom lain.
- Reaksi substitusi dapat berupa substitusi nukleofilik (penggantian gugus nukleofil) dan substitusi elektrofilik (penggantian gugus elektrofil).
- **Nukleofil** adalah suatu spesi yang **kaya elektron** dan bereaksi dengan suatu elektrofil. Biasanya berupa gugus yang mengandung atom elektronegatif atau memiliki lone pair electron, sehingga dapat membawa kelebihan elektron, Nu<sup>-</sup>. Karena kaya elektron, maka dalam reaksi akan menyukai suatu yang bersifat positif (nukleo: inti atom mengandung positron bermuatan positif, fil: suka).
- **Elektrofil** adalah spesi yang **kekurangan elektron** dan dapat menerima pasangan elektron. Biasanya berupa gugus atau atom elektropositif, seringkali bermuatan positif, E<sup>+</sup>. Karena kekurangan elektron, maka dalam reaksi akan menyukai pembawa elektron (elektro: elektron, fil: suka)
- Reaksi substitusi:
  1. **Substitusi nukleofilik** terjadi pada senyawa semisal alkil halida, alkohol dan turunan asam karboksilat.
  2. **Substitusi elektrofilik** terjadi pada senyawa aromatik.

\*) Spesi kimia: struktur supramolekul yang interaksi dan asosiasinya terjadi melalui aksi pengikatan dan pelepasan ikatan antar molekul, dan berfungsi untuk membentuk dasar dari cabang kimia

# MEMAHAMI KONSEP DASAR

- **Substitusi Nukleofilik**, dapat terjadi pada senyawa alifatik, siklik, aromatik.
- *Exercise: apa bedanya senyawa alifatik, siklik, aromatik?*
- Pada reaksinya, nukleofil sebagai penyerang bisa bermuatan dan bisa tidak bermuatan (netral).

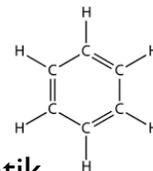


R: alkil/aryl

*Apa yang dimaksud alkil/aryl?*

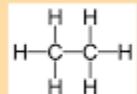
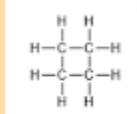
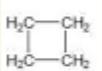
Nukleofil:

bisa bermuatan negatif dan bisa tidak bermuatan (netral, tapi memiliki *lone pair electron* yang di donorkan)



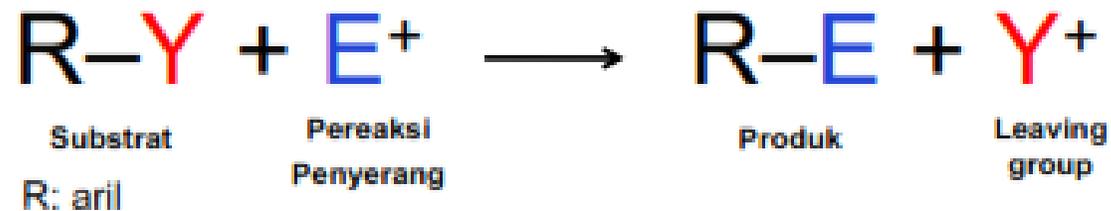
Aromatik

**Senyawa Hidrokarbon ionkovalen**

|  |   |   |
|--|---|---|
| <br>Alifatik (Rantai terbuka) | <br>Siklik (Rantai tertutup) |  |
|--|---|---|

# MEMAHAMI KONSEP DASAR

- Substitusi Nukleofilik (SN), di mana nukleofil yang berperan adalah misal: **Air** atau **OH<sup>-</sup>** reaksi semacam ini disebut reaksi **hidrolisis**.
- Secara umum reaksi SN yang **pelarutnya** berlaku sebagai nukleofilnya disebut sebagai **solvolisis** yang dapat berupa: OH<sup>-</sup>, SH<sup>-</sup>, NH<sub>2</sub><sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, OR<sup>-</sup>, SR<sup>-</sup>, NHR<sup>-</sup>, NR<sub>2</sub><sup>-</sup>, RC=C<sup>-</sup>.
- Reaksi tersebut banyak terlibat dalam proses degradasi/kerusakan obat selama proses penyimpanan, kemudian menuju expired/kadaluwarsa.
- **Substitusi Elektrofilik**, pada umumnya terjadi pada senyawa aromatik, sedangkan pada alifatik sangat jarang. Secara umum persamaan reaksi sbb:



# • REAKSI SUBSTITUSI

Satu gugus menggantikan gugus yang lain



Y menggantikan tempat X (Substitusi)

Y “menggantikan” X



Pada reaksinya, nukleofil sebagai penyerang bisa bermuatan dan bisa tidak bermuatan (netral)



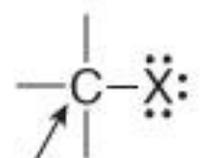
bisa bermuatan dan bisa tidak bermuatan (netral)

# SUBSTITUSI NUKLEOFILIK (SN)

- Reaksi substitusi nukleofilik dapat terjadi dalam 2 cara, yaitu:
  1. Reaksi substitusi nukleofilik orde pertama (SN1)
  2. Reaksi substitusi nukleofilik orde dua (SN2)
- Perbedaan mekanisme SN1 dan SN2 adalah pada intermediet yang terbentuk dan kinetika reaksi:
  1. **SN1**: intermediet berupa **karbokation/karbonium** (atom karbon bermuatan positif) karena ditinggalkan oleh *leaving group* (gugus pergi, gugus yang akan berganti). Kinetika reaksi ditentukan oleh konsentrasi substrat.
  2. **SN2**: intermediet tidak berupa karbokation melainkan berupa fase **transisi**. Kinetika reaksi dipengaruhi konsentrasi substrat dan pereaksi/penyerang.
- Reaksi substitusi dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti struktur substrat, struktur dan reaktivitas nukleofil, serta konsentrasi nukleofil maupun pelarut.

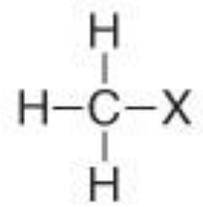
- ALKIL HALIDA

**Alkyl halide**



$sp^3$  hybridized C  
 $\text{R}-\text{X}$  X = F, Cl, Br, I

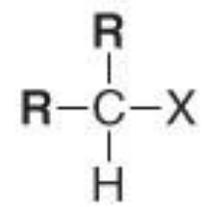
**Classification of alkyl halides**



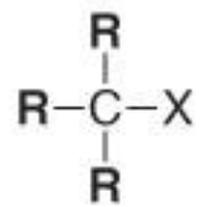
methyl halide



$1^\circ$   
(one R group)



$2^\circ$   
(two R groups)



$3^\circ$   
(three R groups)

# The Leaving Group:

## Poor leaving groups for Nucleophilic Substitution

| Starting material | Leaving group                | Conjugate acid   | pK <sub>a</sub> |
|-------------------|------------------------------|------------------|-----------------|
| R-F               | F <sup>-</sup>               | HF               | 3.2             |
| R-OH              | <sup>-</sup> OH              | H <sub>2</sub> O | 15.7            |
| R-NH <sub>2</sub> | <sup>-</sup> NH <sub>2</sub> | NH <sub>3</sub>  | 38              |
| R-H               | H <sup>-</sup>               | H <sub>2</sub>   | 35              |
| R-R               | R <sup>-</sup>               | RH               | 50              |

↑

These molecules do *not* undergo nucleophilic substitution.

↑

poor leaving groups

Strong bases

# The Leaving Group

Good leaving groups for Nucleophilic Substitution

| Starting material              | Leaving group    | Conjugate acid                | $pK_a$ |
|--------------------------------|------------------|-------------------------------|--------|
| R-Cl                           | $Cl^-$           | HCl                           | -7     |
| R-Br                           | $Br^-$           | HBr                           | -9     |
| R-I                            | $I^-$            | HI                            | -10    |
| R-OH <sub>2</sub> <sup>+</sup> | H <sub>2</sub> O | H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> | -1.7   |

↑

These molecules undergo nucleophilic substitution.

↑

good leaving groups

Weak bases

# NUKLEOFILISITAS

**APA ITU NUKLEOFIL? BASA?**

**APA YANG MEMBUAT SUATU NUKLEOFIL BAIK?**

# NUKLEOFILISITAS

**APA ITU NUKLEOFIL? BASA?**

**APA YANG MEMBUAT SUATU NUKLEOFIL BAIK?**

# • NUKLEOFIL DAN BASA

## PERBEDAAN DASAR

**Nukleofilisitas**

Parameter kinetik (kecepatan)

**kebasaan**

Parameter thermodinamika  
(keseimbangan)

**Semua nukleofil adalah basa.....  
dan semua basa adalah nukleofil.**

**HOWEVER :** Basa baik belum tentu Nukleofil baik,  
begitu sebaliknya

- **REAKSI PENGGANTIAN**

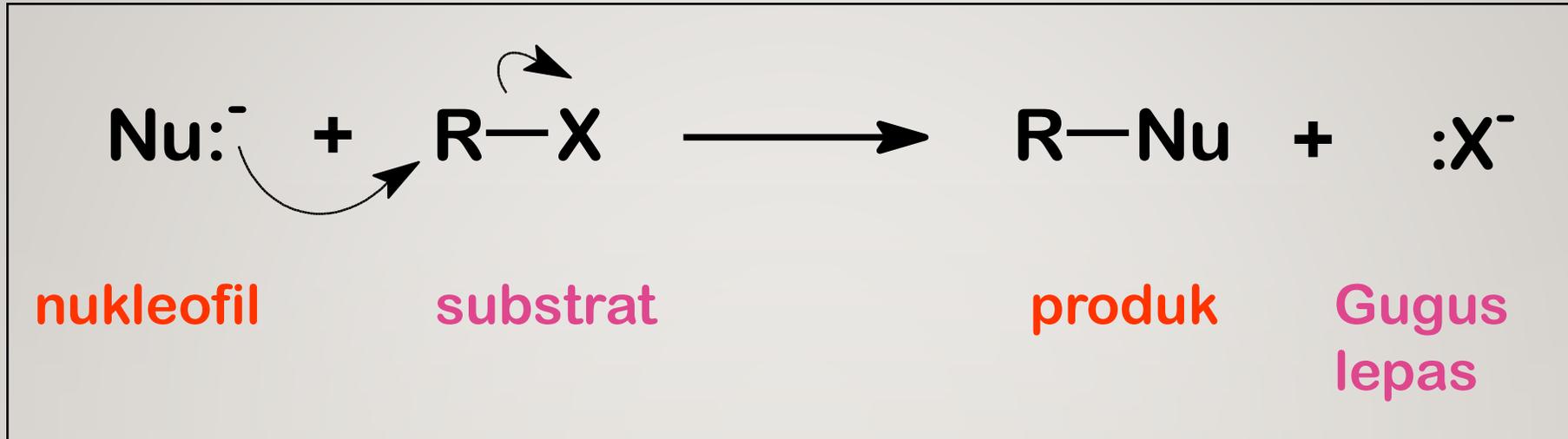
**REAKSI SUBSTITUSI NUKLEOFILIK**  
(substitusi pada atom karbon)

Dapat dibandingkan dengan .....

**REAKSI ASAM-BASA**  
(Substitusi pada atom Hidrogen)

# PERBANDINGAN SUBSTITUSI

## PENGGANTIAN PADA ATOM C

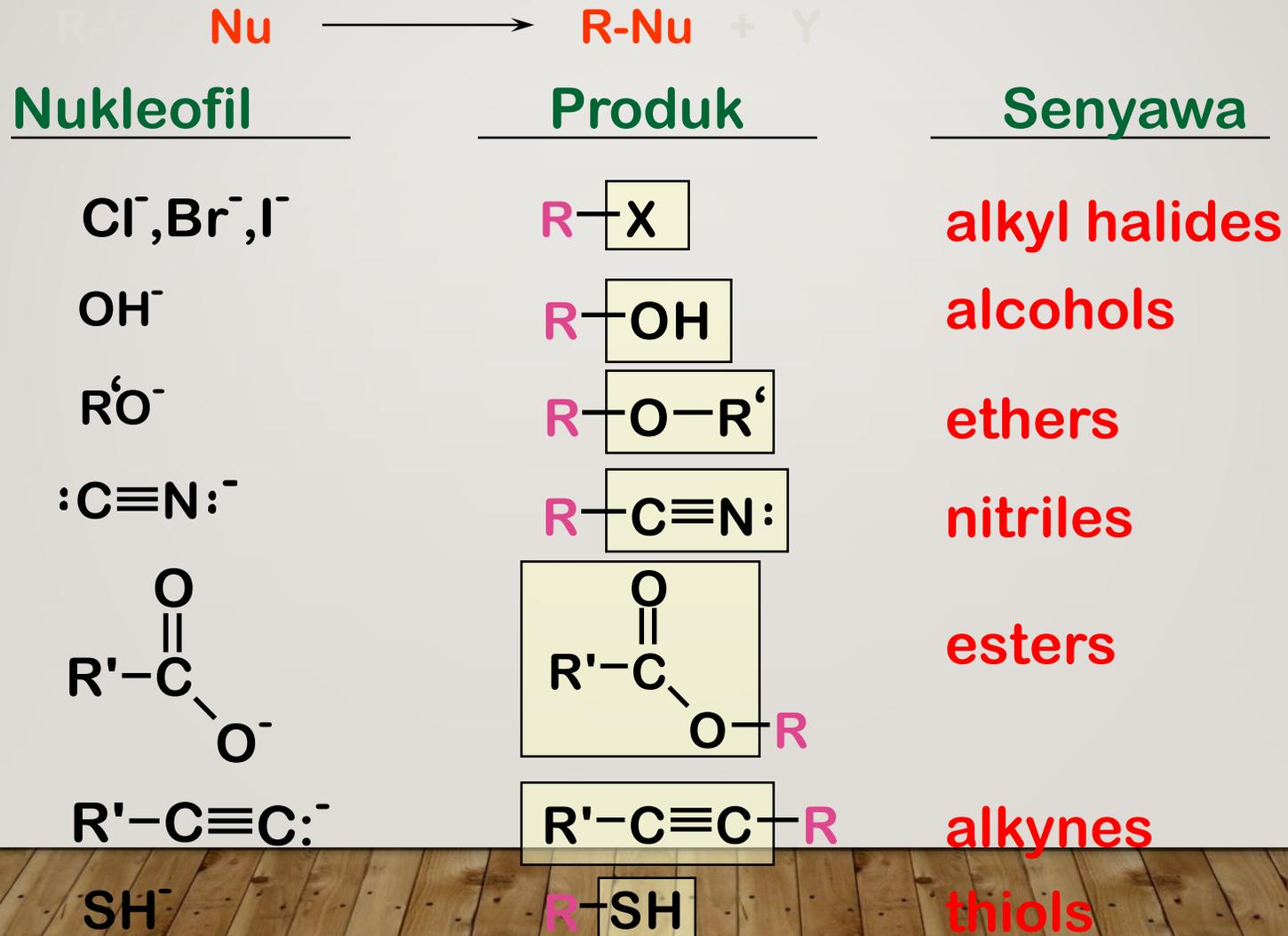


## PENGGANTIAN PADA ATOM H



# NUKLEOFIL

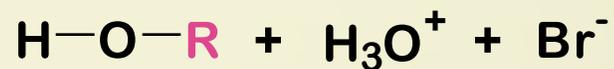
PEMILIHAN NUKLEOFIL UNTUK SINTESIS BERBAGAI SENYAWA ORGANIK:



# NUKLEOFIL YANG TIDAK BERMUATAN



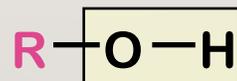
Under some circumstances water will react.



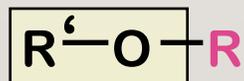
## Nukleofil

## Produk

## Senyawa



alcohols



ethers



amines



amines

30

## Urutan kebasaaan

- I
- Br
- Cl
- ROH
- HOH
- $C\equiv N$
- OH
- OR

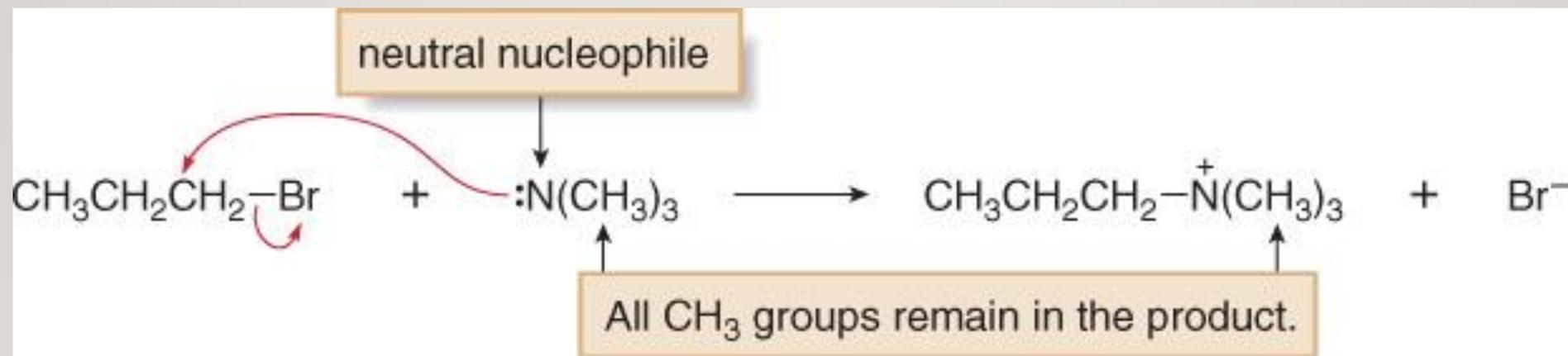
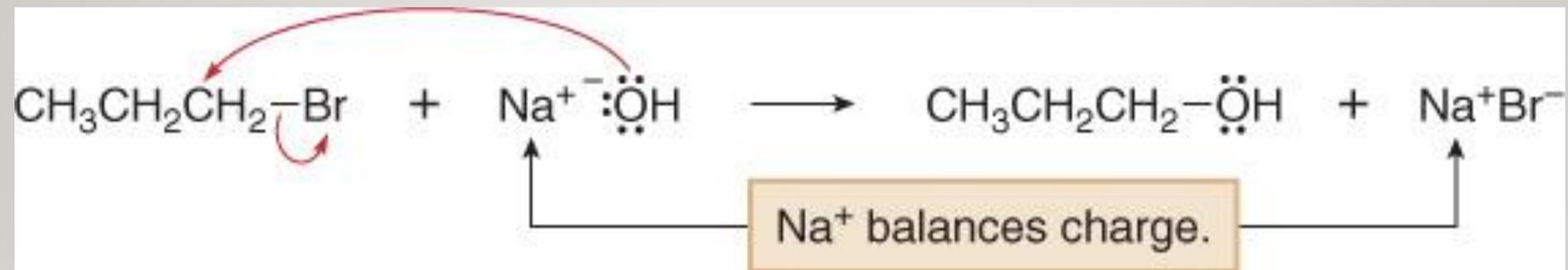
Semakin kuat kebasaaan semakin kuat ikatannya semakin sulit lepas

## Urutan nukleofilisitas

- HOH
- ROH
- Cl
- Br
- OH
- OR
- I
- $C\equiv N$

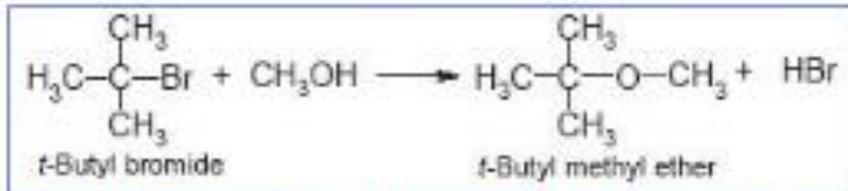
Bawah bisa menggantikan atasnya

Keterangan: semakin ke bawah semakin kuat



- REAKSI 1
- REAKSI S<sub>N</sub>2

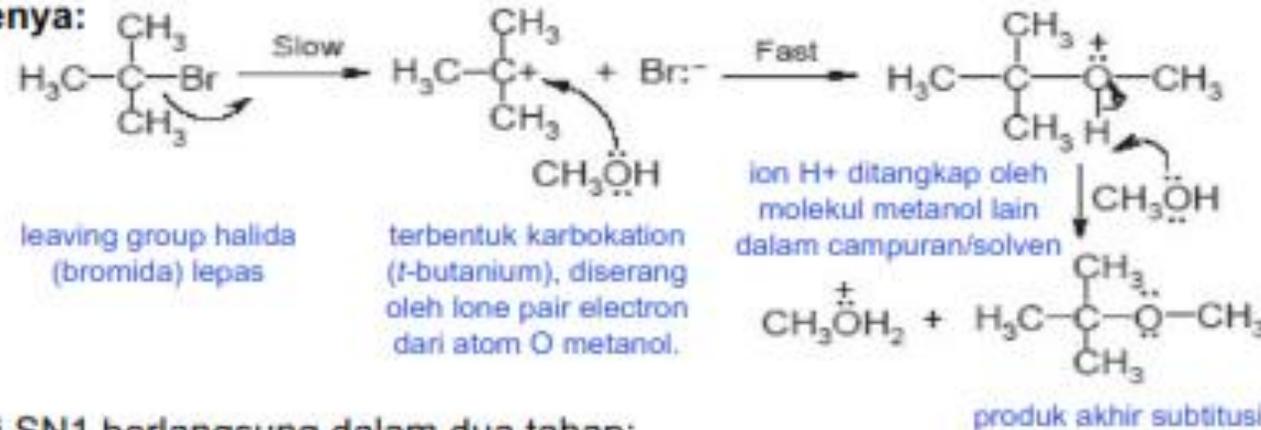
# MEKANISME SN1



Contoh: reaksi antara tersier butil bromida dan metanol

oksigen bermuatan positif karena menyumbangkan elektronnya, kemudian melepaskan ion H<sup>+</sup>

mekanismenya:



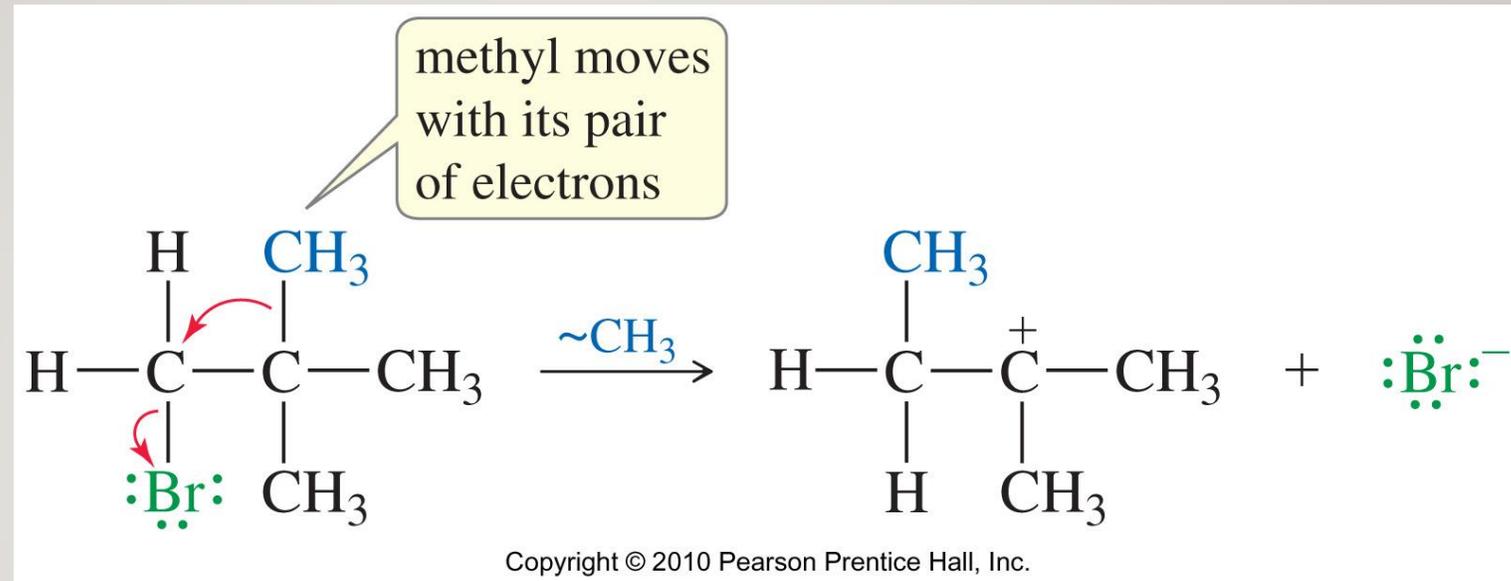
- Reaksi SN1 berlangsung dalam dua tahap:
  - Pembentukan karbokation**, lepasnya leaving group meninggalkan substrat, reaksi berlangsung lambat sehingga menjadi penentu laju/kinetika reaksi.
  - Serangan nukleofil terhadap karbokation**, berlangsung cepat.

Tuliskan (tulis tangan) mekanisme reaksi pada catatan, dan pahami tahap-tahapnya.

# PENATAANULANG PADA REAKSI S<sub>N</sub>I

- Karbokation dapat mengalami penataulangan untuk membentuk suatu intermediet karbokation yang lebih stabil.
- Pergeseran hidrida: H<sup>-</sup> pada karbon yang bersebelahan berikatan dengan C<sup>+</sup>.
- Pergeseran metil: CH<sub>3</sub><sup>-</sup> bergerak dari karbon disebelah karbokation jika tidak terdapat hidrogen yang tersedia.

# PERGESERAN HIDRIDA DAN METIL



- 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.

## Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi SN1

- Efek substituen: Karbokation yang terbentuk pada SN1 menentukan laju reaksi. **Karbokation yang lebih stabil** akan mempercepat laju reaksi substitusi. Stabilitas: karbokation tersier > sekunder > primer. Karbokation primer dan kation metil bersifat tidak stabil, sehingga alkil halida primer maupun metil halida tidak menjalani reaksi SN1.
- Gugus pergi (**leaving group**) yang baik: sangat berpengaruh, karena gugus pergi yang baik dapat mengemban muatan parsial negatif sehingga mempermudah pembentukan karbokation. Semakin lemah ikatan, gugus semakin mudah pergi.
  - Anion (spesi bermuatan negatif):  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $R-SO_3^-$  (sulfonat),  $R-SO_4^-$  (sulfat),  $R-PO_4^-$  (fosfat).
  - Spesi netral:  $H_2O$  (air),  $R-OH$  (alkohol),  $R_3N$  (amina),  $R_3P$ .
- Leaving group akan lebih mudah distabilkan dalam pelarut polar, atau ditambahkan senyawa untuk mengikat leaving group.
- Kekuatan nukleofil: Nukleofil tidak berperan dalam laju reaksi SN1 karena nukleofil baru terlibat dalam reaksi setelah pembentukan karbokation. Tahap penentu laju reaksi SN1 adalah tahap pembentukan karbokation.

# Faktor-faktor yang menentukan SN<sup>1</sup>

## ➤ Pengaruh gugus lepas

- Gugus lepas akan lebih mudah lepas jika memiliki energi ikatan kecil, jadi tergantung pada kekuatan ikatan antara substrak dengan *leaving group* **C-F > C-Cl > C-Br > C-I**
- Makin besar sifat kebasaan X<sup>-</sup> makin kuat terikat pada R sehingga sulit lepas.
- X<sup>-</sup> akan mudah distabilkan, dalam pelarut polar, jadi reaksi ini akan mudah terjadi jika ditambahkan AgNO<sub>3</sub> untuk mengikat X yang lepas membentuk AgX

➤ Pengaruh pereaksi/penyerang atau gugus yg akan masuk

- Pada reaksi SN1 gugus yang masuk tidak terlalu berpengaruh karena tahap penentu laju reaksi adalah pembentukan karbokation  $R^+$

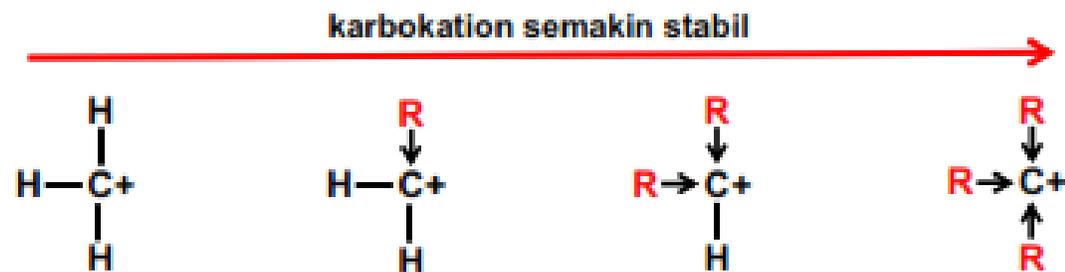
➤ Pengaruh Struktur R

- Makin besar struktur R-nya, makin mudah terjadi disebabkan kestabilan  $R^+$  yg ditinggalkan oleh gugus pergi. Hal ini dikarenakan adanya perubahan sudut dari karbon  $Sp^3$  ke  $Sp^2$ . dan distabilkan oleh adanya resonansi atau hiperkonyugasi  $(3^\circ > 2^\circ > 1^\circ > CH_3)$

# Stabilitas Karbokation

- Gugus alkil memiliki sifat induksi elektron ikatan.
- Ikatan kimia adalah penggunaan 2 elektron secara bersama-sama oleh 2 atom yang saling berikatan.
- Induksi adalah efek dorongan elektron ikatan, namun tidak menyebabkan lepasnya elektron ikatan, tidak ada perpindahan elektron ikatan untuk dimiliki salah satu atom.
- Karbokation, karbon bermuatan positif dapat mengalami stabilisasi oleh efek induksi elektron dari rantai alkil yang terikat.

Efek induksi digambarkan dengan tanda panah pada ikatan.



metil

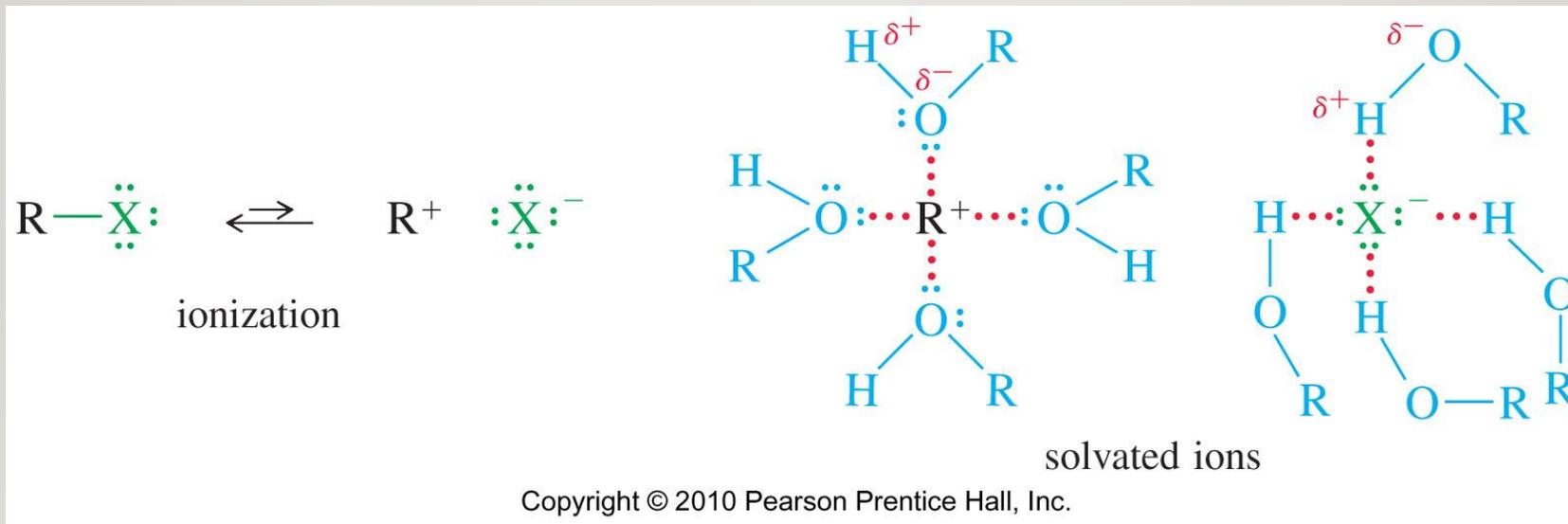
karbon primer,  
mengikat satu alkil,  
mendapat efek induksi  
dari satu alkil

karbon sekunder,  
mengikat dua alkil,  
mendapat efek induksi  
dari dua alkil

karbon tersier,  
mengikat tiga alkil,  
mendapat efek induksi  
dari tiga alkil

# EFEK SOLVASI

- **Pelarut polar protik** merupakan pelarut terbaik yang bisa digunakan **untuk reaksi S<sub>N</sub>I** karena pelarut ini dapat **mensolvasi kedua ion** (karbokation dan gugus pergi) dengan kuat melalui ikatan hidrogen.

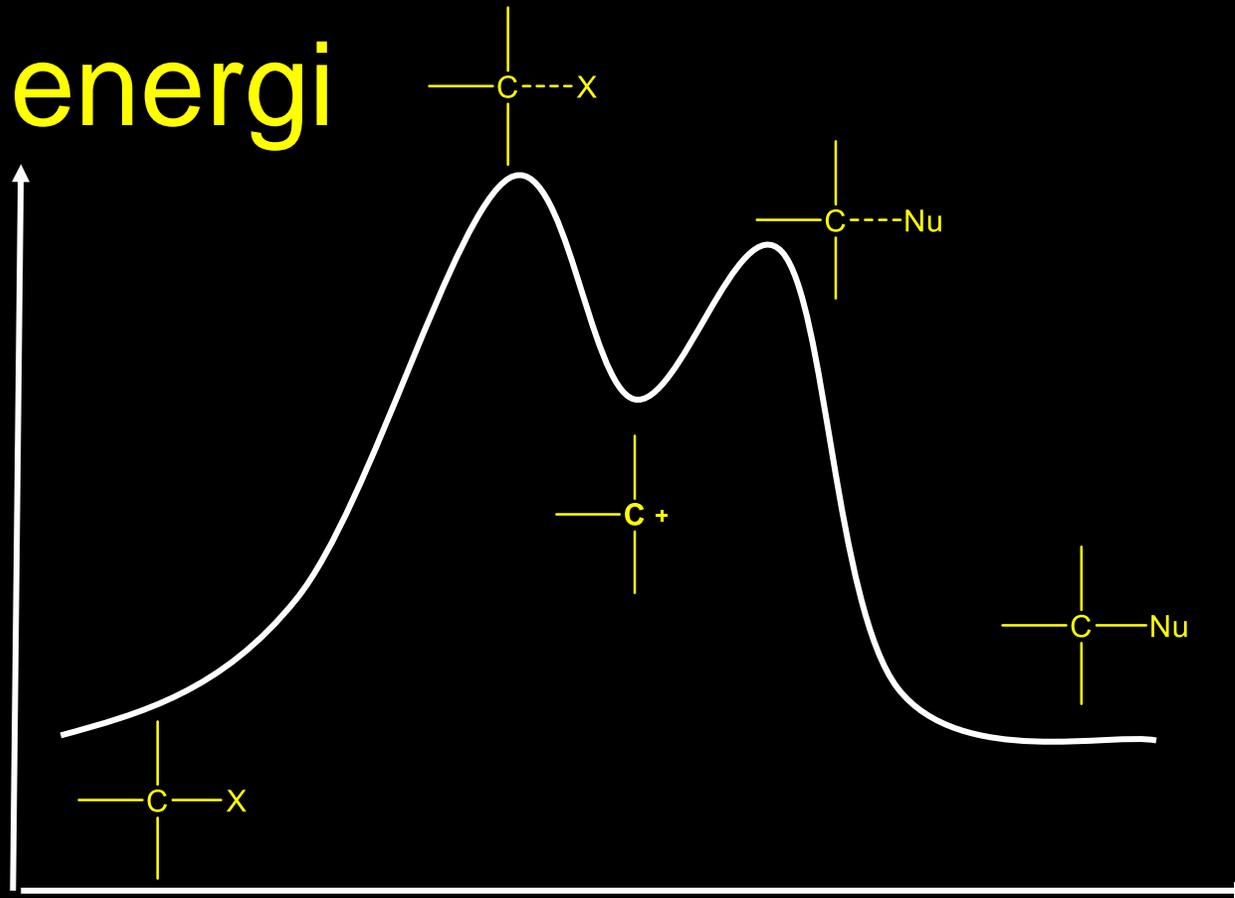


# Kinetika Reaksi SN1:

$$V = k[RX]$$

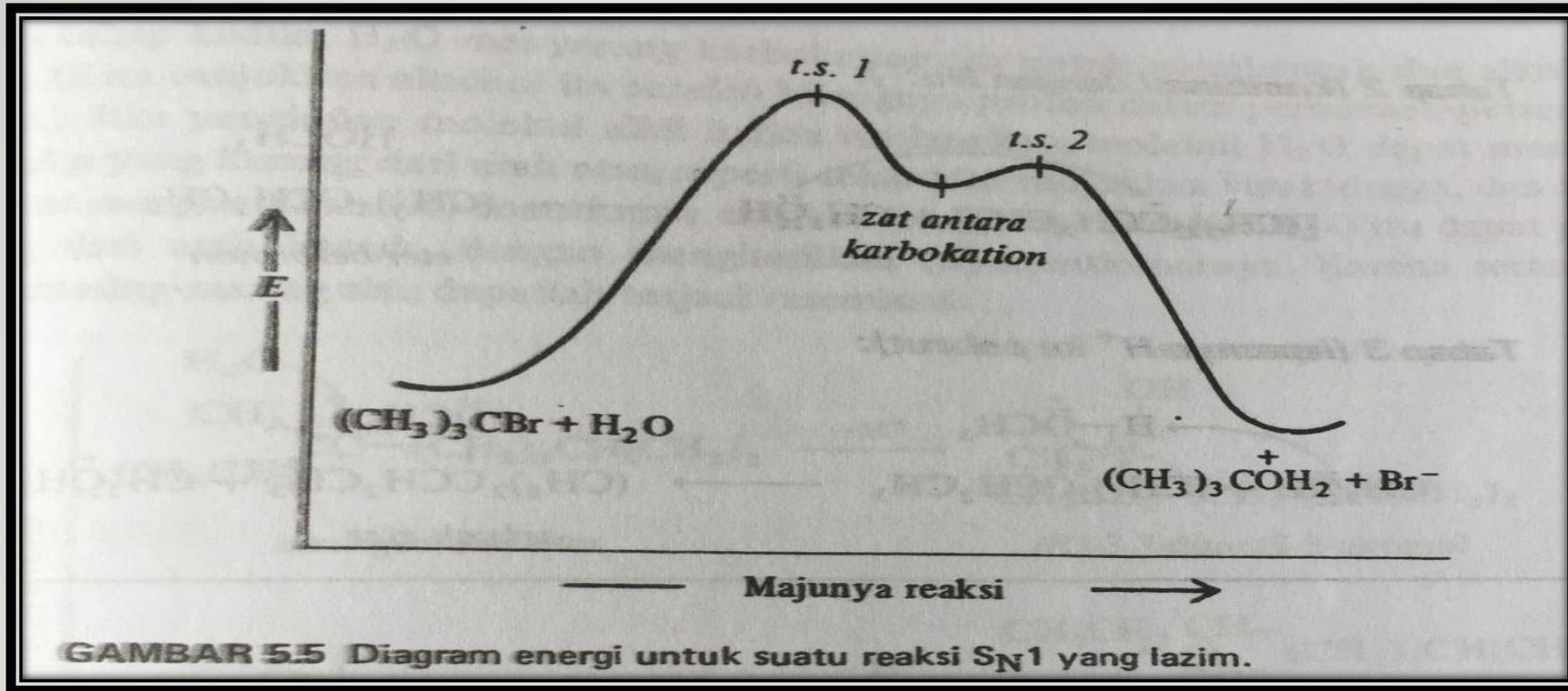
orde pertama dan bergantung pada substrat

## Profil energi



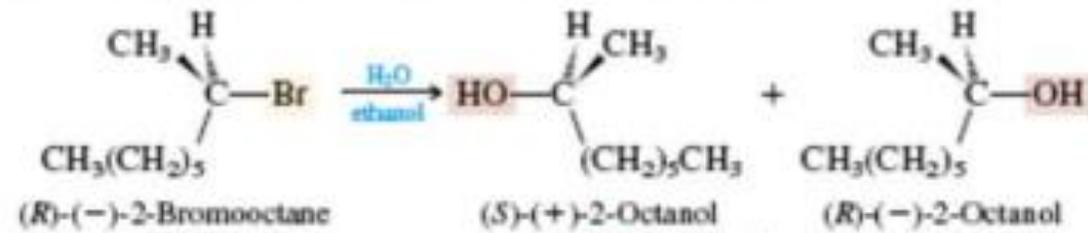
reaksi keseluruhan t-butyl bromida dengan air sebenarnya terdiri dari dua reaksi yang terpisah : reaksi S<sub>N</sub>1 (ionisasi yang diikuti oleh kombinasi dengan nukleofil dan suatu reaksi asam – basa.

Diagram energi reaksi S<sub>N</sub>1:



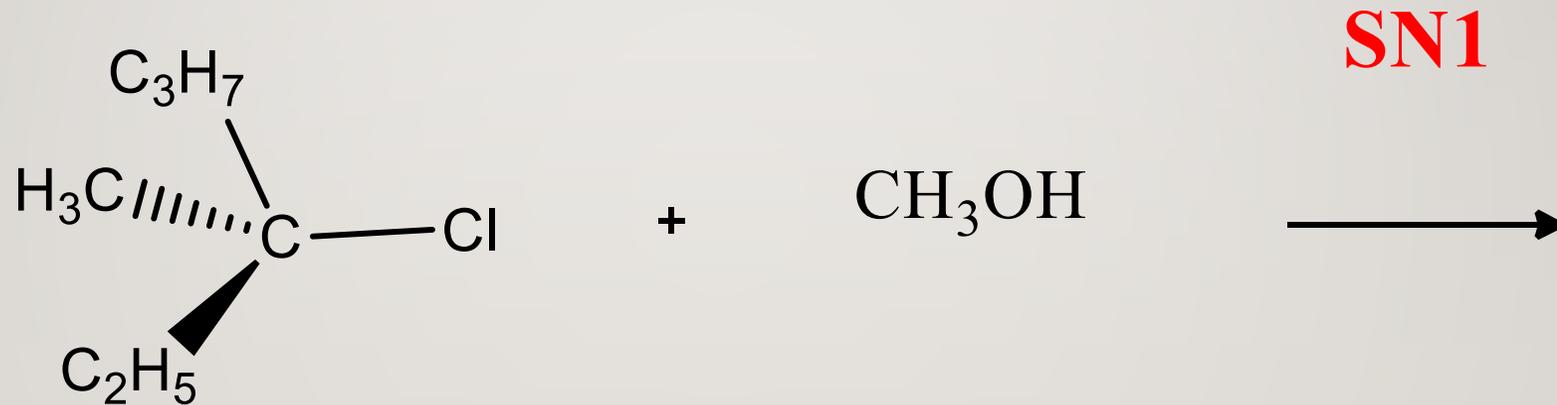
## Latihan menggambar tahap-tahap mekanisme reaksi SN1

- Bromo-oktan dan air, dalam solven alkohol.



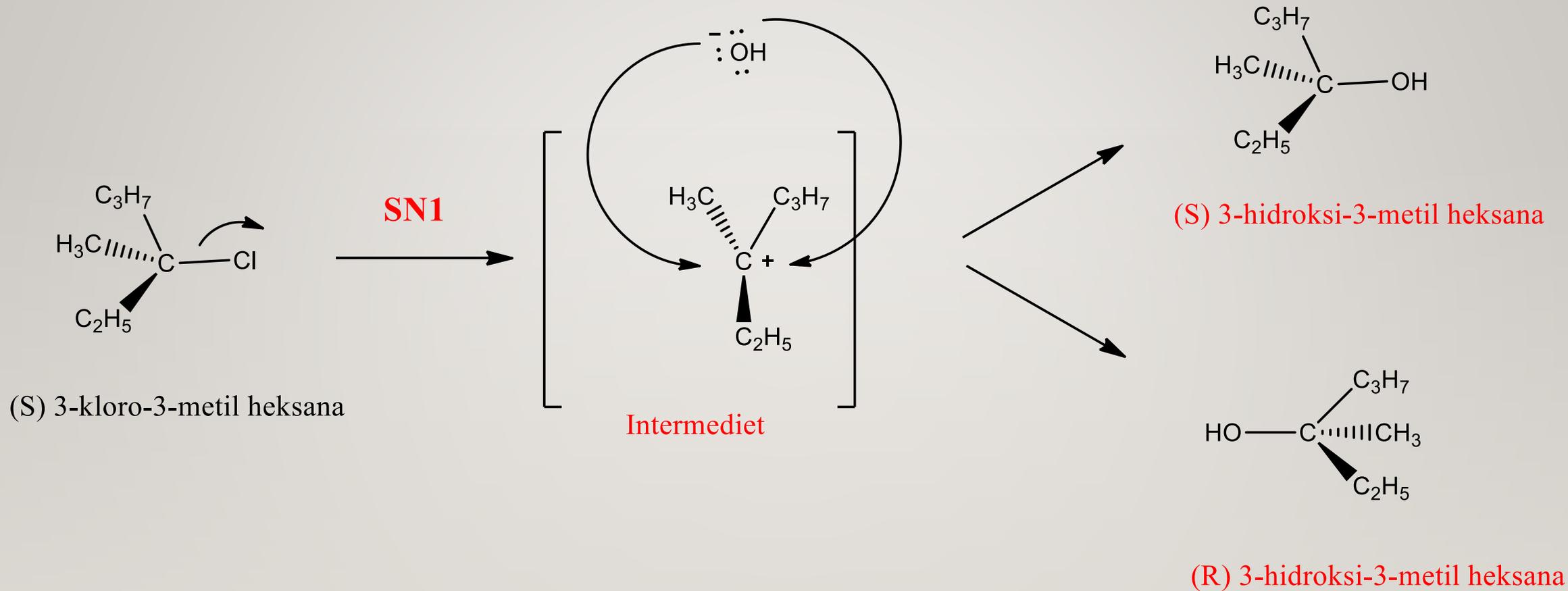
- Manakah dan jelaskan yang lebih mudah terjadi reaksi SN1 antara:
  1. Isopropilbromida dengan isobutilbromida.
  2. Siklopentil iodida dengan 1-metilsiklopentil iodida
  3. Siklopentil Bromida dengan 1-bromo-2,2-dimetilpropana
- Tulis mekanisme reaksi hidrolisis yang terjadi jika tersierbutil klorida bereaksi dengan air.

Tuliskan mekanisme reaksi dari reaksi **SN1** (S) 3-kloro-3-metil heksana dengan etanol



(S) 3-kloro-3-metil heksana

**Alkilhalida tersier**



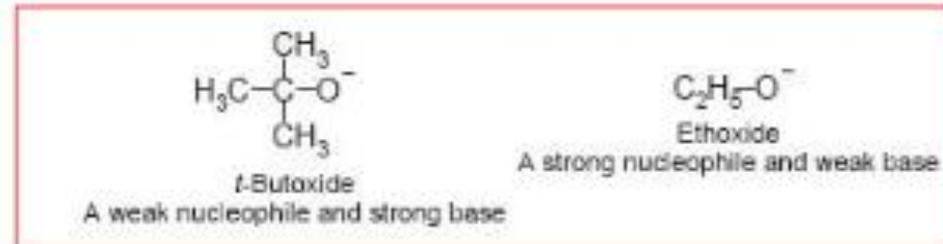


## Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi SN2

- Gugus pergi yang baik: gugus pergi yang baik penting untuk reaksi SN1 maupun SN2.
- **Kekuatan relatif nukleofil**: nukleofil yang bermuatan negatif lebih kuat dari nukleofil netral.

Metanol akan bereaksi dengan metil iodida. Demikian pula halnya dengan natrium etoksida. *Mana yang reaksinya lebih cepat?*

- **Efek Sterik** pada nukleofil: nukleofil dengan struktur yang lebih meruah akan terintangi ketika membentuk ikatan tunggal.



\*) Sterik: ukuran meruah/besar, sehingga menyulitkan terjadinya reaksi.

# S<sub>N</sub>2: KEKUATAN NUKLEOFILIK

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

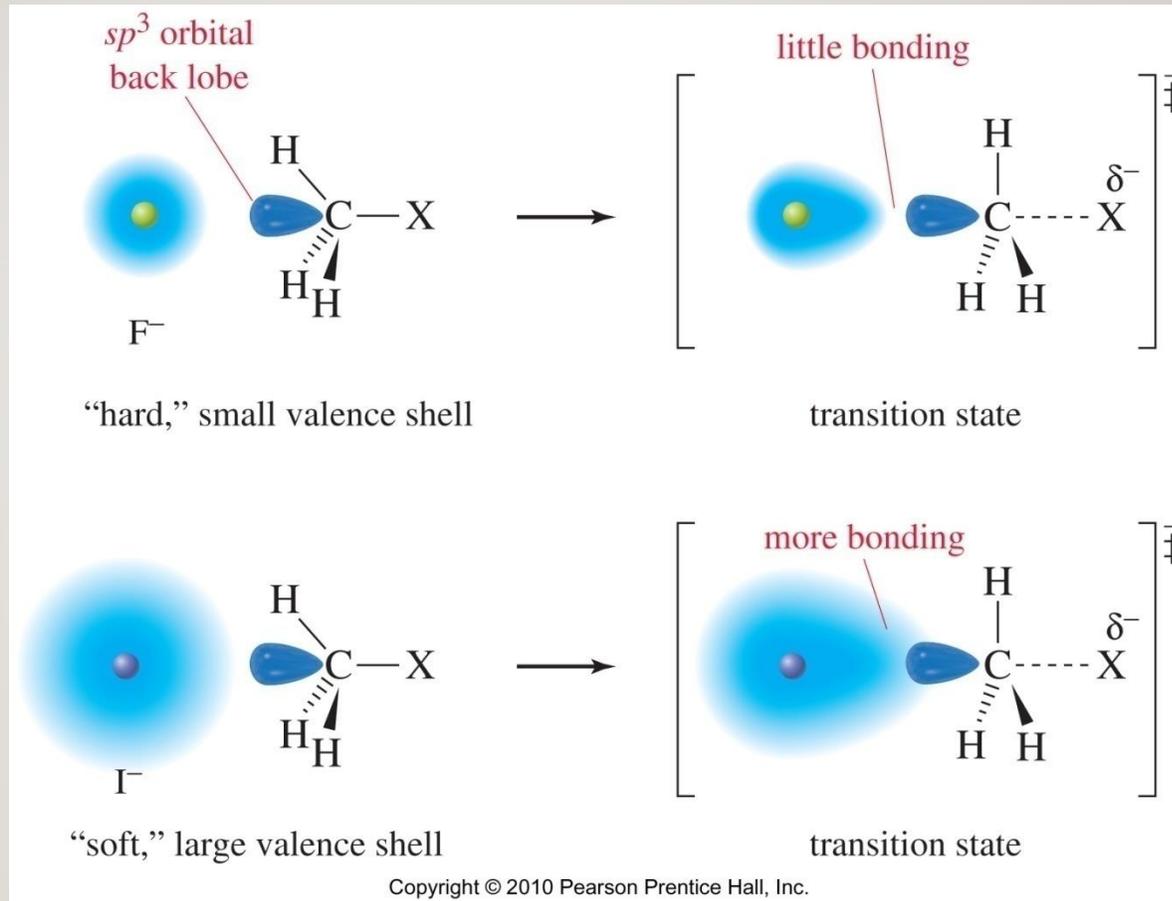
|                     |  |                       |   |
|---------------------|--|-----------------------|---|
| strong nucleophiles | $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{P}:$<br>$-\ddot{\text{S}}-\text{H}$<br>$:\ddot{\text{I}}:^-$<br>$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\ddot{\text{N}}\text{H}$<br>$-\text{:C}\equiv\text{N}$<br>$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}:$<br>$\text{H}-\ddot{\text{O}}:^-$<br>$\text{CH}_3-\ddot{\text{O}}:^-$ | moderate nucleophiles | $:\ddot{\text{Br}}:^-$<br>$:\text{NH}_3$<br>$\text{CH}_3-\ddot{\text{S}}-\text{CH}_3$<br>$:\ddot{\text{Cl}}:^-$<br>$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}-\ddot{\text{O}}:^- \end{array}$ |
|                     |  | weak nucleophiles     | $:\ddot{\text{F}}:^-$<br>$\text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$<br>$\text{CH}_3-\ddot{\text{O}}-\text{H}$  |

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

# KECENDERUNGAN NUKLEOFILISITAS

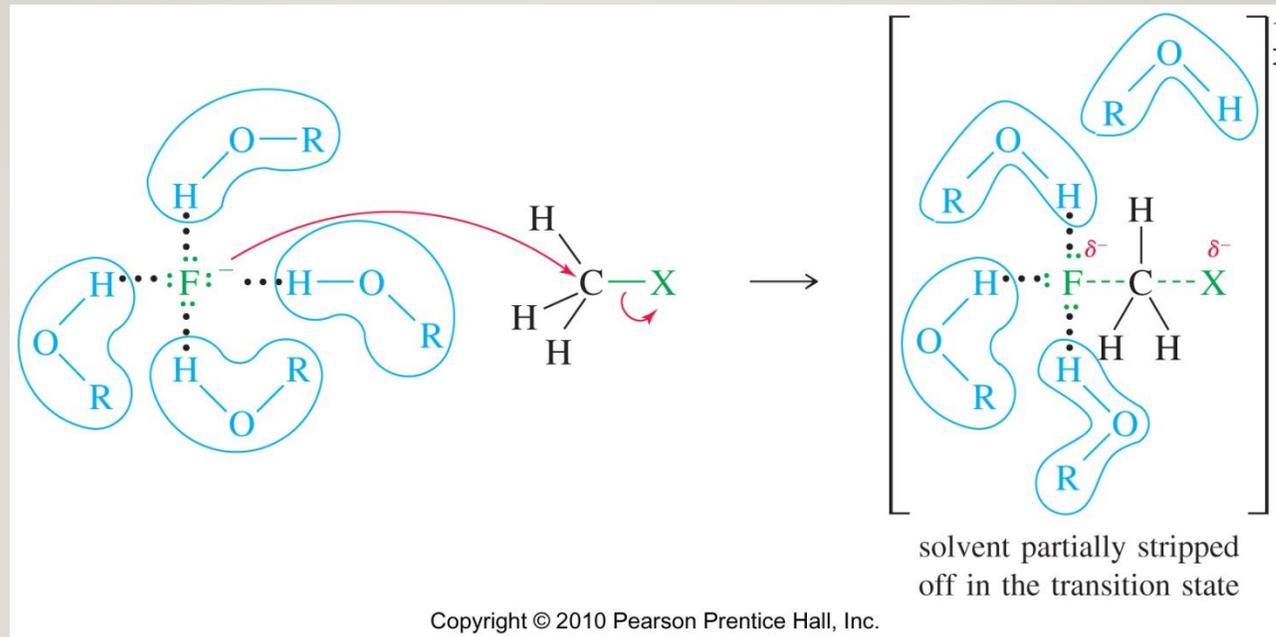
- Suatu nukleofil bermuatan negatif relatif lebih kuat dibandingkan dengan molekul netralnya :  
$$\text{OH}^- > \text{H}_2\text{O} \quad \text{HS}^- > \text{H}_2\text{S} \quad \text{NH}_2^- > \text{NH}_3$$
- Nukleofilisitas turun dari kiri ke kanan dalam satu periode:  
$$\text{OH}^- > \text{F}^- \quad \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$$
- Nukleofilisitas naik dari atas ke bawah dalam satu periode karena adanya peningkatan polarisabilitas:  
$$\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$$

# EFEK POLARISABILITAS



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

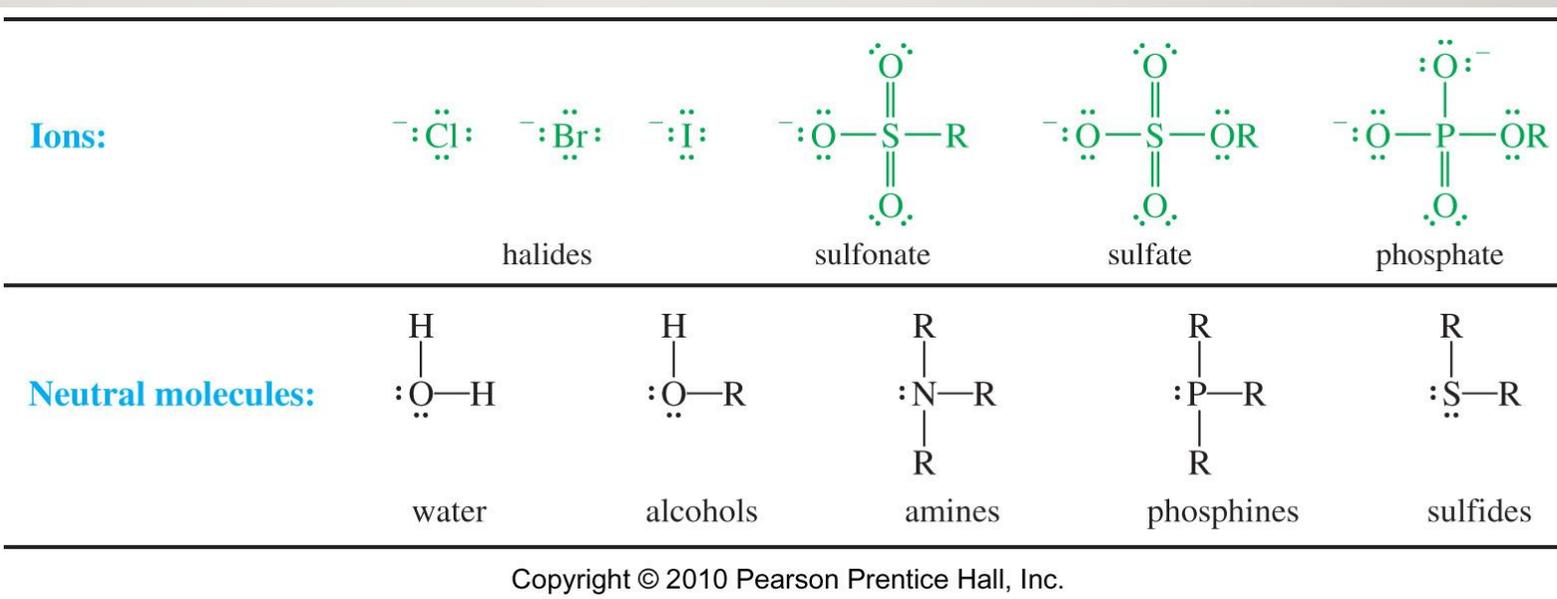


- Pelarut polar protik memiliki hidrogen asam (O—H atau N—H) yang dapat mensolvasi nukleofil sehingga mengurangi nukleofilisitasnya.
- Nukleofilisitas dalam pelarut protik meningkat seiring dengan meningkatnya ukuran atom.

# 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



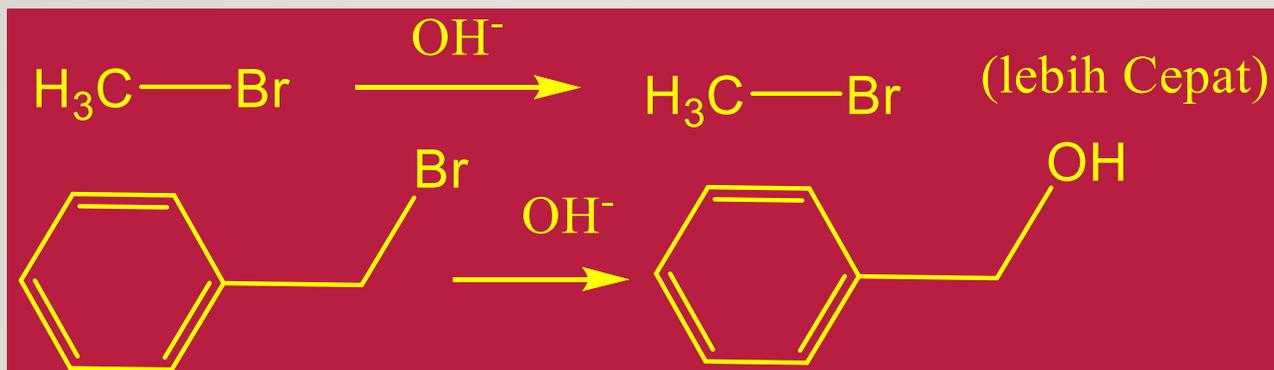
# EFEK STERIK RX SN<sup>2</sup>

## ➤ Struktur RX: Kepositifan dan halangan sterik

- Makin penuh sesak keadaan struktur RX, energinya makin tinggi, sehingga reaksi akan semakin lambat. Sehingga kecepatan reaksi ( $1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$ )

|            |                    |                      |                                    |                                    |
|------------|--------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|            | CH <sub>3</sub> Cl | MeCH <sub>2</sub> Cl | Me <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl | Me <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl |
| v: relatif | 1                  | $2.7 \times 10^{-2}$ | $4.9 \times 10^{-4}$               | $2.2 \times 10^{-5}$               |

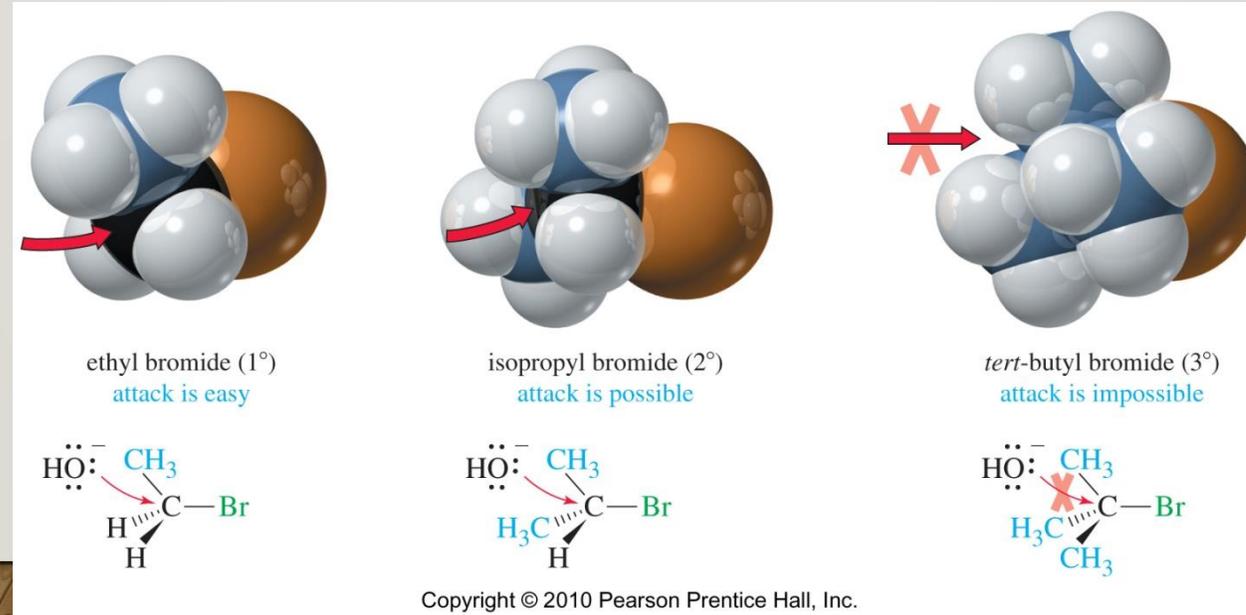
makin besar gugus R, rx semakin lambat karena pereaksi yg akan masuk terhalang oleh sesaknya gugus R pada atom C yang mengikat *leaving group*



- ada pengaruh Sterik
- lebih mudah membentuk karbokation

# Efek sterik substrak pada reaksi $S_N2$

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



## Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi SN2

- **Efek sterik** substrat: elektrofil yang lebih meruah akan menyulitkan substitusi oleh nukleofil pada reaksi S<sub>N</sub>2

Relative rates for S<sub>N</sub>2 : methyl halides > 1° > 2° > 3° alkyl halides.

Makin sterik (sesak) keadaan struktur R-X, energinya makin tinggi, sehingga reaksi akan semakin lambat. Sehingga kecepatan reaksi (**1° > 2° > 3°**)

|                     |                    |                      |                                    |                                    |
|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                     | CH <sub>3</sub> Cl | MeCH <sub>2</sub> Cl | Me <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl | Me <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl |
| kecepatan relatif : | 1                  | 2.7x10 <sup>-2</sup> | 4.9x10 <sup>-4</sup>               | 2.2x10 <sup>-5</sup>               |

makin besar gugus R, reaksi semakin lambat karena pereaksi yg akan masuk terhalang oleh sesaknya gugus R pada atom C yang mengikat *leaving group*

## ➤ Dari jenis X: *leaving Group*

- $C-F < C-Cl < C-Br < C-I$

faktor kebasaan dan kenukleofilan (*tidak selalu sejalan*)

kebasaan: kemampuan menarik elektron

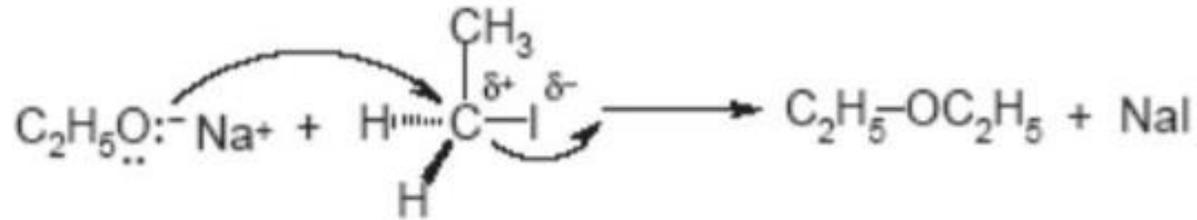
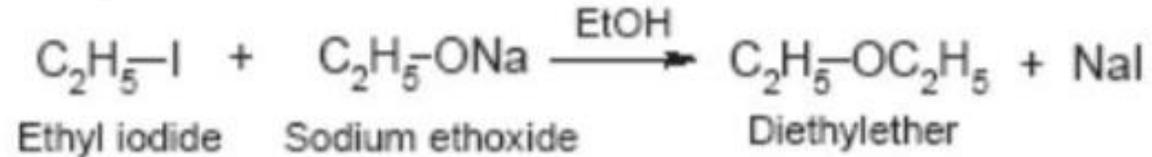
kenukleofilan: kemampuan menyerang inti/*nukleus*

## ➤ Lingkungan

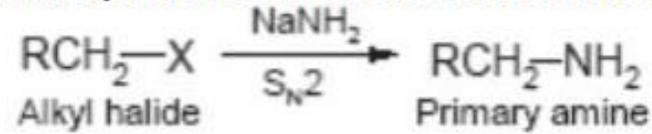
- Tidak terlalu dipengaruhi oleh kepolaran

## Beberapa contoh reaksi SN2

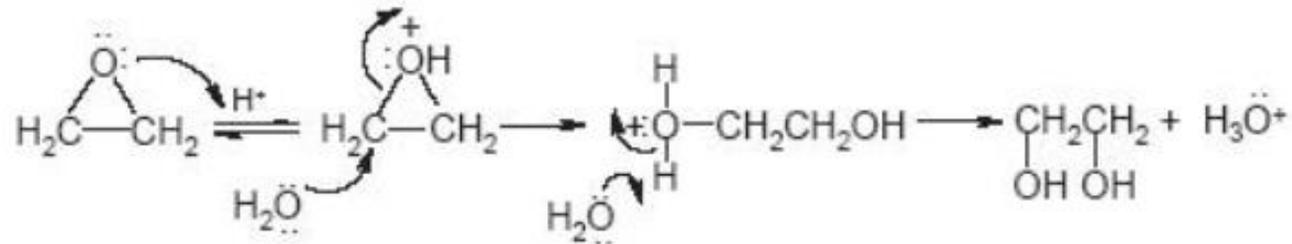
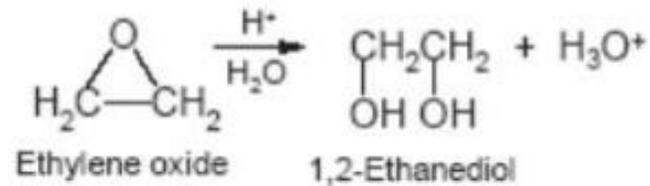
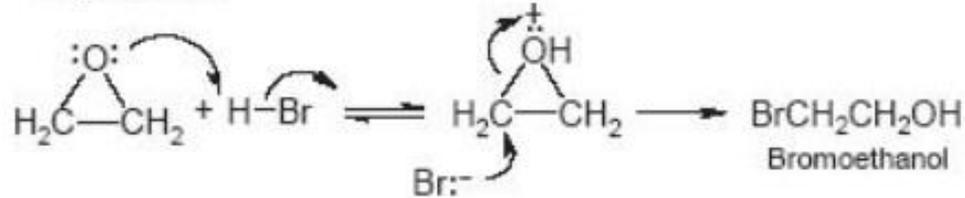
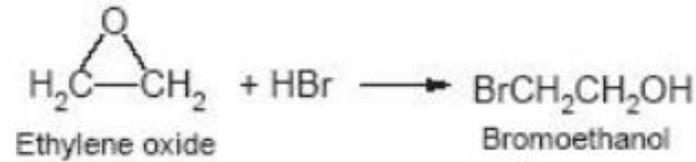
- Pembuatan eter dari suatu alkil halida: Sintesis Williamson. Reaksi ini terbatas hanya untuk alkil halida primer, sementara alkil halida lain akan lebih cenderung mengalami reaksi eliminasi.



- Pembuatan amina primer dari alkil halida: berlangsung secara SN2

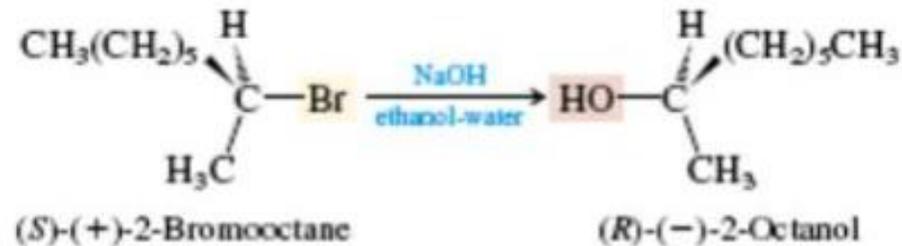


- Pembuatan alkohol dari suatu epoksida :



## Latihan menggambar tahap-tahap mekanisme reaksi SN2

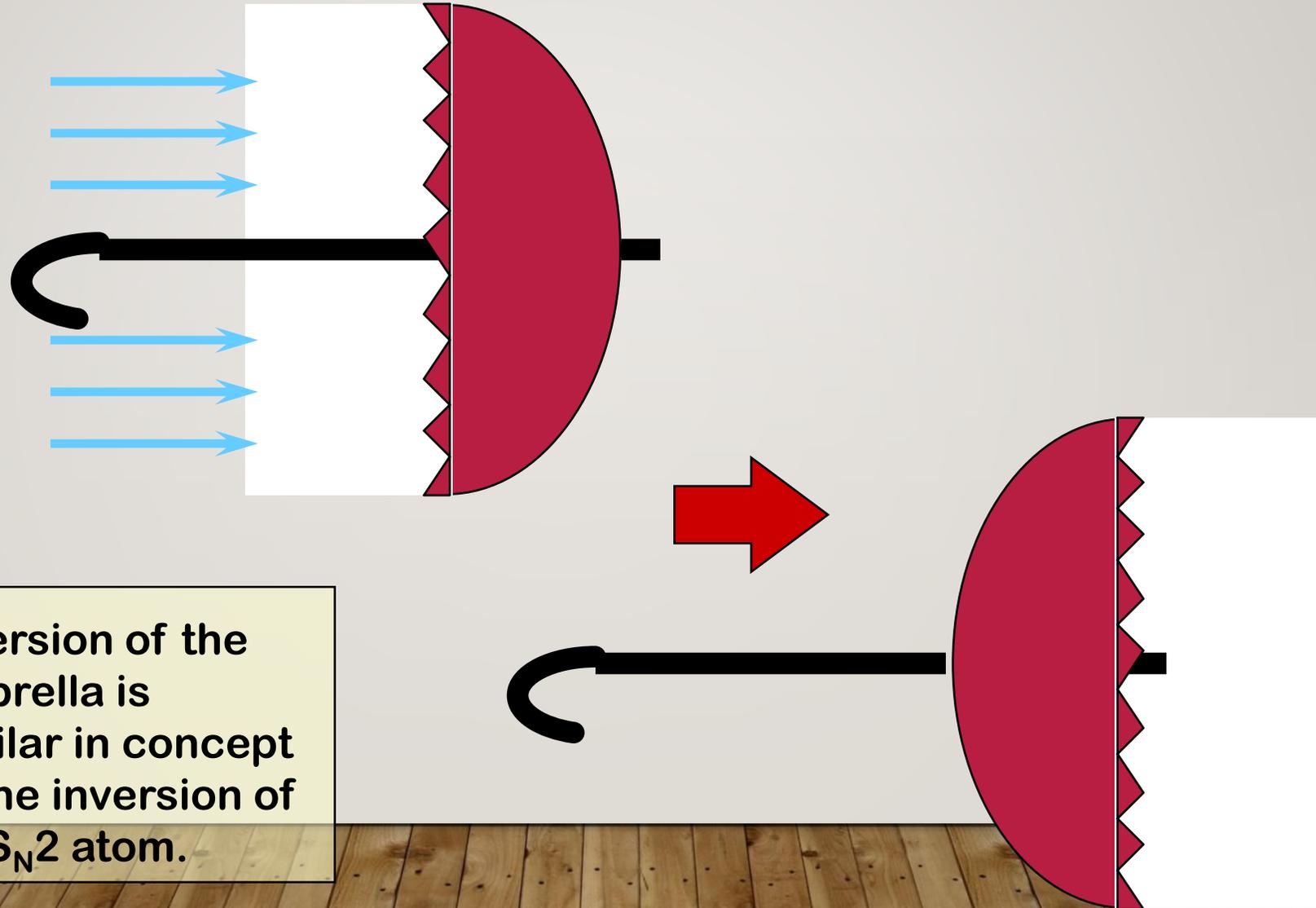
- **(S)-2-Bromooktana** dan **hidroksida** (dari NaOH), dalam solven alkohol-air.



- Manakah dan jelaskan yang lebih mudah terjadi reaksi SN2 antara:
  1. 1-kloroheksana dengan sikloheksana.
  2. 1-bromopentana dengan 3-bromopentana
  3. 2-bromo-2-metilheksana dengan 2-bromo-5-metilheksana

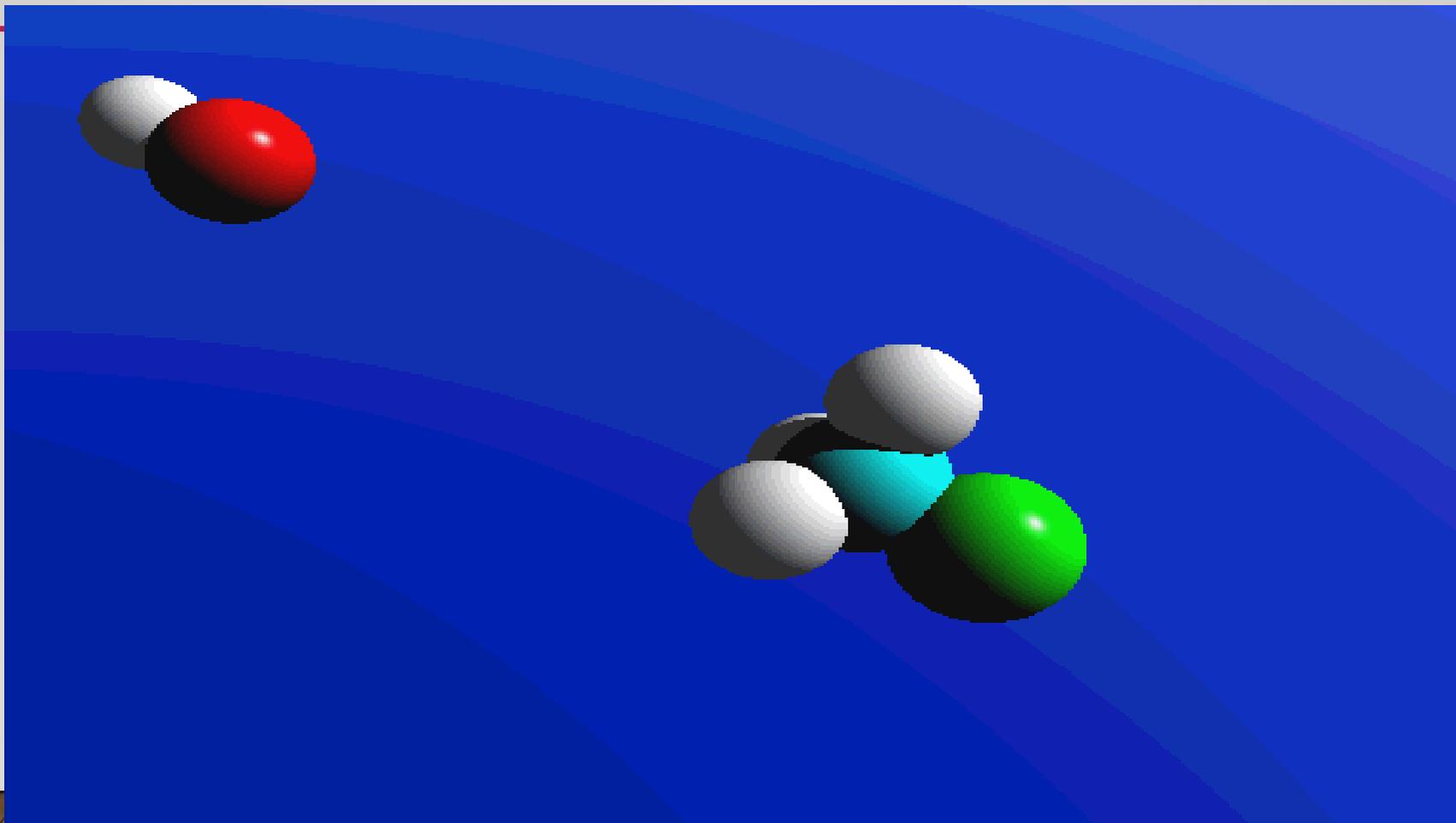
## CONCEPTUAL ANALOGY 2

# INVERSION OF AN UMBRELLA IN THE WIND

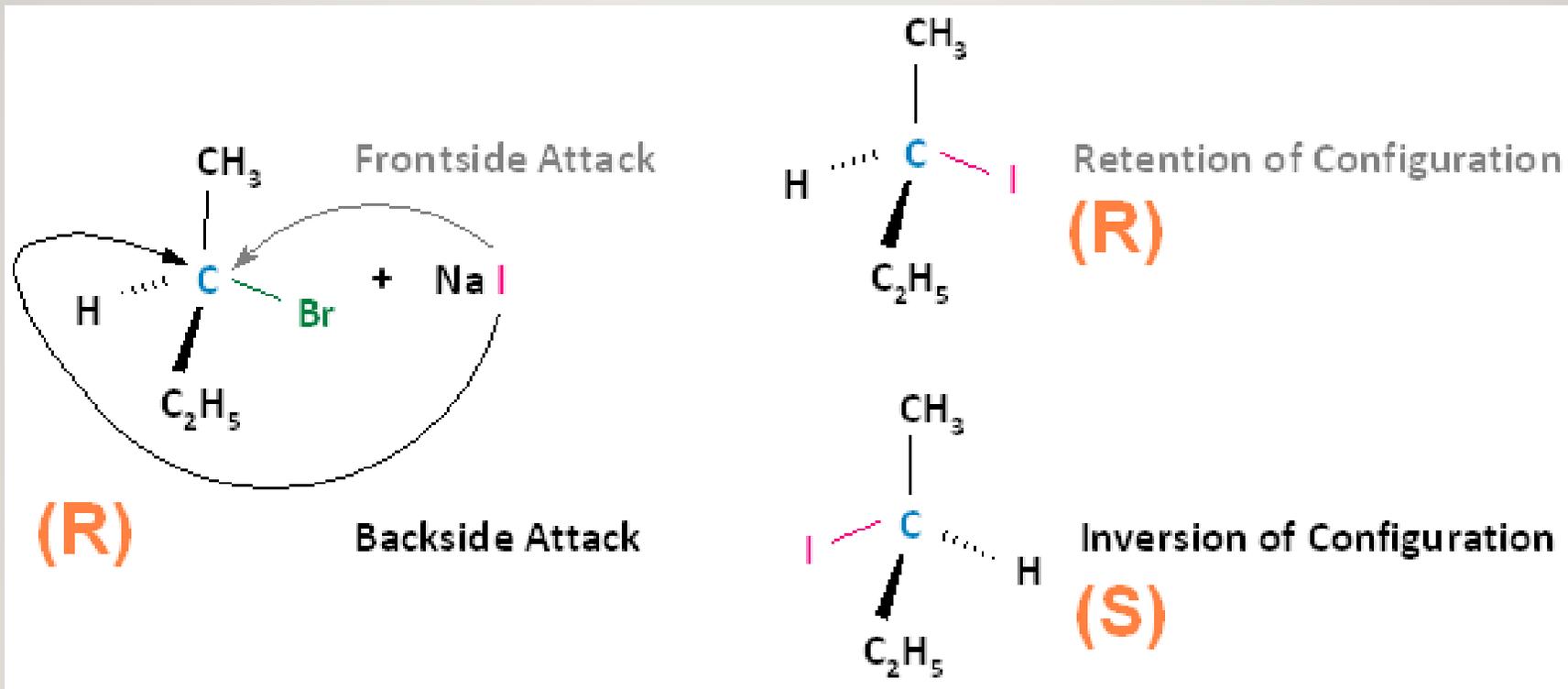


Inversion of the umbrella is similar in concept to the inversion of an  $S_N2$  atom.

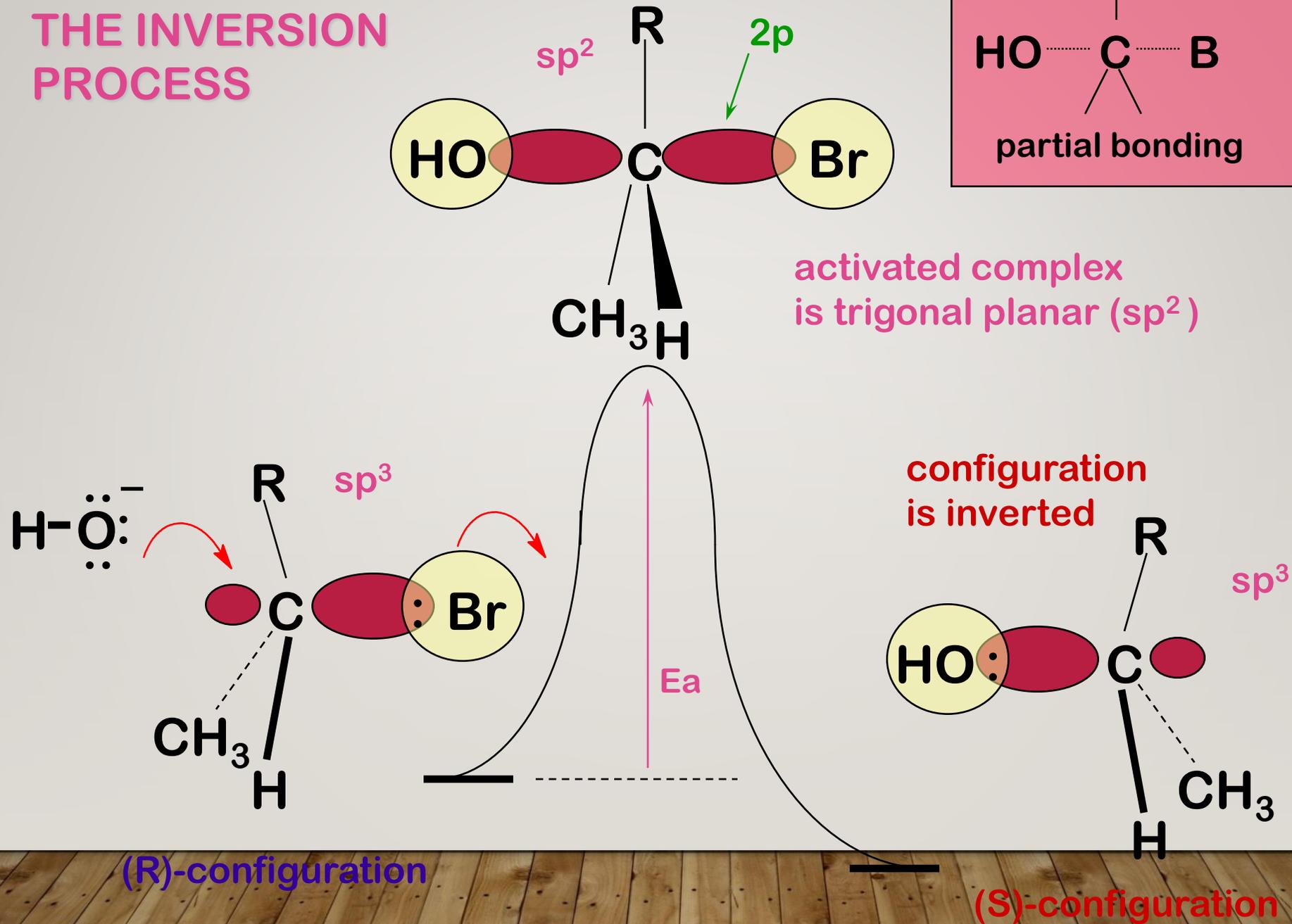
# ANIMASI REAKSI S<sub>N</sub>2



# Arah serangan nukleofil



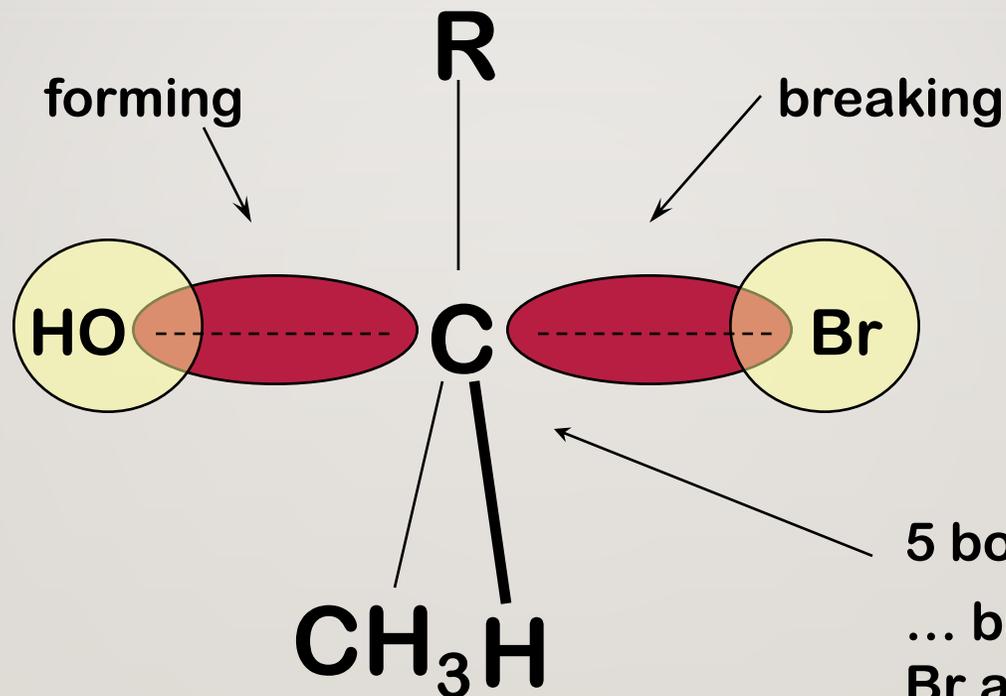
# THE INVERSION PROCESS



# ACTIVATED COMPLEX FOR S<sub>N</sub>2

MIDPOINT OF THE REACTION

trigonal planar (sp<sup>2</sup>)



5 bonds to Carbon  
... but the bonds to  
Br and OH are only  
half-formed and  
are not full bonds.

**NOT A STABLE SPECIES**

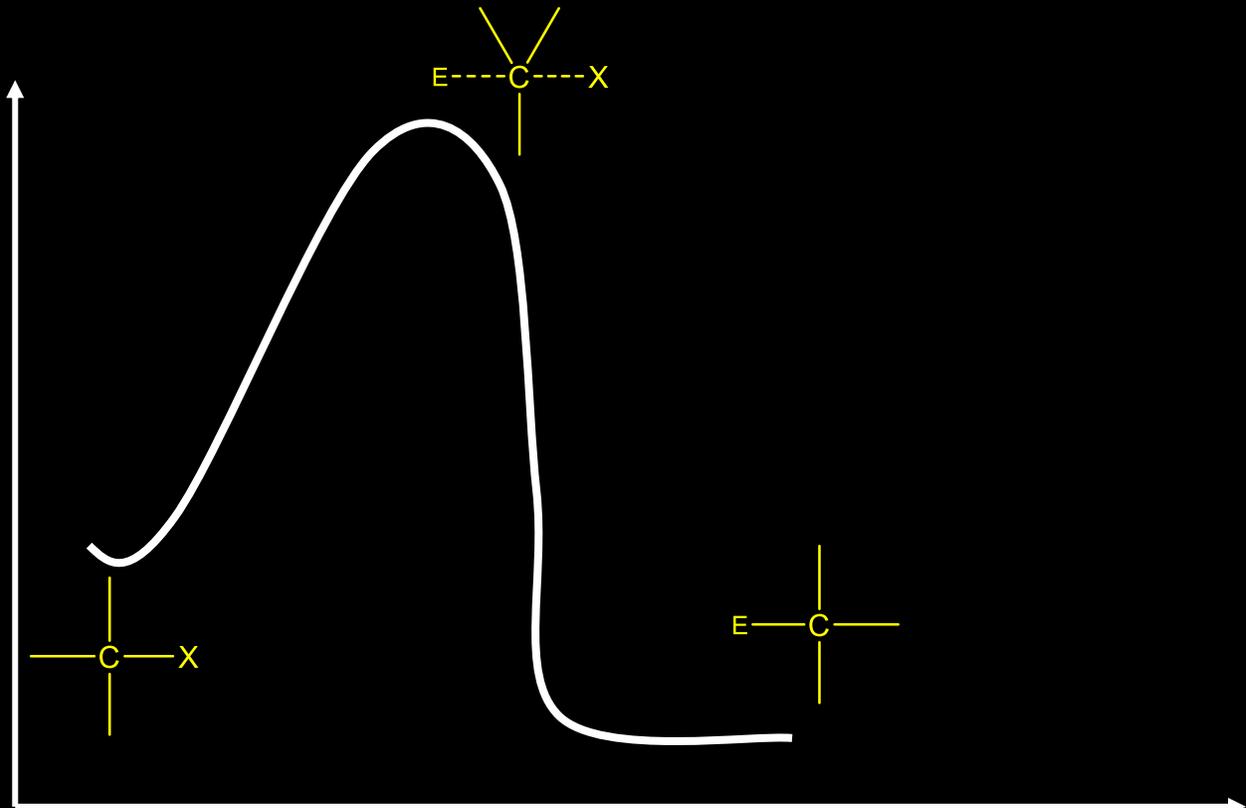
# Kinetika Reaksi SN2:



orde kedua

bergantung pada substrat dan pereaksi

➤ Profil Energi

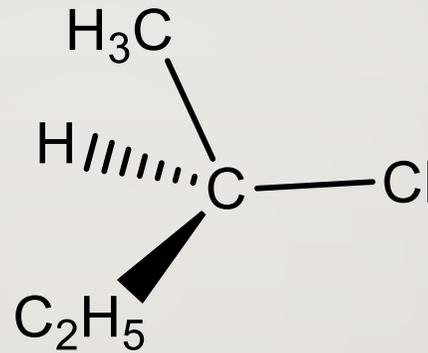


Tuliskan mekanisme reaksi (yang menunjukkan stereo kimia dengan menggunakan rumus dimensional) untuk reaksi **SN2** dari (R)-2-kloro butana dengan  $^-OCH_3$



Nukleofil Kuat

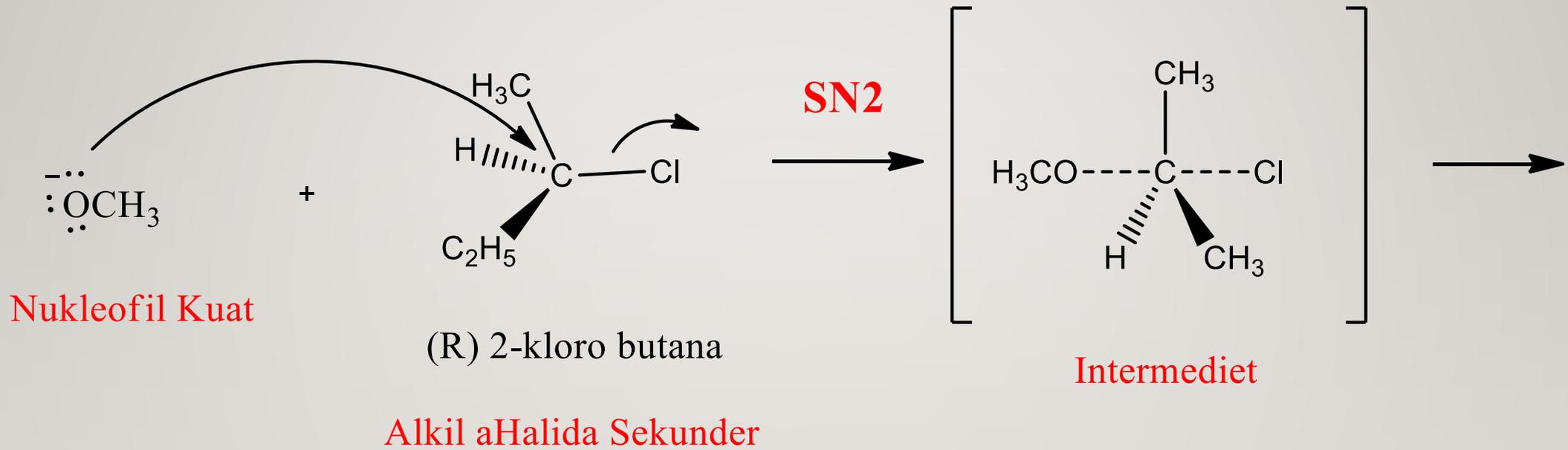
+

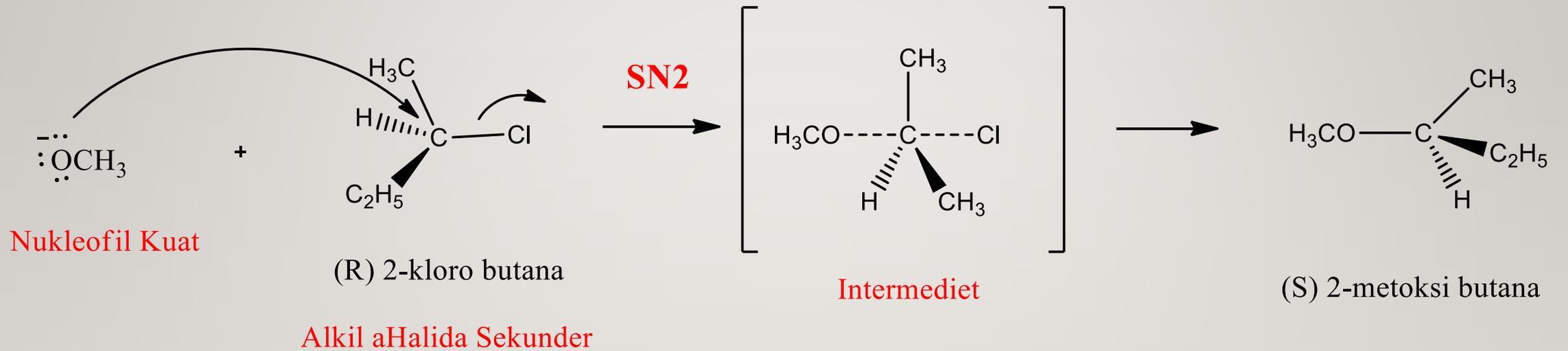


(R) 2-kloro butana

AlkilaHalida Sekunder







# Perbandingan $S_N^1$ dan $S_N^2$

|                  | $S_N^2$                       | $S_N^1$                           |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Struktur RX      |                               |                                   |
| Primer or $CH_3$ | terjadi                       | Tidak                             |
| 2°               | kadang2                       | Kadang2                           |
| 3°               | tidak                         | Terjadi                           |
| stereokimia      | inversi                       | Rasemisasi                        |
| Nu <sup>-</sup>  | Anion (disukai)               | Netral (disukai)                  |
| Pelarut          | Sedikit dipengaruhi kepolaran | Kec. Sangat dipengaruhi kepolaran |

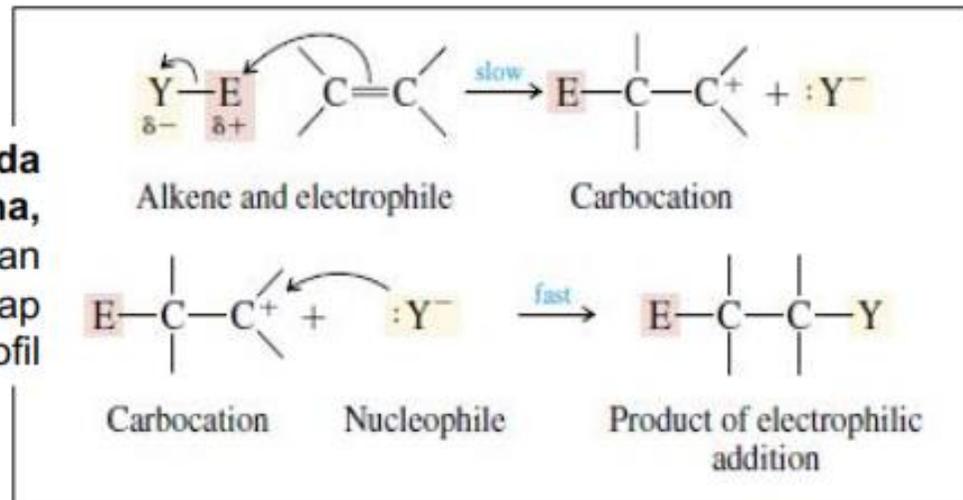
# MEKANISME S<sub>N</sub>1 ATAU S<sub>N</sub>2?

| S <sub>N</sub> 2            | S <sub>N</sub> 1                                    |
|-----------------------------|---|
| CH <sub>3</sub> X > 1° > 2° | 3° > 2°   |
| Nukleofil kuat              | Nukleofil lemah (dapat juga berupa molekul pelarut) |
| Pelarut polar aprotik       | Pelarut polar protik                                |
| laju = k[alil halida][Nuk]  | laju = k[alkil halida]                              |
| Inversi pada karbon kiral   | rasemisasi  |
| Tidak ada penataan ulang    | Terbentuk produk hasil penataan ulang               |

# SUBSTITUSI ELEKTROFILIK (SE) Aromatik

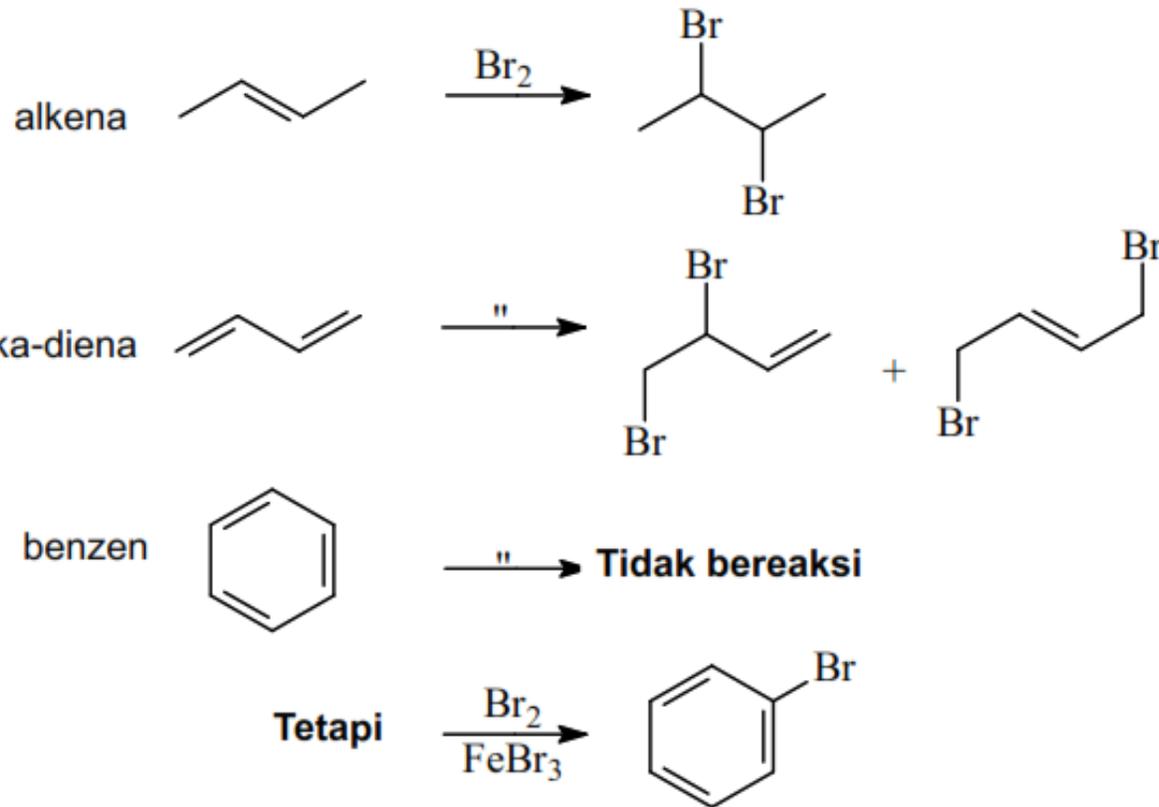
- Reaksi senyawa karbon ikatan rangkap dengan elektrofil ( $E^+$ ):
  - Senyawa karbon rangkap alifatik (alkena)
  - Senyawa karbon aromatik (ikatan rangkap selang seling, seperti benzen)
- Alkena + elektrofil  $\rightarrow$  mengalami reaksi adisi.
- Aromatik + elektrofil  $\rightarrow$  mengalami **reaksi substitusi (SE)**.

**Reaksi adisi elektrofilik pada alkena,**  
ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal karena menangkap elektrofil

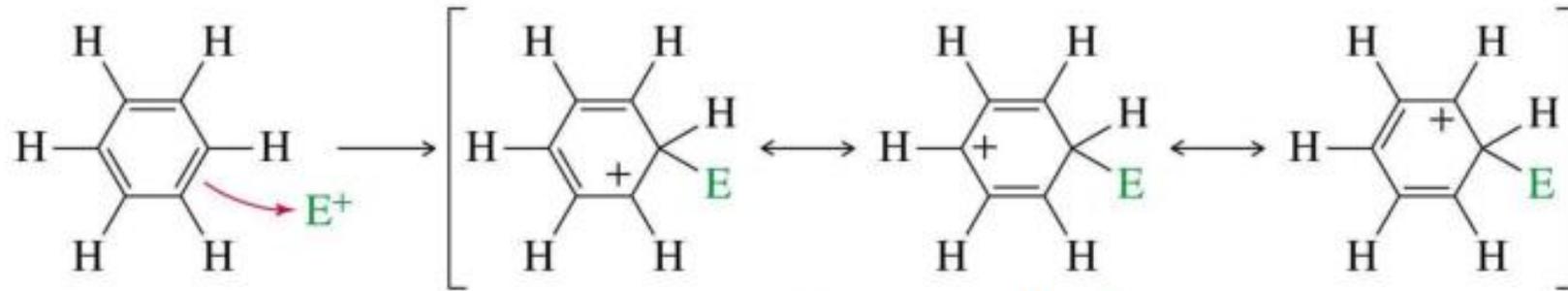


# Stabilitas Benzen

Ikatan rangkap pada benzen tidak bereaksi seperti pada alkena:

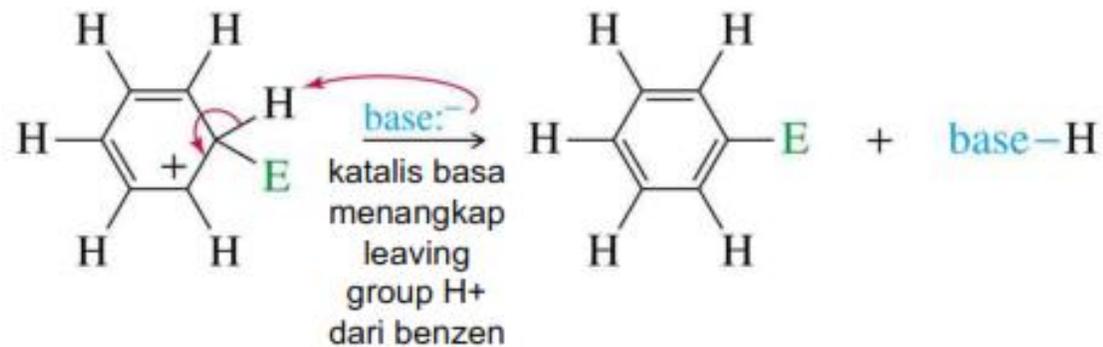


### Tahap 1 : Serangan E<sup>+</sup> membentuk sigma kompleks



Sigma kompleks (ion arenium)

### Tahap 2 : lepasnya proton pada sigma kompleks membentuk produk substitusi



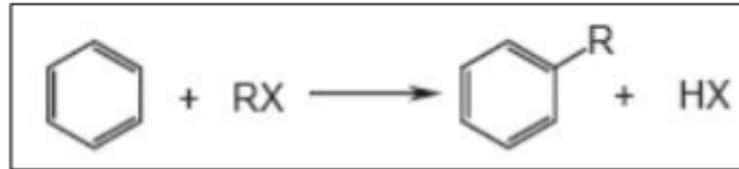
# Elektrofil

- Elektrofil yang bereaksi dengan benzen dapat berupa:
  - Alkil (dari alkil halida R-X)
  - Asil (  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$  dari asil halida  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{X}$  )
  - Halogen (dari senyawa golongan halogen, seperti Br<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, dengan katalis Fe-halida)
  - Nitro (NO<sub>2</sub>, dari asam nitrat, dengan katalis asam sulfat)
  - Sulfo (dari sulfur trioksida, dengan katalis asam sulfat)

Berlatihlah menggambarkan (tulis tangan) mekanisme reaksi SE, alkilasi, asilasi, halogenasi, nitrasi, sulfonasi, yang dicontohkan pada slide berikutnya. Supaya dapat memahami tahap-tahapnya dengan menggambar tahap demi tahap.

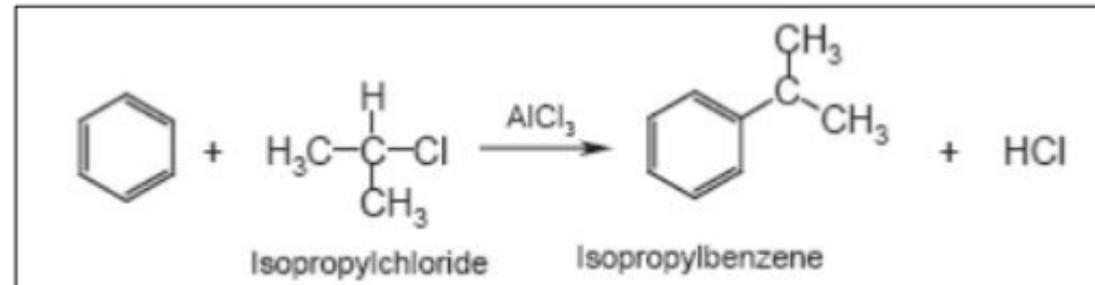
# Mekanisme Alkilasi

## Friedel-Crafts

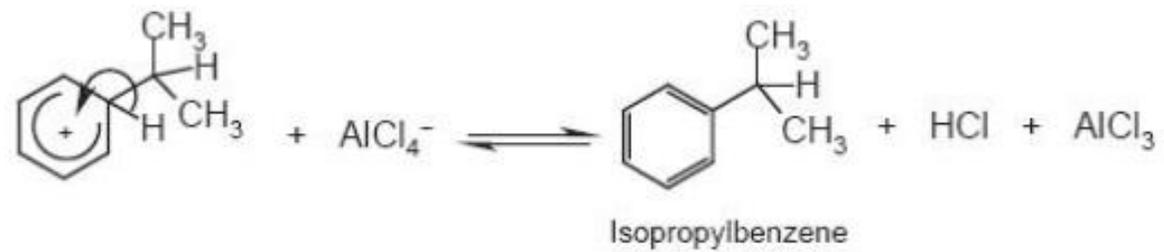
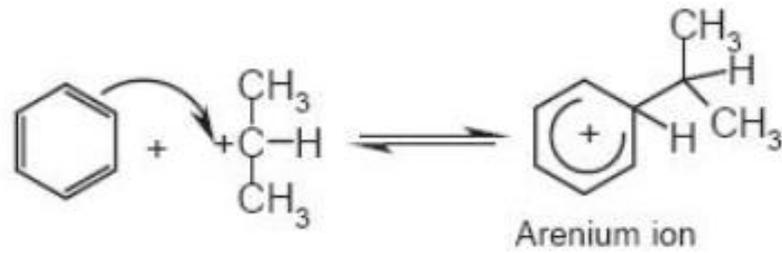
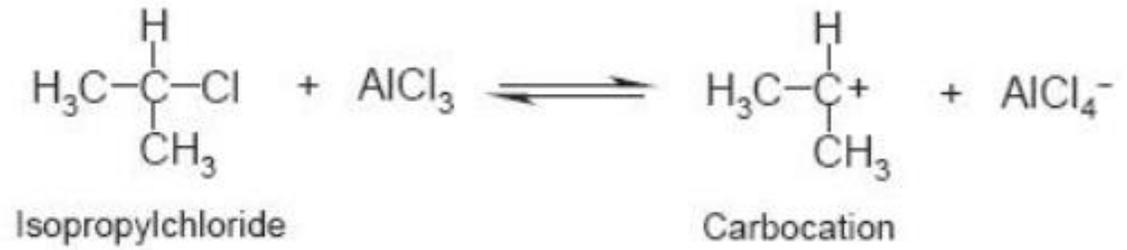


- Alkilasi FC terbatas pada penggunaan alkil halida sebagai substrat.
- Alkilasi FC tidak akan berlangsung jika cincin aromatik tersubstitusi oleh gugus penarik elektron yang kuat seperti  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{COR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NHR}$ ,  $-\text{NR}_2$

**Contoh alkilasi:**



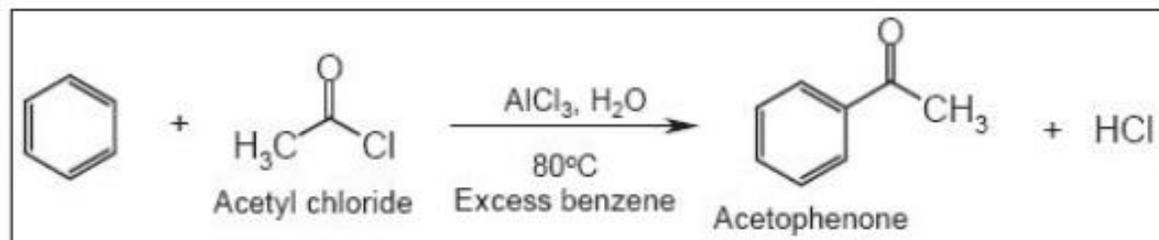
### Mekanisme alkilasi:



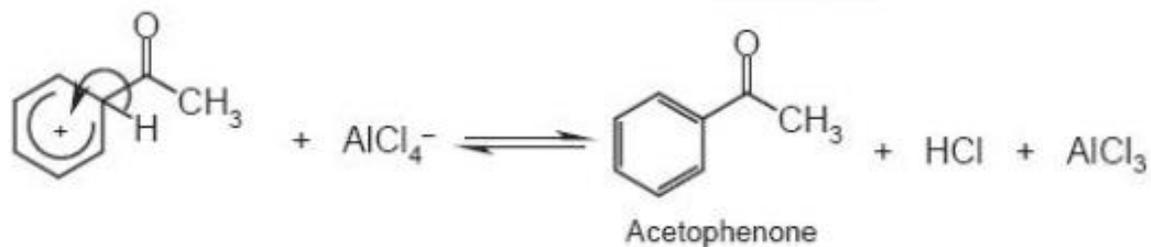
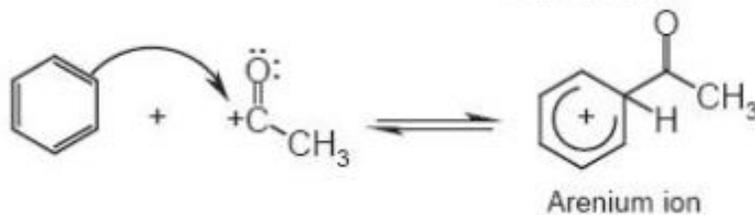
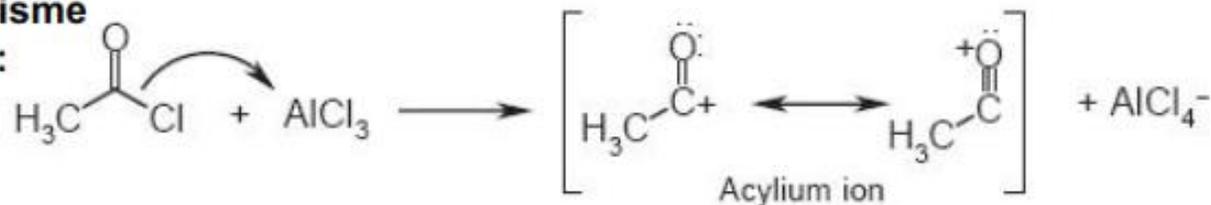
# Mekanisme Asilasi

Contoh asilasi:

Friedel Crafts

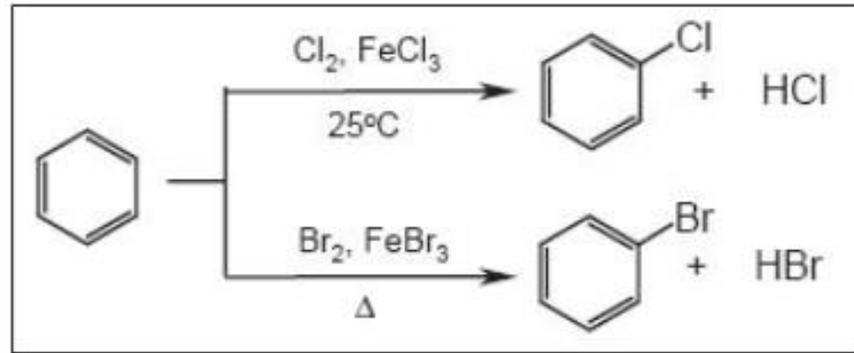


Mekanisme asilasi:

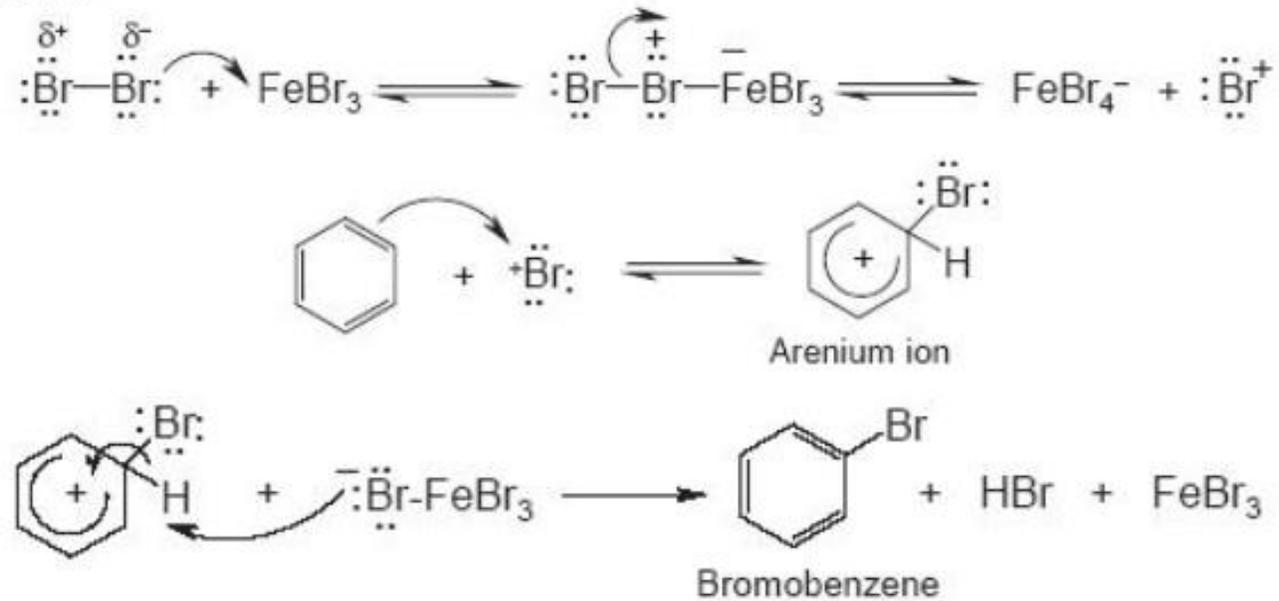


# Mekanisme Halogenasi

Contoh halogenasi:

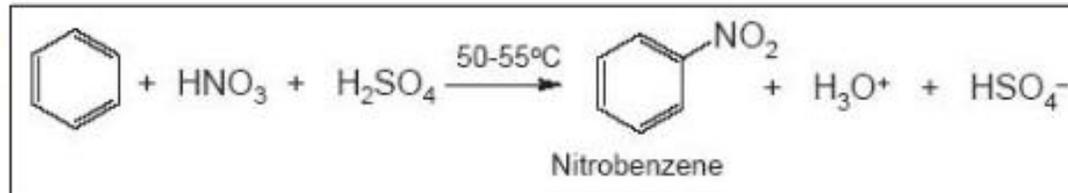


Mekanisme halogenasi:

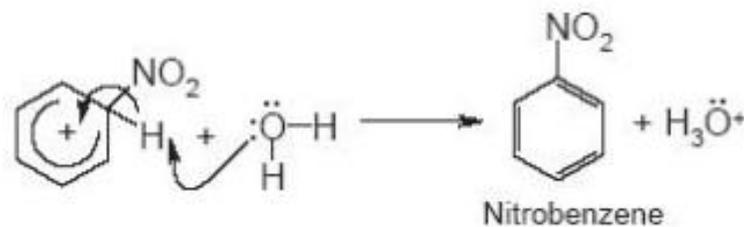
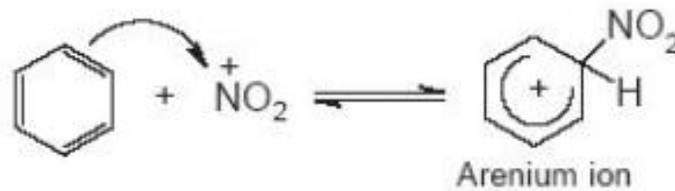
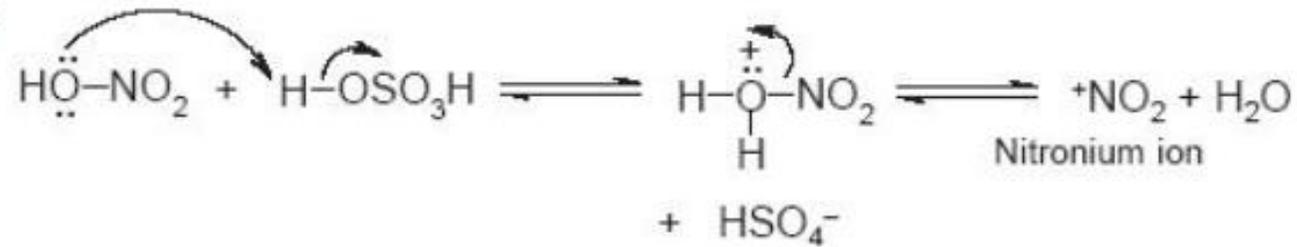


# Mekanisme Nitration

Contoh nitration:

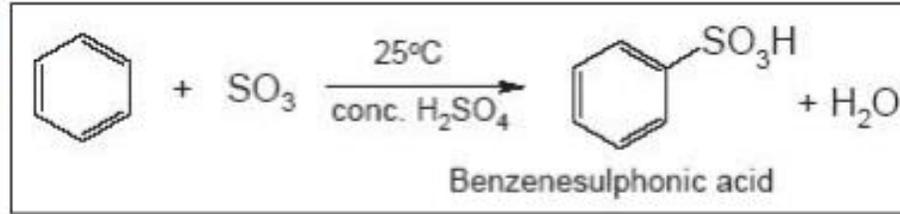


Mekanisme nitration:

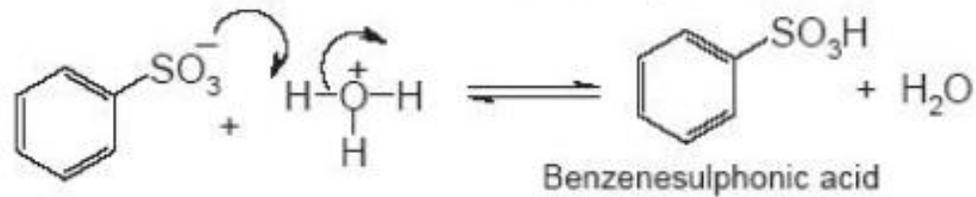
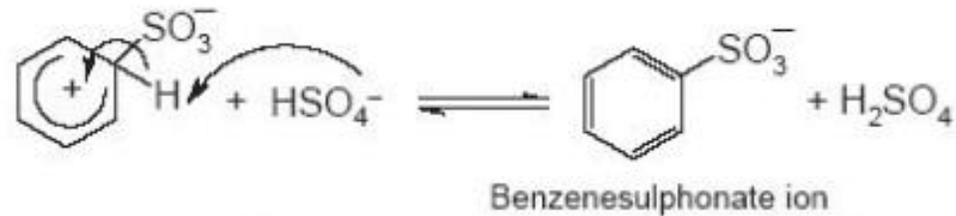
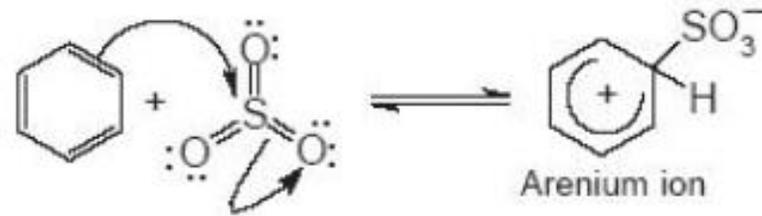
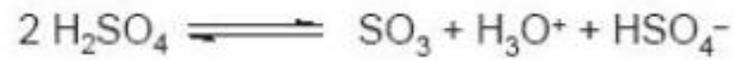


# Mekanisme Sulfonasi

Contoh sulfonasi:

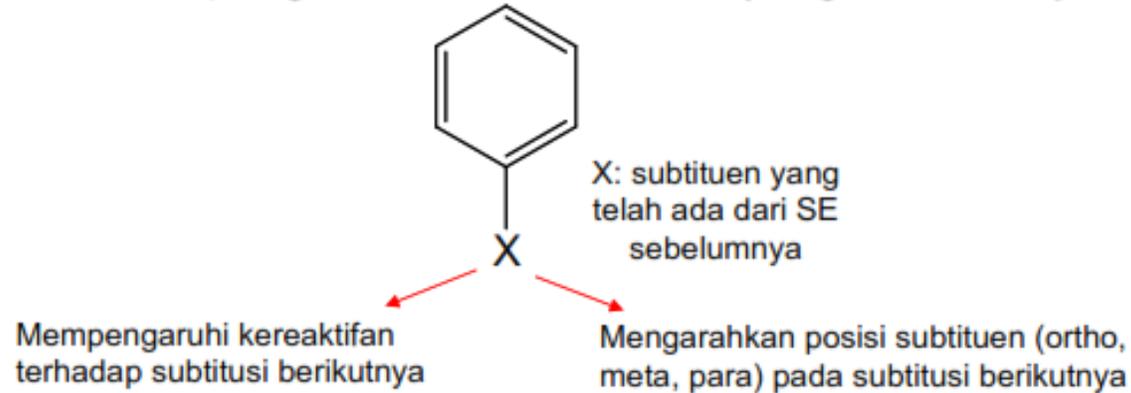


Mekanisme sulfonasi:



# SUBSTITUSI ELEKTROFILIK ke-2 pada cincin benzen

- Sifat SE ke-2 dipengaruhi oleh substituen yang sebelumnya telah ada.



- Substituen yang telah ada, dapat memiliki sifat/pengaruh elektronik terhadap cincin benzen:
  - **Induksi**, dorongan elektron ikatan
  - **Resonansi**, perpindahan elektron ikatan rangkap, dapat melibatkan lone pair elektron.
  - **Hiperkonjugasi**, perpindahan elektron dengan melibatkan pemutusan ikatan sigma untuk membentuk ikatan rangkap. Membutuhkan kehadiran hidrogen pada karbon- $\alpha$  pada sistem tak jenuh (mengandung ikatan rangkap)

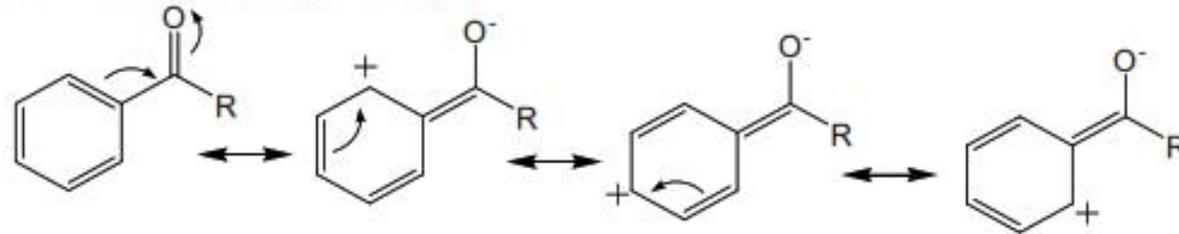
# Efek Elektronik Subtituen pada Cincin Benzen

- a. **Akseptor Induksi.** Efek ini diperlihatkan oleh substituen yang mengandung atom yang memiliki keelektronegatifan lebih besar dari atom H yang terhubung pada cincin benzen.

*Contoh:*  $-\text{OCH}_3$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{NO}_2$

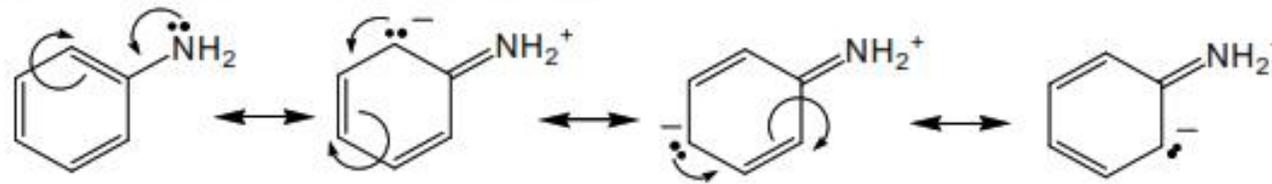
- b. **Aseptor resonansi.** Konjugasi antara orbital p digambarkan melalui struktur resonansi dengan muatan positif pada cincin benzen.

*Contoh:*  $-\text{COR}$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$



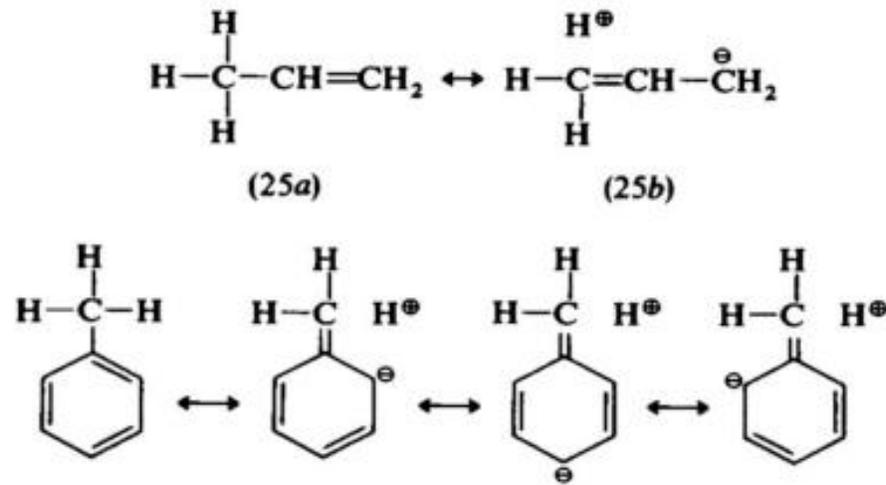
- c. **Donor Resonansi.** Konjugasi antara orbital-p digambarkan melalui struktur resonansi dengan muatan negatif pada cincin benzen.

*Contoh:*  $-\text{OCH}_3$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{phenyl}$



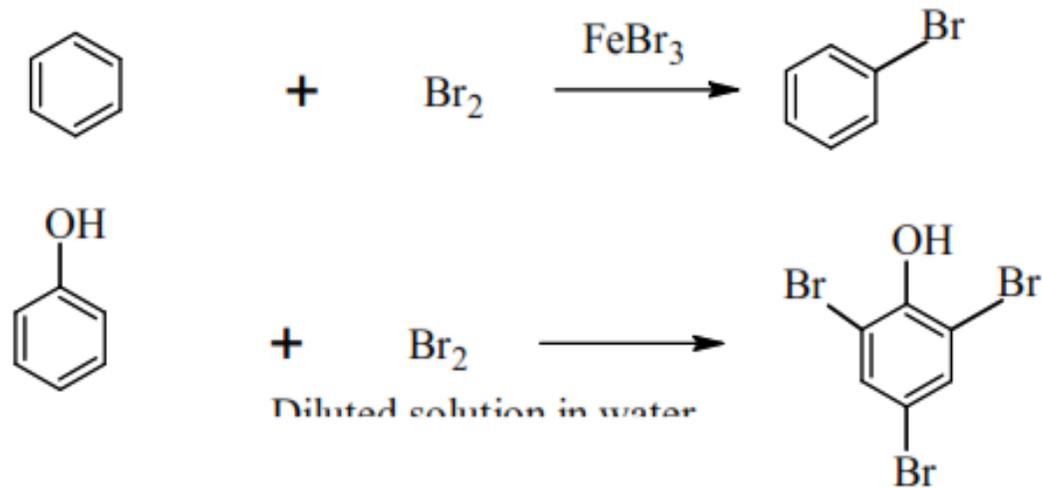
## Efek Elektronik Subtituen pada Cincin Benzen

- d. **Donor Hiperkonjugasi.** Konjugasi yang melibatkan orbital-s digambarkan melalui struktur resonansi non klasik (mengijinkan pemutusan ikatan-s) dengan muatan negatif pada cincin benzen. *Contoh:* -CH<sub>3</sub>, -Alkyl
- e. **Akseptor Hiperkonjugasi.** Konjugasi yang melibatkan orbital sigma, digambarkan melalui struktur resonansi non kalsik (mengijinkan pemutusan ikatan-s) dengan muatan positif pada cincin benzen. *Contoh:* -CF<sub>3</sub>



# Efek Subtituen **pada Reaktivitas**

1. **Donor elektron** meningkatkan reaktivitas (**pengaktifasi**) SE Aromatis  
*Contoh:*  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{NR}_2$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}_2$
2. **Akseptor elektron** menurunkan reaktivitas (**pendeaktivasi**) SE Aromatis  
*Contoh:*  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ,  $-\text{COR}$ ,  $-\text{Cl}$
3. Untuk substituen dengan efek yang berlawanan, **efek resonansi lebih mempengaruhi dibanding efek lainnya**, kecuali pada Cl dan Br efek induksi lebih kuat.



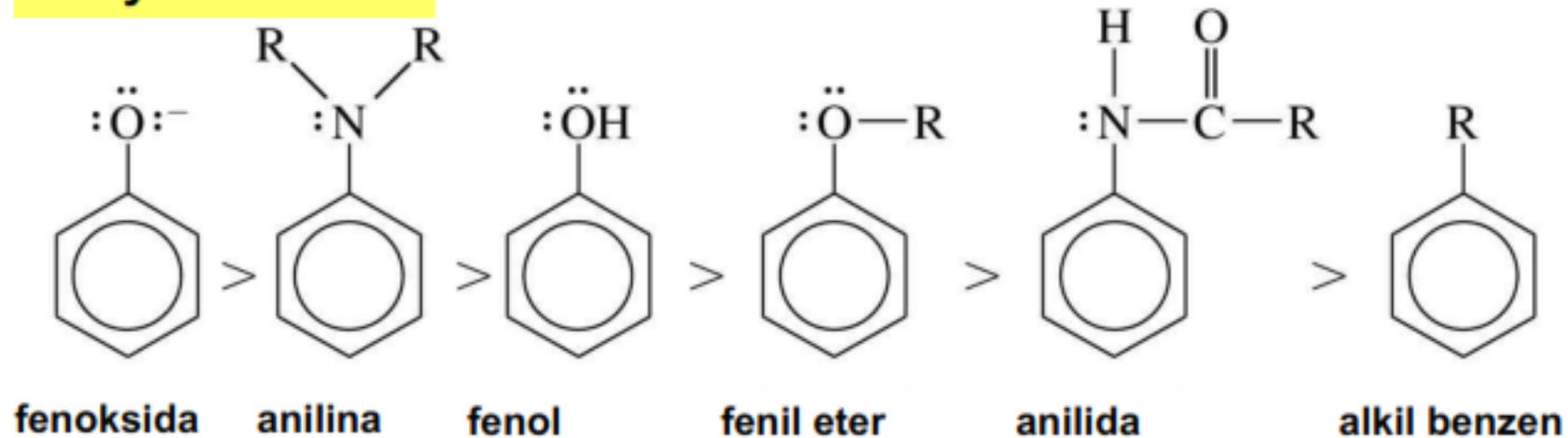
# Subtituen Pengaktivasi

## Gugus Fungsi :

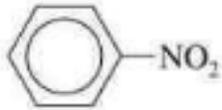
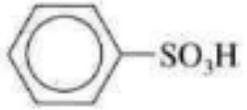
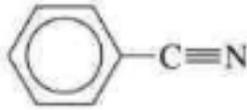


Tidak punya PEB

## Senyawa :



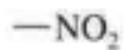
# Subtituen Pendeaktivasi

| Gugus                                   | Bentuk resonansi  | Contoh  |
|---|---|---|
| $-\text{NO}_2$<br>nitro                 | $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{O}^- \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \diagup \\ -\text{N}^+ \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \right]$  | <br>nitrobenzene         |
| $-\text{SO}_3\text{H}$<br>sulfonic acid | $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{S} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} -\ddot{\text{O}}-\text{H} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \parallel \\ -\text{S}^+ \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} -\ddot{\text{O}}-\text{H} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{S} \\ \parallel \\ \text{O}^- \end{array} -\ddot{\text{O}}-\text{H} \right]$ | <br>benzenesulfonic acid |
| $-\text{C}\equiv\text{N}:$<br>cyano     | $\left[ -\text{C}\equiv\text{N}: \longleftrightarrow -\overset{+}{\text{C}}=\overset{-}{\text{N}}: \right]$   | <br>benzonitrile        |

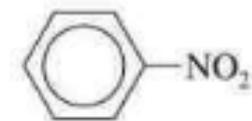
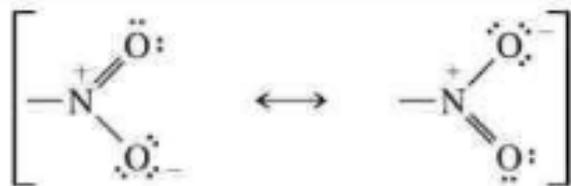
## Gugus

## Bentuk resonansi

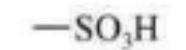
## Contoh



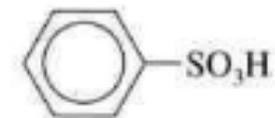
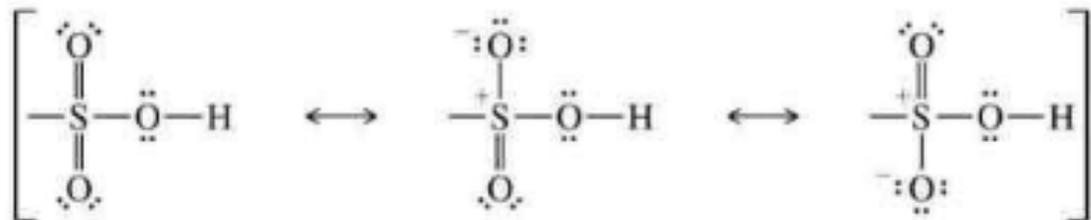
nitro



nitrobenzene



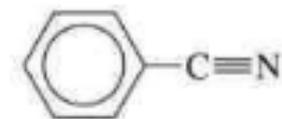
sulfonic acid



benzenesulfonic acid

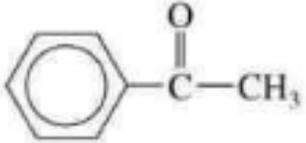
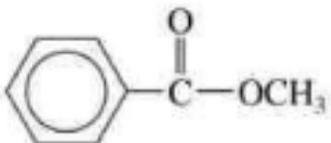
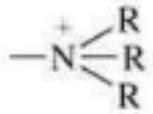
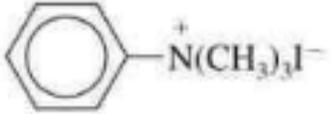


cyano



benzonitrile

# Subtituen Pendeaktivasi

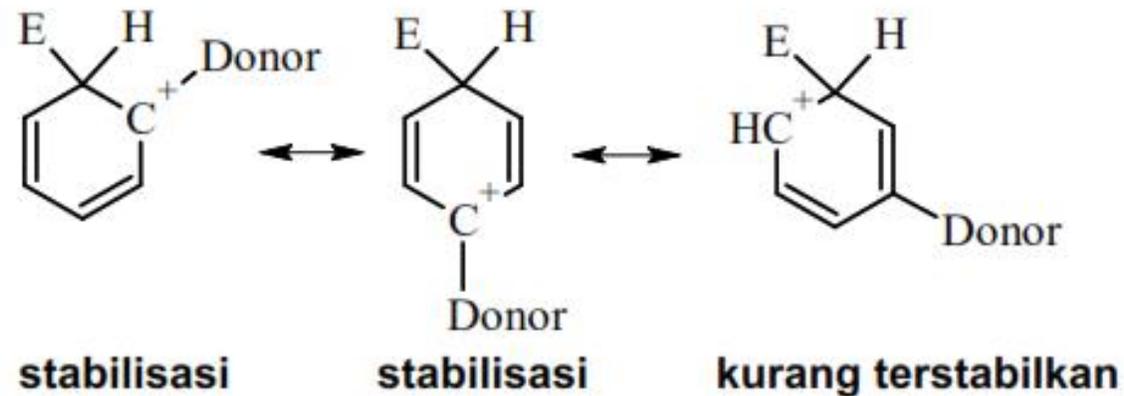
| Gugus  | Bentuk resonansi   | Contoh   |
|--|--|--|
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{R} \end{array}$<br>ketone or aldehyde | $\left[ \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{R} \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}^- \\   \\ -\text{C}^+-\text{R} \end{array} \right]$   | <br>acetophenone                  |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array}$<br>ester     | $\left[ \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \parallel \\ -\text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{R} \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}^- \\   \\ -\text{C}^+-\ddot{\text{O}}-\text{R} \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}^- \\   \\ -\text{C}=\ddot{\text{O}}^+-\text{R} \end{array} \right]$ | <br>methyl benzoate               |
| $\begin{array}{c} + \\   \\ -\text{NR}_3 \end{array}$<br>quaternary ammonium                     |    | <br>trimethylanilinium<br>iodide |

# Efek Subtituen pada Pengarahan

Subtituen yang telah terikat pada cincin benzen akan mengarahkan posisi masuknya subtituen berikutnya:

1. Seluruh **donor elektron** akan mengarahkan subtituen yang datang pada **posisi orto** dan **para** (dengan terdapat beberapa pengecualian).

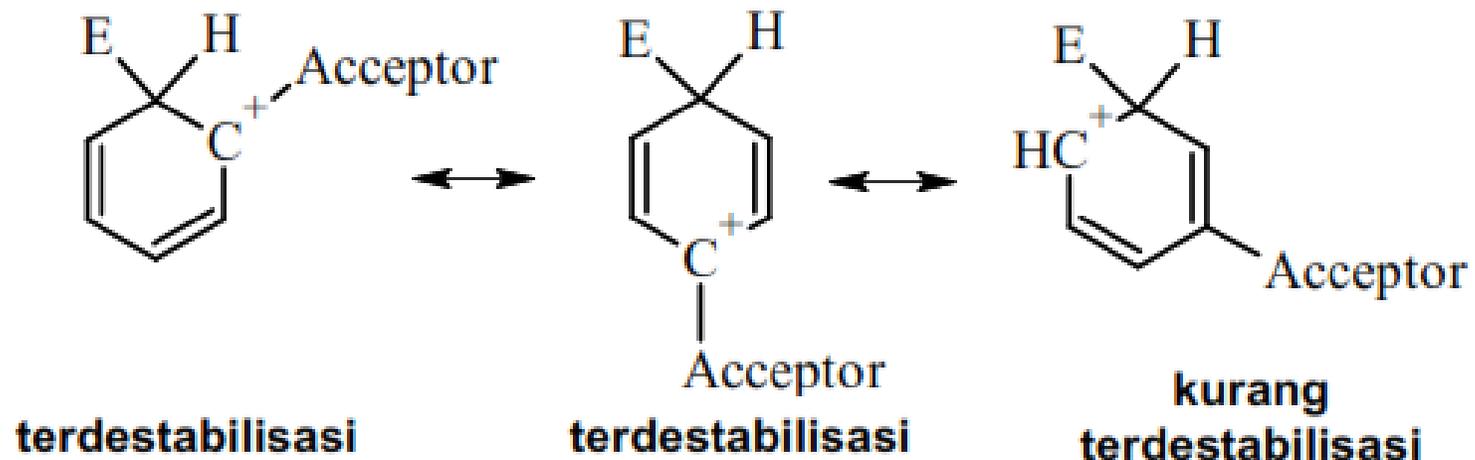
*Contoh:*  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{NR}_2$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}_2$



# Efek Subtituen pada Pengarahan

2. **Akseptor elektron** akan mengarahkan substituen pada **posisi meta**.

Contoh:  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ,  $-\text{COR}$ ,  $-\text{CF}_3$



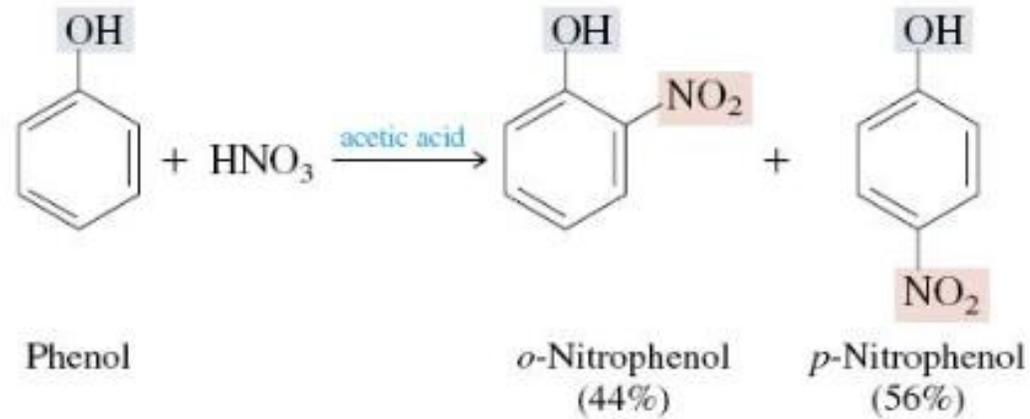
## SUMMARY SUBSTITUENT EFFECT

| Effect on rate           | Substituent  | Effect on orientation |
|--------------------------|--|-----------------------|
| Very strongly activating | $-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$ (amino)                                 | Ortho, para-directing |
|                          | $-\ddot{\text{N}}\text{HR}$ (alkylamino)                             |                       |
|                          | $-\ddot{\text{N}}\text{R}_2$ (dialkylamino)                          |                       |
|                          | $-\ddot{\text{O}}\text{H}$ (hydroxyl)                                |                       |
| Strongly activating      | $-\ddot{\text{N}}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CR}$ (acylamino) | Ortho, para-directing |
|                          | $-\ddot{\text{O}}\text{R}$ (alkoxy)                                  |                       |
|                          | $-\ddot{\text{O}}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CR}$ (acyloxy)   |                       |
| Activating               | $-\text{R}$ (alkyl)  | Ortho, para-directing |
|                          | $-\text{Ar}$ (aryl)  |                       |
|                          | $-\text{CH}=\text{CR}_2$ (alkenyl)                                   |                       |
| Standard of comparison   | $-\text{H}$ (hydrogen)   |                       |
| Deactivating             | $-\text{X}$ (halogen)  | Ortho, para-directing |
|                          | (X = F, Cl, Br, I)   |                       |
|                          | $-\text{CH}_2\text{X}$ (halomethyl)                                  |                       |

# SUMMARY SUBSTITUENT EFFECT

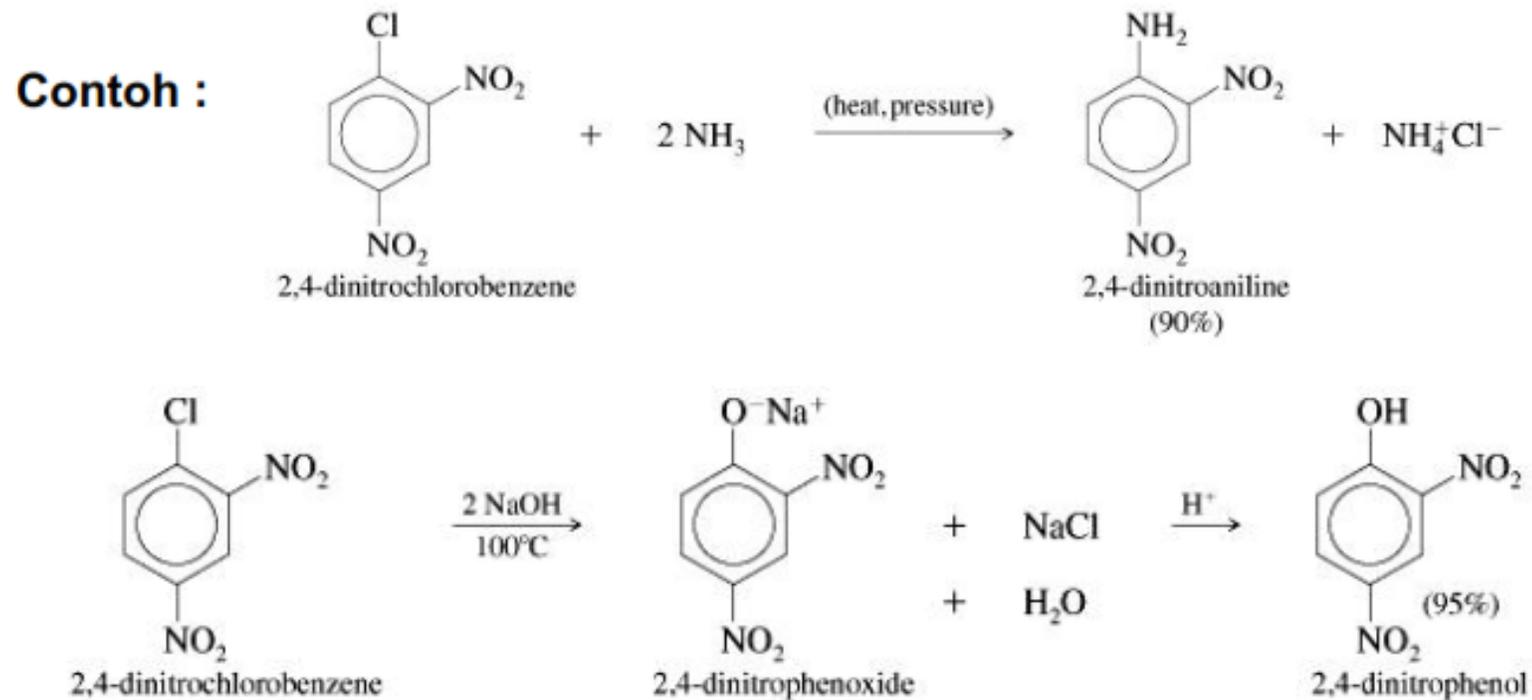
| Effect on rate             | Substituent   | Effect on orientation |                |
|----------------------------|---|-----------------------|----------------|
| Strongly deactivating      | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{CH} \end{array}$  | (formyl)              | Meta-directing |
|                            | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{CR} \end{array}$  | (acyl)                |                |
|                            | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{COH} \end{array}$ | (carboxylic acid)     |                |
|                            | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{COR} \end{array}$ | (ester)               |                |
|                            | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{CCl} \end{array}$ | (acyl chloride)       |                |
| Very strongly deactivating | $-\text{C}\equiv\text{N}$   | (cyano)               | Meta-directing |
|                            | $-\text{SO}_3\text{H}$  | (sulfonic acid)       |                |
|                            | $-\text{CF}_3$  | (trifluoromethyl)     |                |
|                            | $-\text{NO}_2$  | (nitro)               |                |

Berlatihlah menggambar uraian mekanisme reaksi pada contoh-contoh berikut ini:



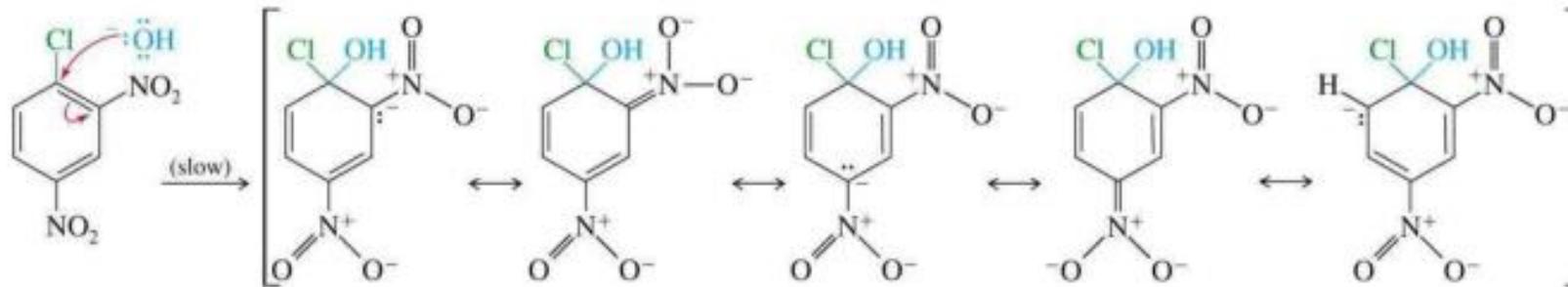
# Substitusi Nukleofilik Aromatis

- Nukleofilik mengganti gugus pergi pada cincin aromatis.
- Substituen penarik elektron akan mengaktivasi cincin terhadap substitusi nukleofilik.

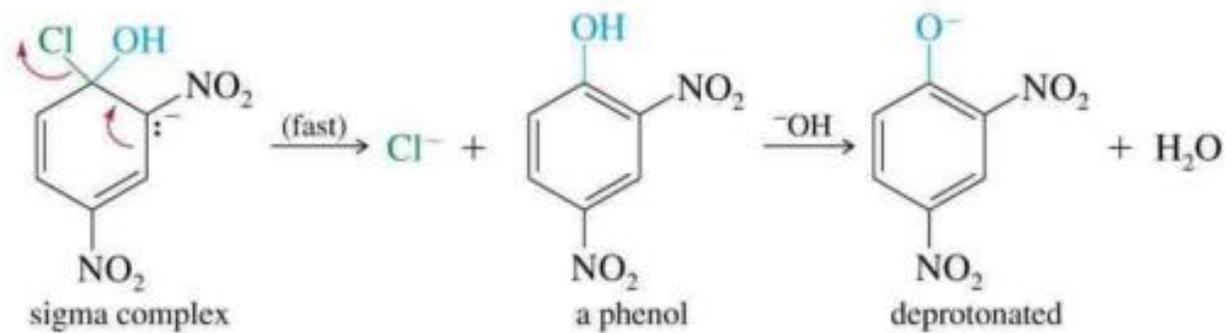


# Mekanisme Substitusi Nukleofilik

Tahap 1. Serangan  $\text{Nu}^-$  ( $\text{OH}^-$ ) memberikan sigma yang distabilkan resonansi



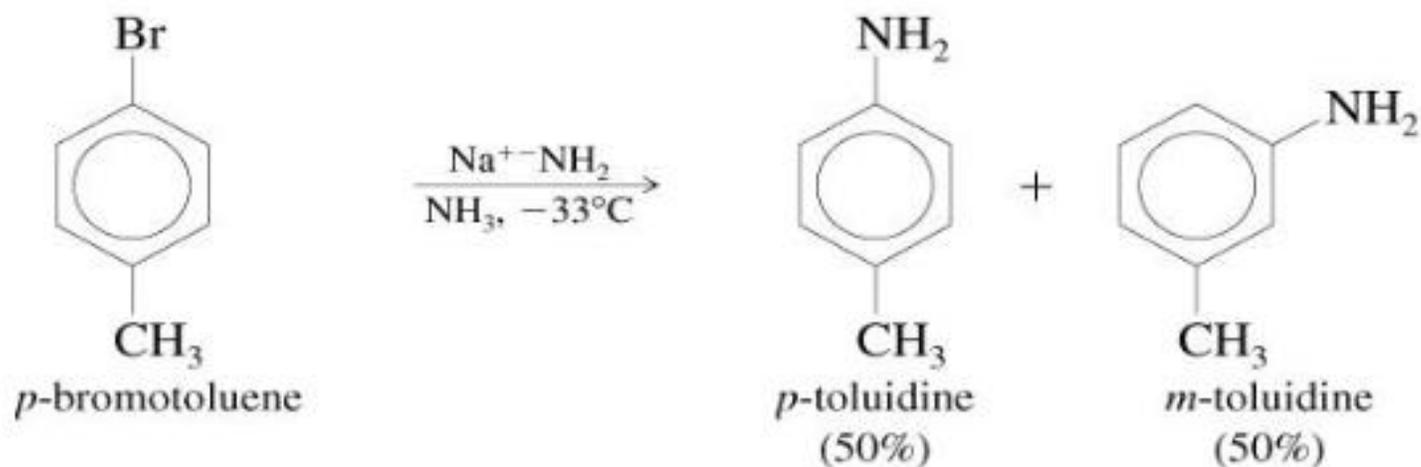
Tahap 2. Lepasnya  $\text{Nu}^-$  ( $\text{Cl}^-$ ) memberikan produk



# Mekanisme Benzuna

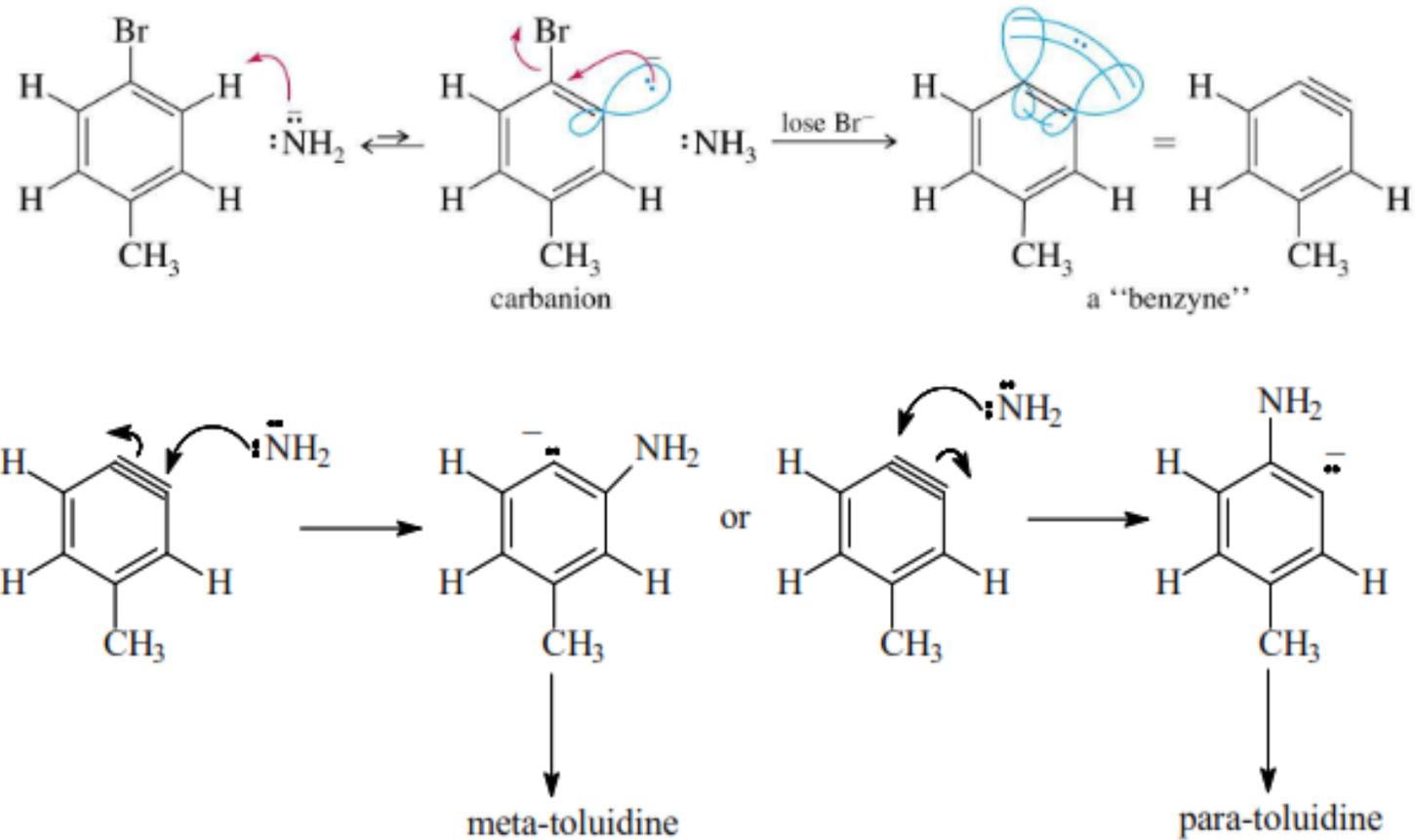
- Pereaksinya adalah halobenzena yang tidak memiliki gugus penarik elektron pada cincin benzen.
- Gunakan basa yang sangat kuat seperti  $\text{NaNH}_2$ .

Contoh :

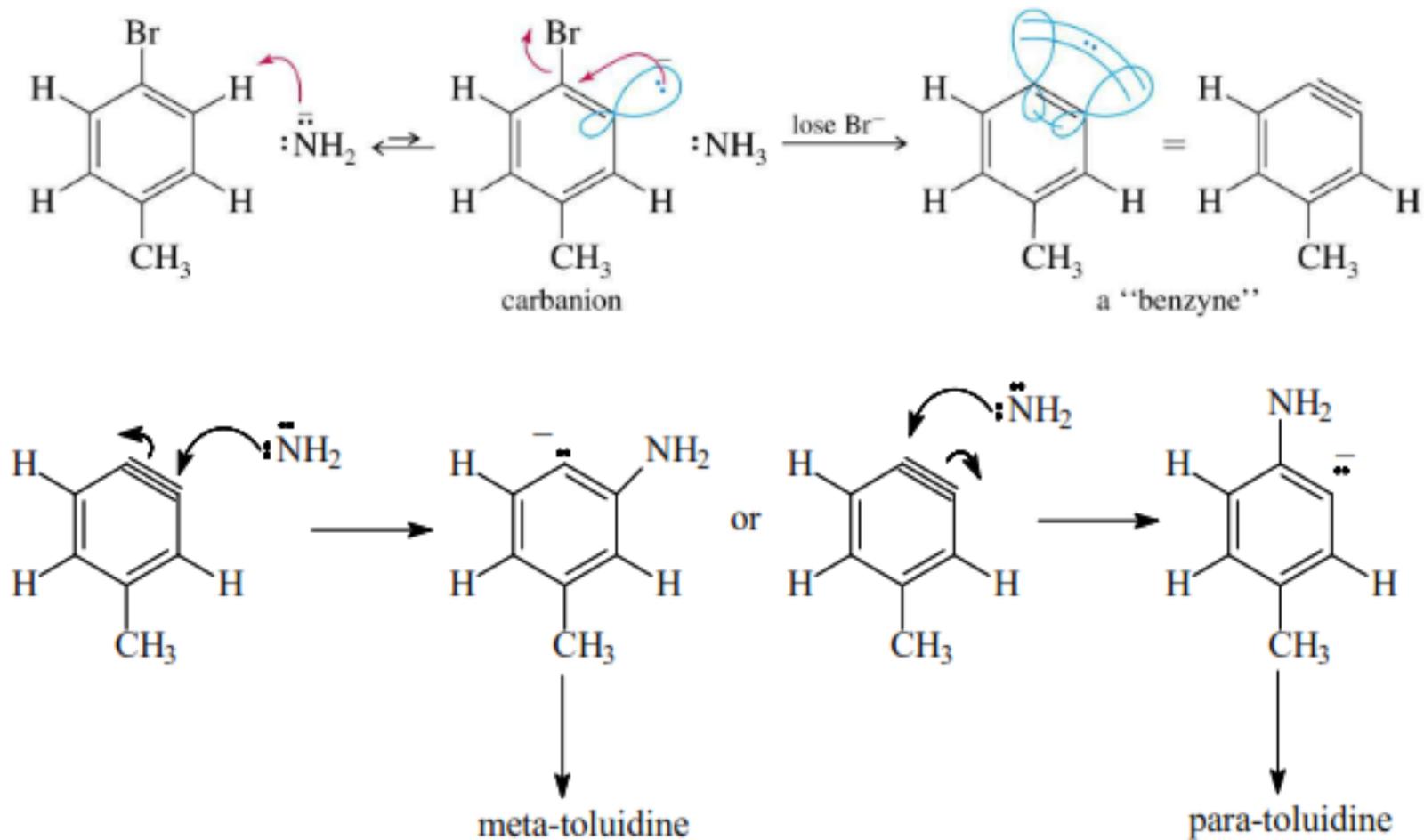


# Intermediet Benzuna

Mekanisme reaksi :



## Mekanisme reaksi :



# RADIKAL BEBAS

---



# REAKSI RADIKAL BEBAS

---

## PENGERTIAN RADIKAL BEBAS

- Radikal bebas adalah atom atau gugus atom yang memiliki electron yang tak berpasangan.
- Radikal bebas tidak bermuatan positif atau negative.
- Karena memiliki electron yang tak berpasangan, menyebabkan radikal bebas sangat reaktif.

## RUMUS PENULISAN

- Lewis



Jadi, semua electron baik yang berpasangan maupun tidak digambarkan.

- Lazim digunakan

Cl• RO• RN•

hanya menuliskan elektron yang tidak berpasangan dengan lambang titik.

# MEKANISME REAKSI RADIKAL BEBAS

## Tahap Inisiasi (awal)

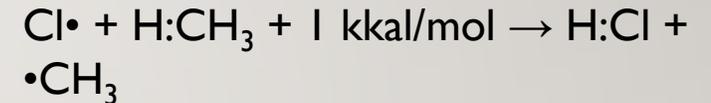
- Tahap pembentukan awal radikal-radikal bebas



- Tahap pemaksapisahan (cleavage).

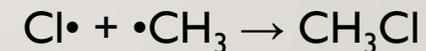
## Tahap Propagasi

- Pembentukan radikal bebas baru dalam suatu reaksi pengabdian-diri atau reaksi rantai.



## Tahap Terminasi

- Pengakhiran reaksi rantai.
- Mengubah radikal bebas menjadi radikal bebas yang stabil & tak reaktif.
- Reaksi kopling (penggabungan).



# REAKSI SUBSTITUSI YANG MELIBATKAN RADIKAL BEBAS

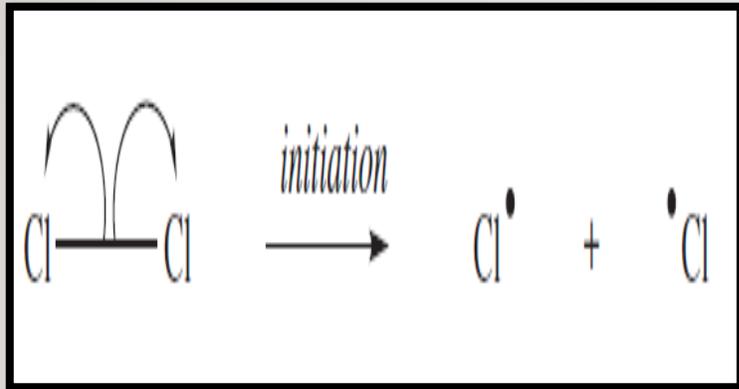
---

- Reaksi substitusi merupakan reaksi penggantian suatu gugus dengan gugus lain.
- Reaksi radikal bebas seringkali ditandai dengan aneka ragamnya produk (produk lebih dari 1 macam) .
- Misalnya, pada contoh klorinasi metana dapat menghasilkan empat produk organik yaitu



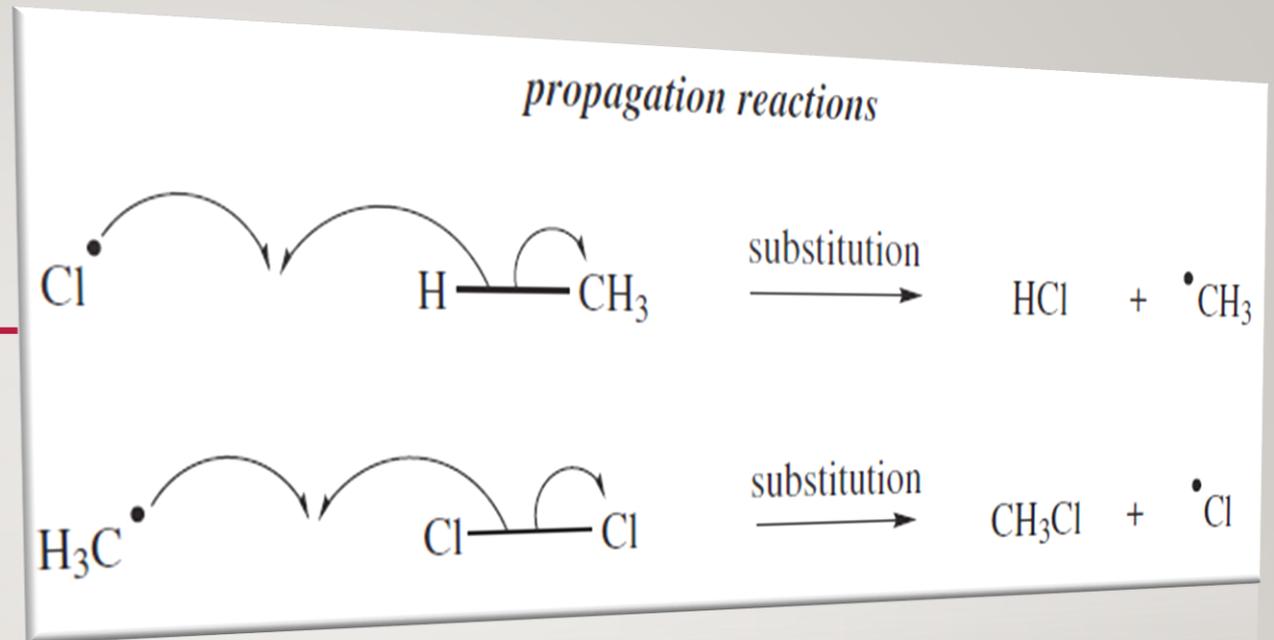
## TAHAP INISIASI (TAHAP AWAL)

---



- Pada tahap ini, terjadi pembentukan awal radikal-radikal bebas klor.
- Dimana pembentukan radikal klor melalui pemaksapisahan homolitik dengan bantuan panas dan UV menjadi 2 radikal bebas klor.
- Hal ini menyebabkan jumlah radial bebas meningkat pesat.

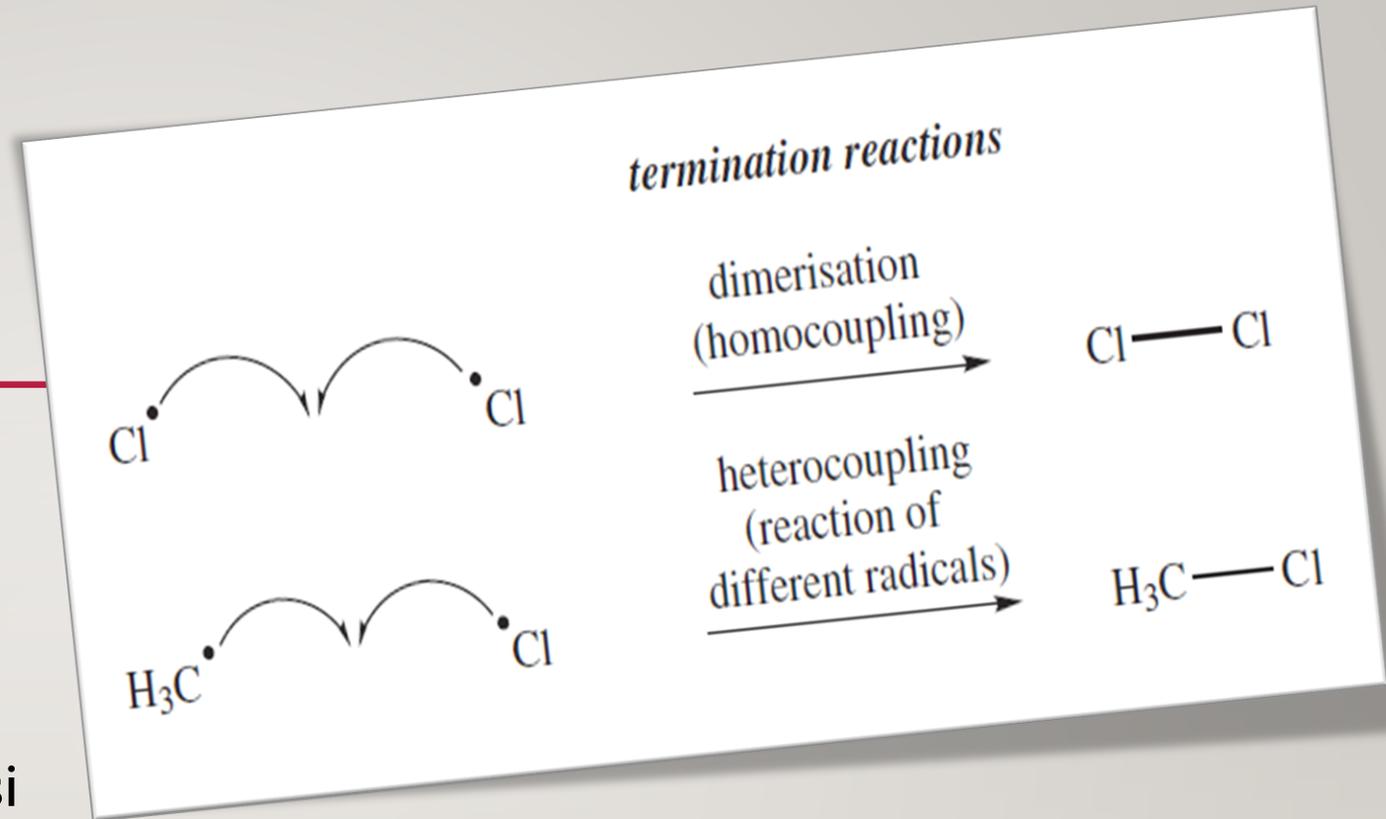
# TAHAP PROPAGASI



- Merupakan tahap pembentukan radikal bebas baru yaitu radikal bebas metil (propagasi I).
- Radikal bebas metil bersifat reaktif, sehingga merebut atom klor dari molekul Cl<sub>2</sub> membentuk klorometana (propagasi II).

# TAHAP TERMINASI

---



- Tahap pengakhiran dari tahap propagasi dengan menstabilkan radikal dan mengubah radikal bebas menjadi tak reaktif melalui reaksi kopling.
- Terminasi akan berujung pada turunnya jumlah radika bebas.

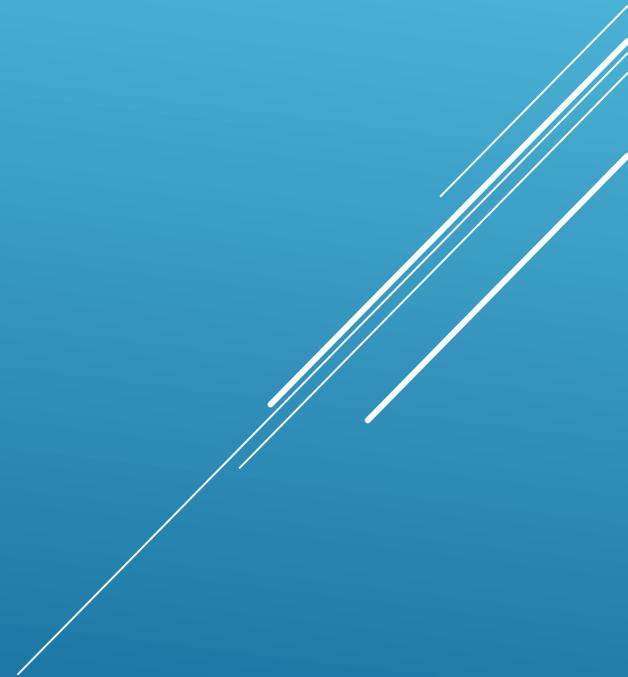
## MENGAPA BISA MENGHASILKAN PRODUK YANG LEBIH DARI SATU ??

- Terbentuknya campuran produk ini, disebabkan karena tingginya energi radikal bebas klor.
- klor tidak sangat selektif (pemilih)
- Karena konsentrasi klorometana yang terbentuk lebih banyak, maka radikal bebas klor lebih mungkin bertabrakan dengan molekul klorometana daripada dengan molekul metana.
- dimulailah suatu daur propagasi baru → terbentuk radikal bebas
- → terbentuk produk baru.
- Mekanisme reaksinya ..





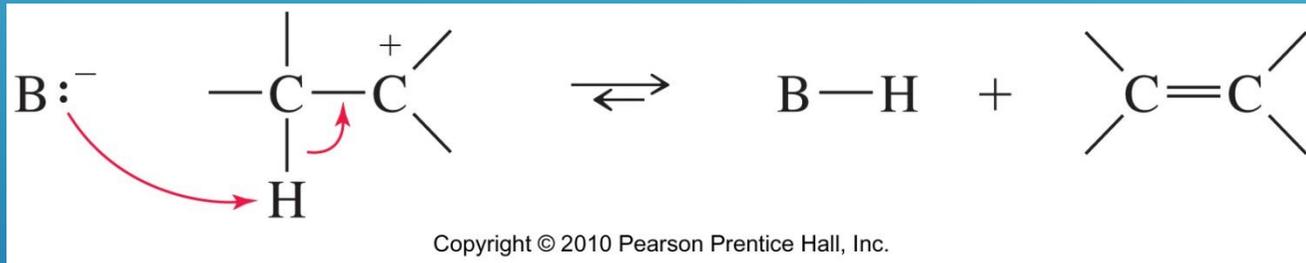
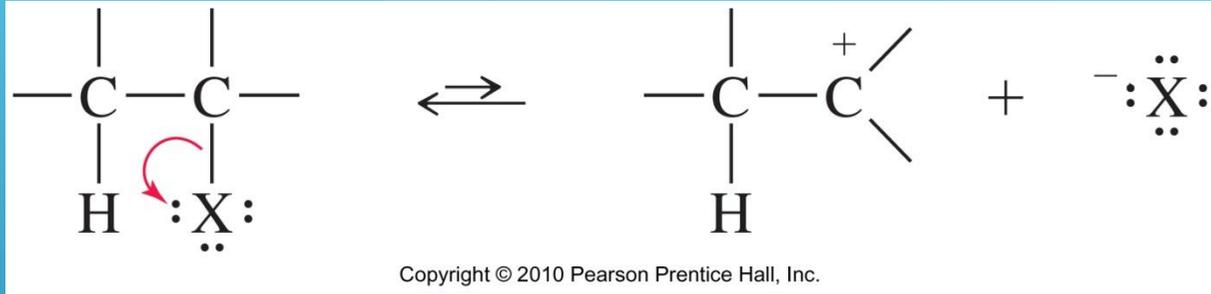
# REAKSI ELIMINASI E1 DAN E2



# REAKSI E1

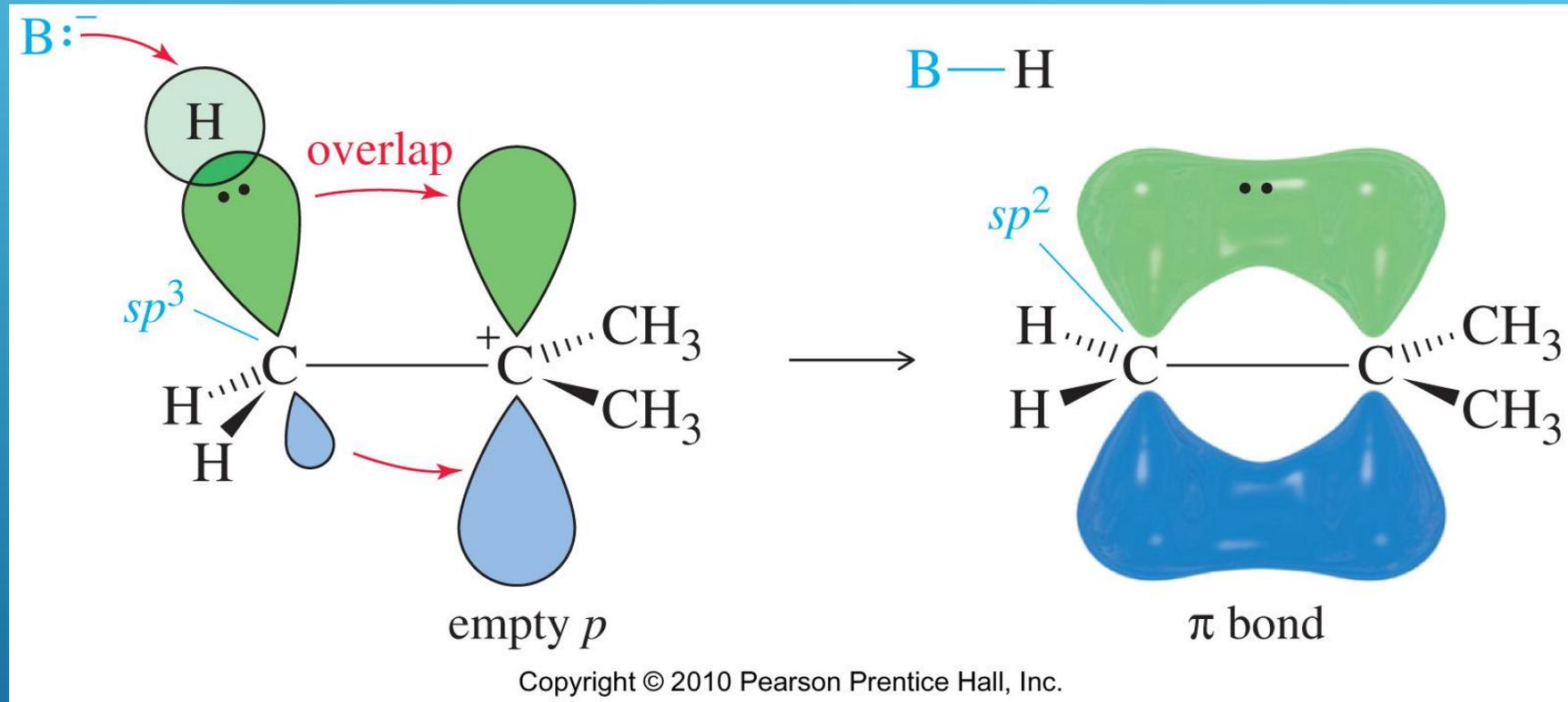
- ▶ Eliminasi unimolekular.
- ▶ Melepaskan dua gugus dari alkil halida: satu nitrogen dan halida.
- ▶ Nukleofil berperan sebagai basa.
- ▶ Reaksi E1 dan  $S_N1$  memiliki kondisi reaksi yang sama sehingga seringkali terbentuk campuran produk dari kedua reaksi ini.

# MEKANISME E1



- ▶ 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



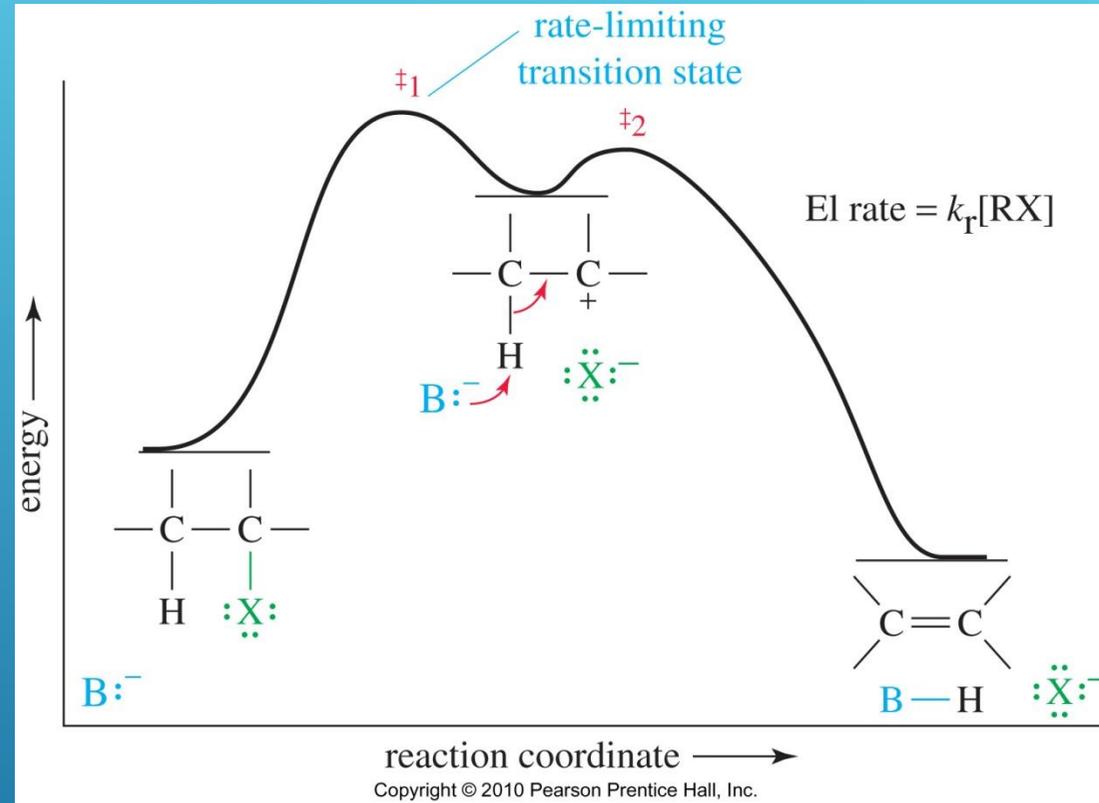
# MEKANISME REAKSI ELIMINASI

Mekanisme reaksi eliminasi adalah tahap-tahap yang dilalui oleh reaksi eliminasi.

Reaksi Eliminasi adalah reaksi pelepasan/pengeluaran molekul dari substrat

Reaksi eliminasi dapat terjadi pada senyawa organik yang memiliki gugus pergi (*leaving group*).

# DIAGRAM ENERGI E1



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

# BERDASARKAN JENIS MOLEKUL YANG DILEPASKAN, REAKSI ELIMINASI DIBEDAKAN:

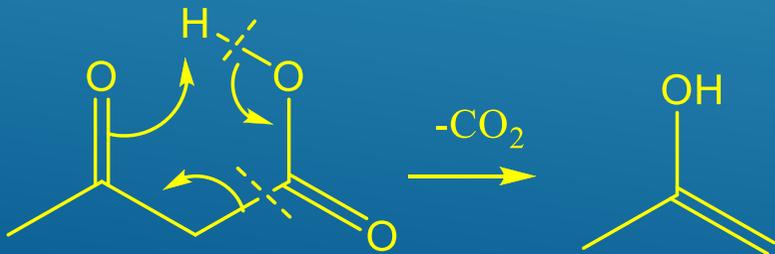
## Dehidrohalogenasi

molekul HX lepas dari senyawa alkil halida (RX)



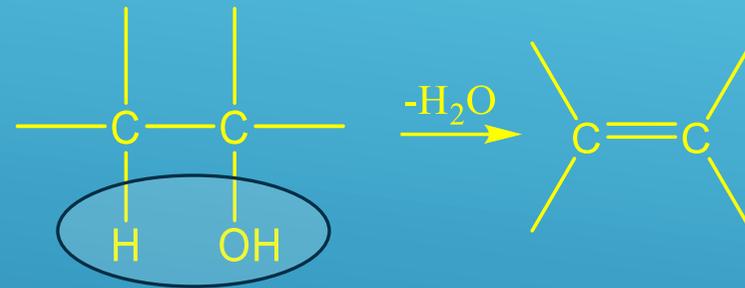
## Dekarboksilasi

Molekul CO<sub>2</sub> lepas dari senyawa dikarboksilat



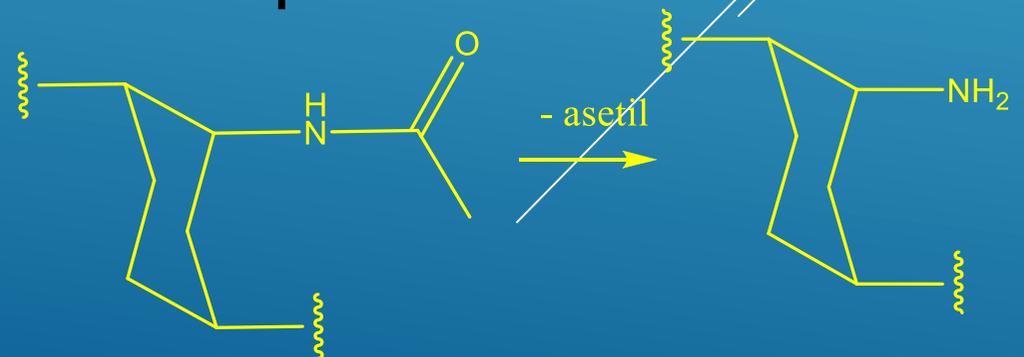
## Dehidrasi

Molekul air lepas dari senyawa alkohol

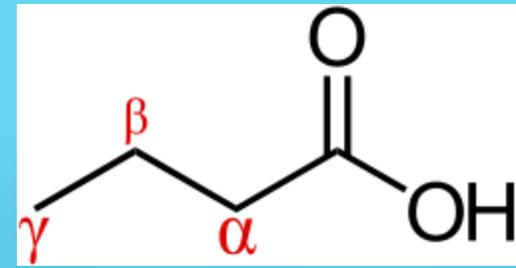


## Deasetilasi

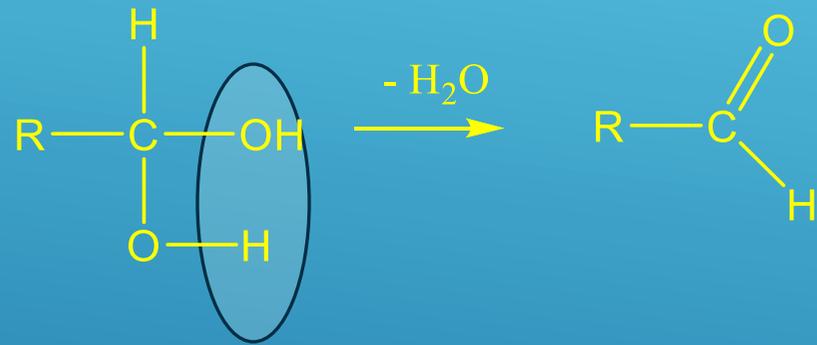
Molekul COCH<sub>3</sub> lepas dari senyawa yang mengandung gugus asetil seperti kitin.



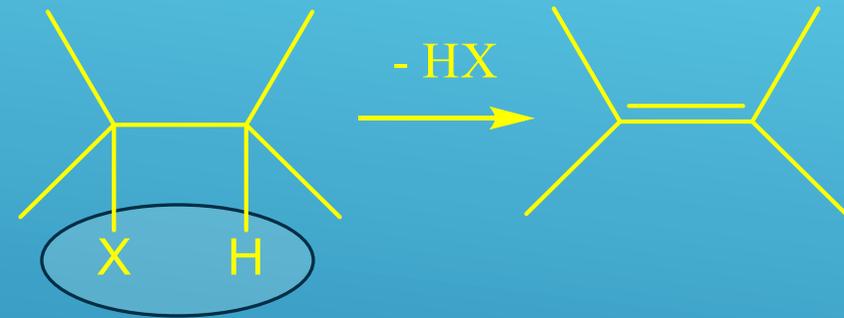
# BERDASARKAN KEDUDUKAN H TERELIMINASI REAKSI ELIMINASI DIBEDAKAN:



## Eliminasi $\alpha$ (alfa)

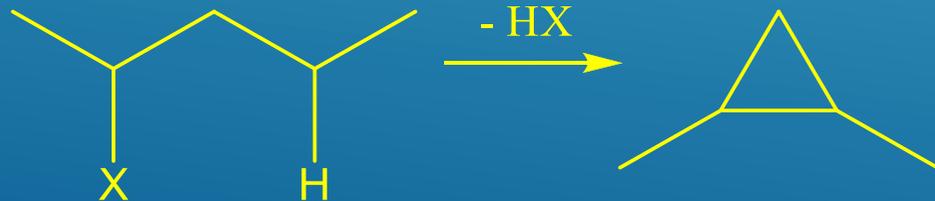


## Eliminasi $\beta$

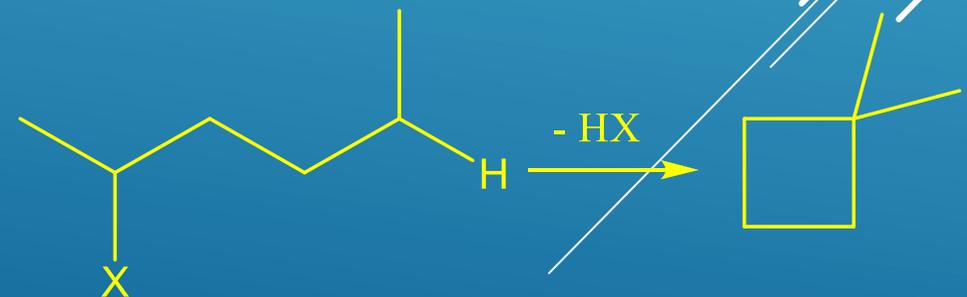


**Lazim terjadi dan akan lebih banyak dibahas.**

## Eliminasi $\gamma$ (gamma)



## Eliminasi $\delta$ (delta)

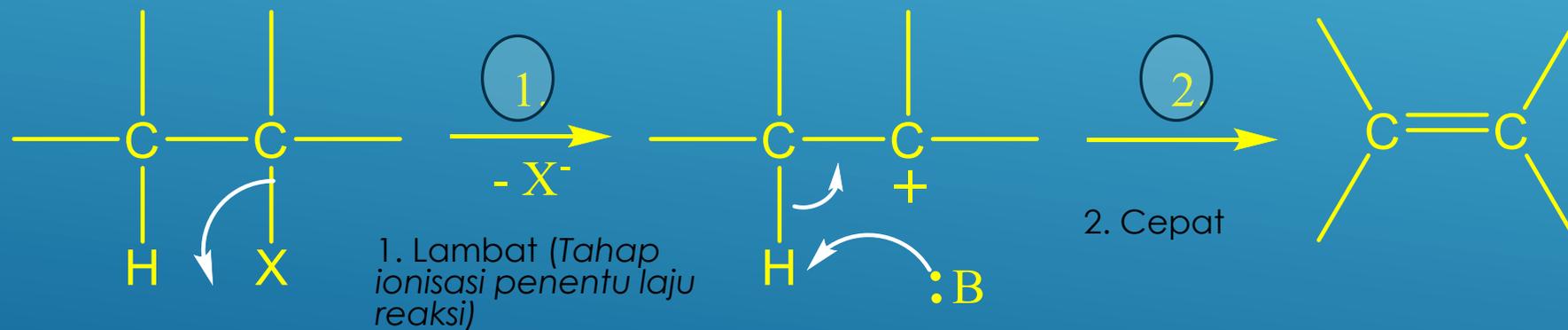


# BERDASARKAN KINETIKA

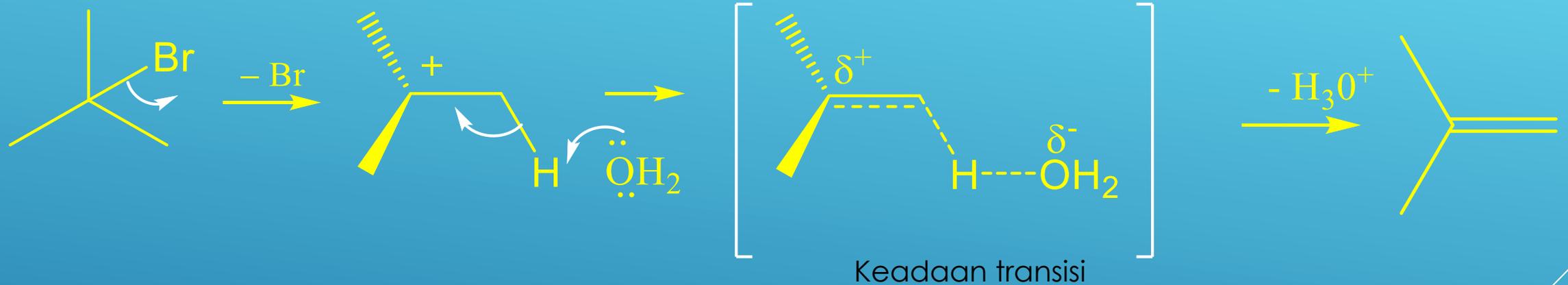
## REAKSI ELIMINASI DIBEDAKAN E<sup>1</sup> DAN E<sup>2</sup>

### A. Eliminasi E<sup>1</sup> (Uni molekuler)

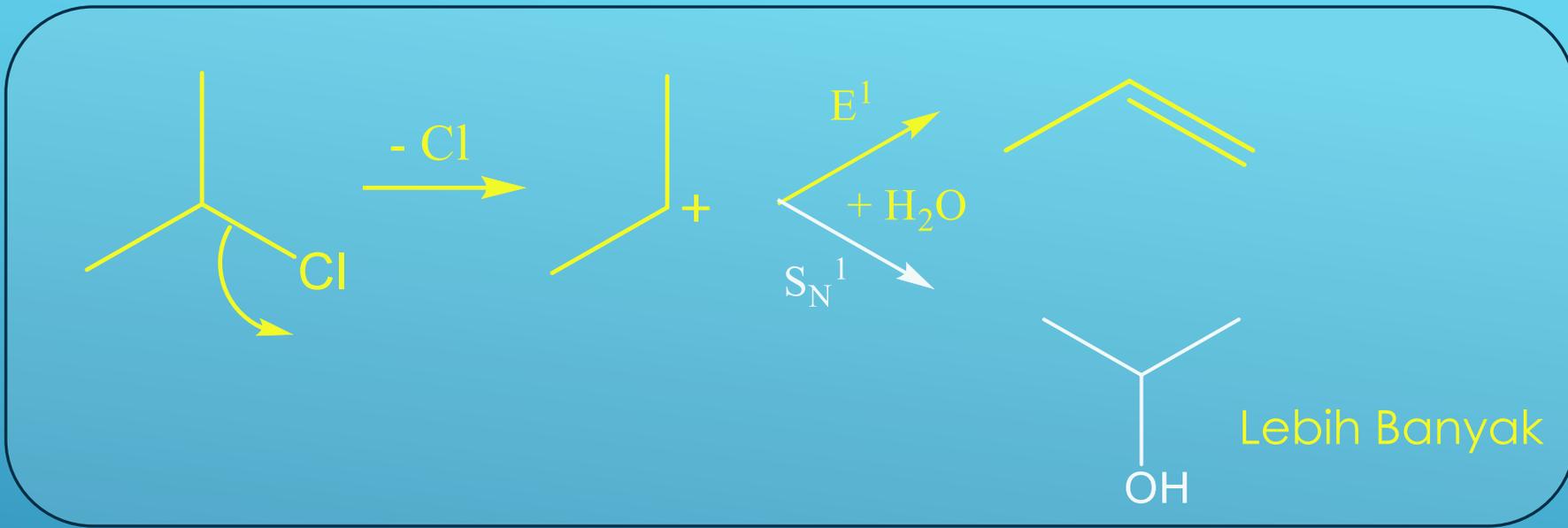
mekanisme reaksinya berlangsung dua tahap. Penentu laju reaksi adalah konsentrasi substrat pada tahap ionisasi/pembentukan ion karbokation. Secara umum mekanisme reaksinya sbb:



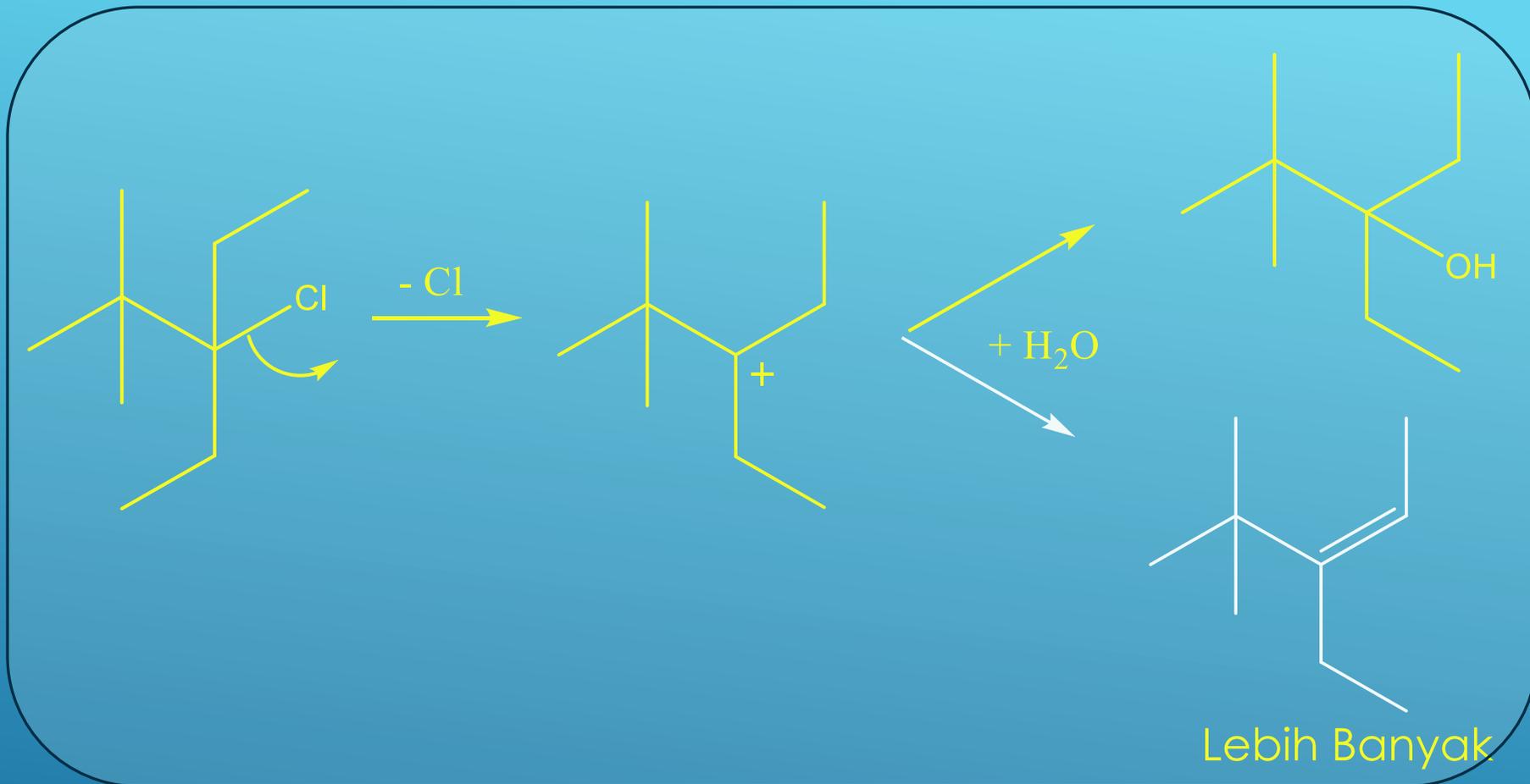
**Contoh:** reaksi eliminasi *t*-butilklorida



Pada reaksi  $\text{E}^1$  terjadi persaingan dengan reaksi  $\text{S}_{\text{N}}^1$  karena masing-masing tahap reaksi ada pembentukan karbokation,.



Reaksi  $S_N1$  selalu menghasilkan produk samping  $E1$  begitu juga sebaliknya. Jadi produk-produk reaksi substitusi dan eliminasi dapat lebih banyak dan dapat lebih sedikit.



Untuk  
**mempertinggi**  
 produk  
**eliminasi:**

1. Pelarut kurang polar
2. Suhu tinggi
3. Basa kuat dan konsentrasi yang tinggi

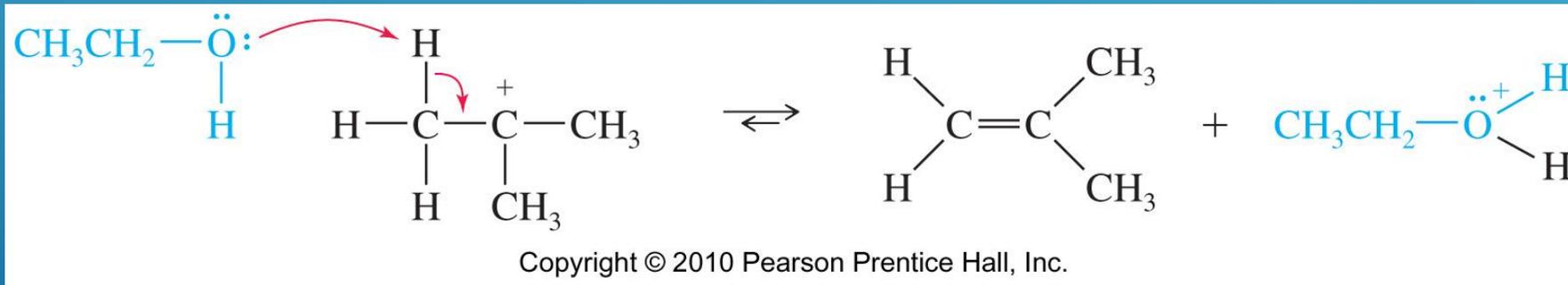
Sebaliknya  
 produk substitusi

*Pada reaksi ini ada halangan sterik masuknya nukleofil*

*Bagaimana menentukan produk utamanya...?*

# ATURAN ZAITSEV

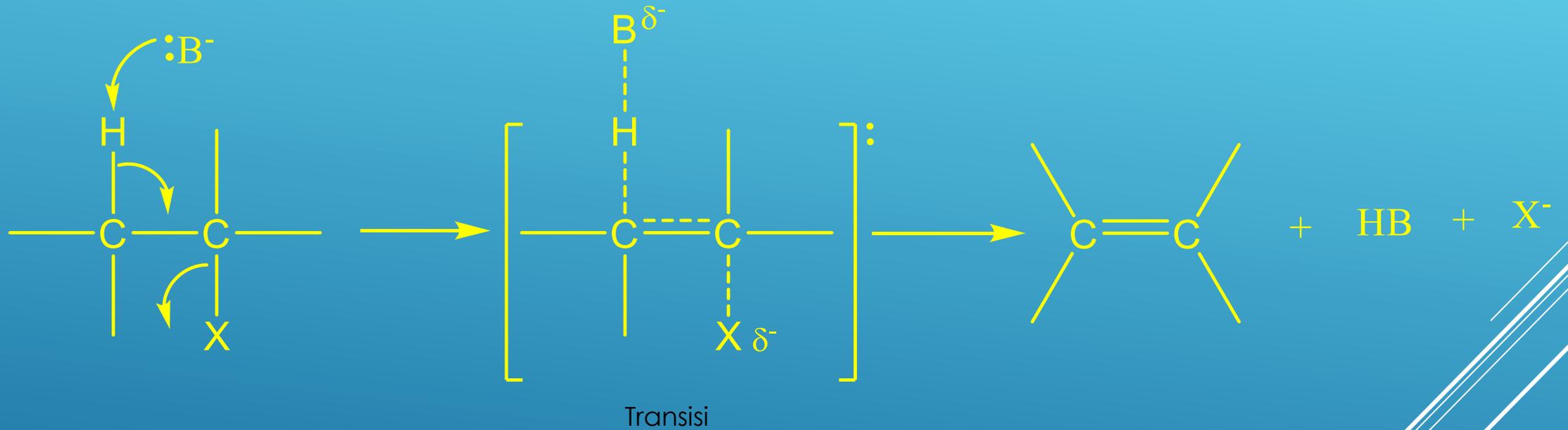
- ▶ Jika lebih dari satu produk eliminasi yang mungkin terbentuk, **alkena yang memiliki substituen yang terbanyak** lah yang menjadi produk mayor karena molekul ini yang paling stabil.



Produk mayor  
(trisubstituen)

## B. Eliminasi E<sup>2</sup> (Bimolekuler)

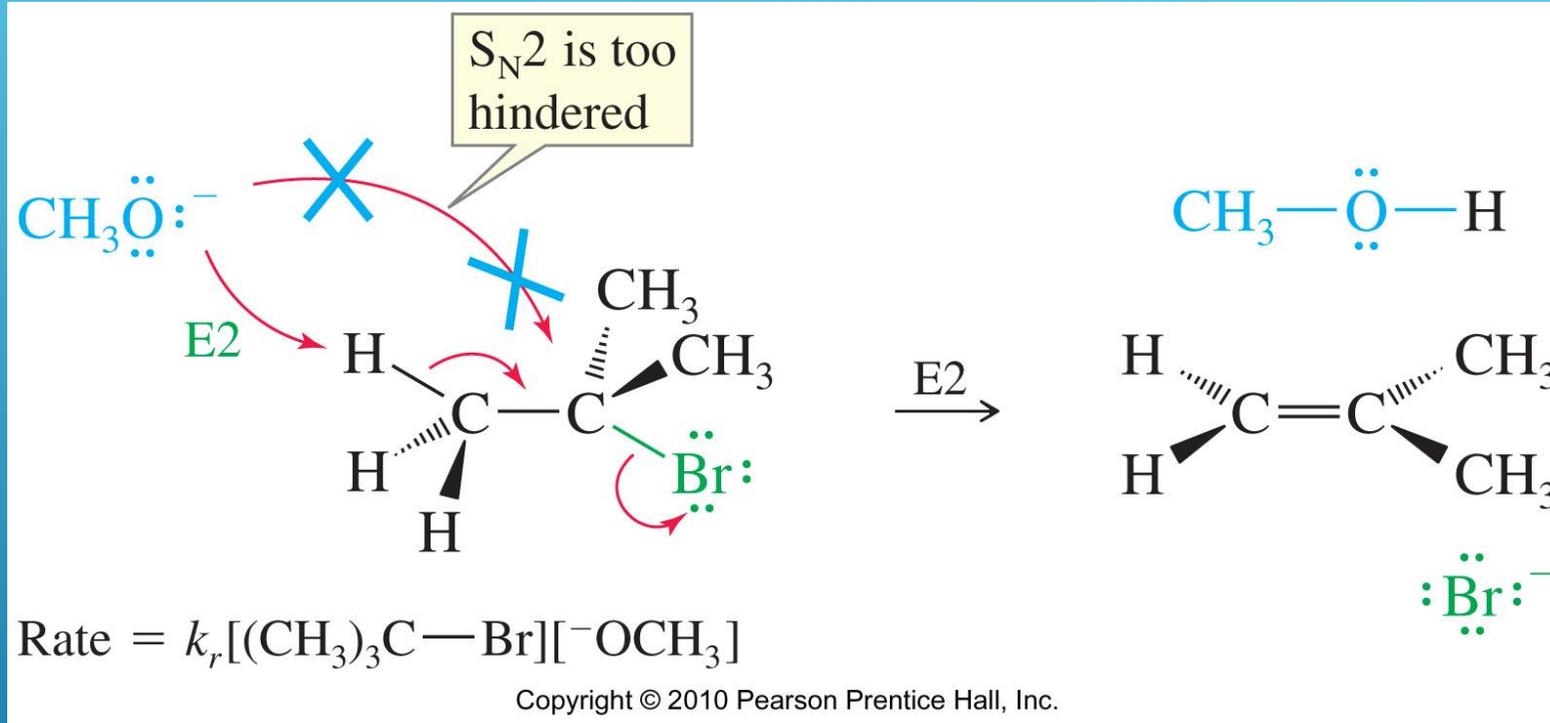
mekanisme reaksinya berlangsung satu tahap. Reaksi serempak (*Concerted reaction*). Secara umum mekanisme reaksinya sbb:



## REAKSI E2 (MEKANISMENYA MIRIP SN2)

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

# MEKANISME E2

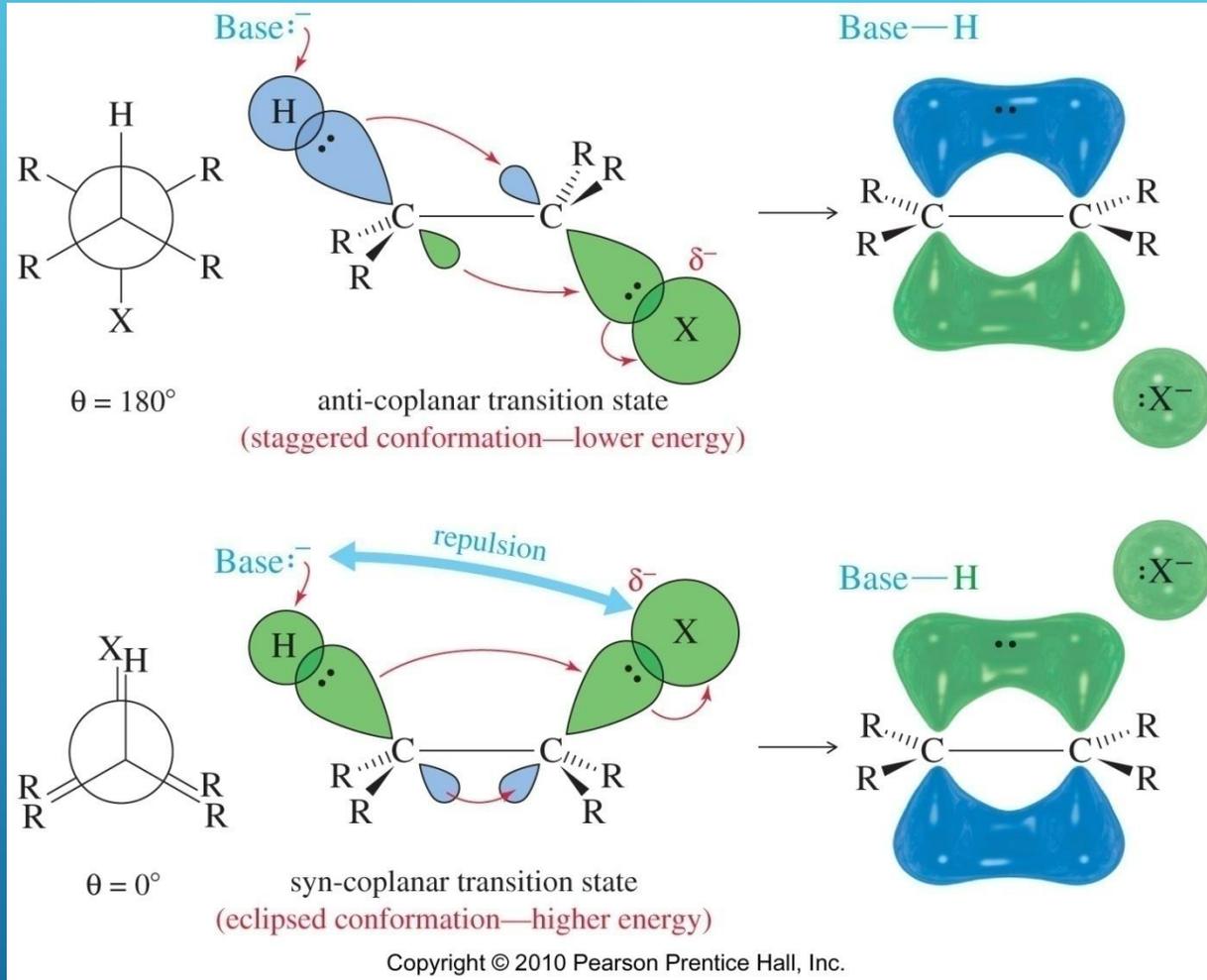


- Urutan reaktivitas untuk alkil halida:  
 $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$
- Campuran produk mungkin dapat terbentuk, namun produk yang sesuai dengan aturan Zaitsev yang menjadi produk dominan predominates.

# 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



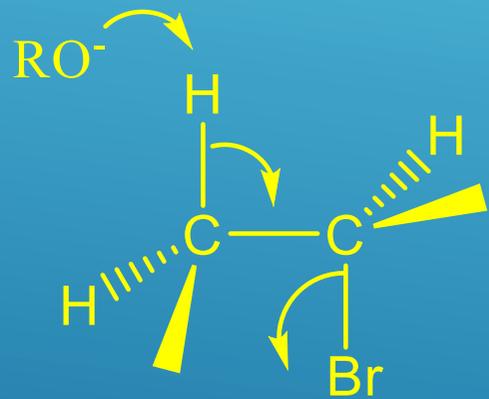
# 1. Faktor faktor yang menentukan E<sup>1</sup> dan E<sup>2</sup>

mekanisme reaksinya berlangsung satu tahap. Reaksi serempak (*Concerted reaction*). Secara umum mekanisme reaksinya sbb:

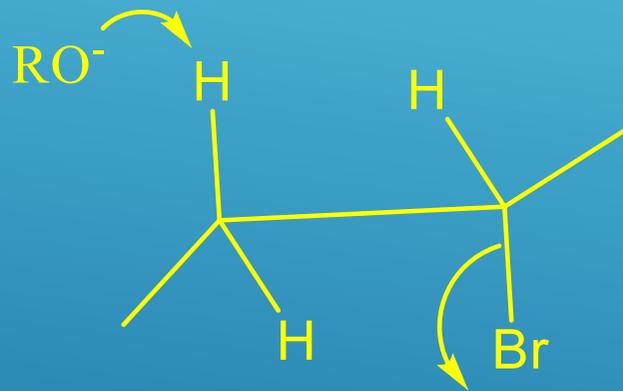
1. Kestabilan ion karbonium yang terbentuk, makin stabil ion karbonium, makin mudah terjadi E<sup>1</sup>
2. Kekuatan basa, makin kuat basanya makin mudah terjadi E<sup>2</sup>
3. Struktur RX, makin mudah X lepas, makin mudah terjadi E<sup>2</sup> oleh faktor induksi dan faktor *crowded* dan keasaman H $\beta$

## 2. Stereokimia E<sup>2</sup>

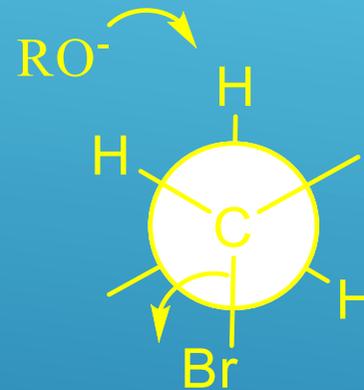
Selalu transkoplanar (trans elimination), artinya lepasnya H dan X dari arah trans atau berlawanan (anti eliminasi)



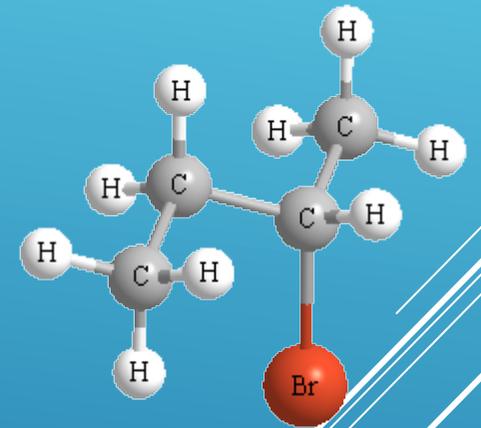
dimensional



Kudakuda



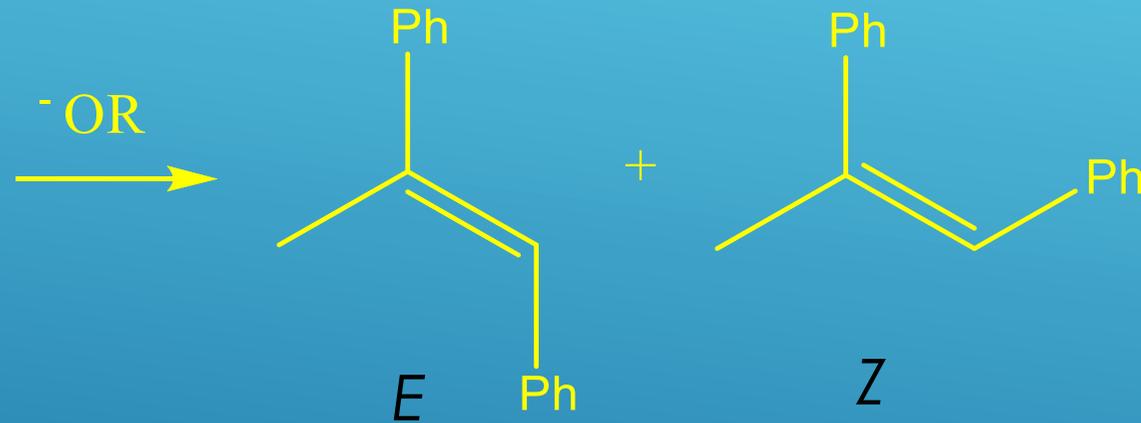
Proyeksi Newman



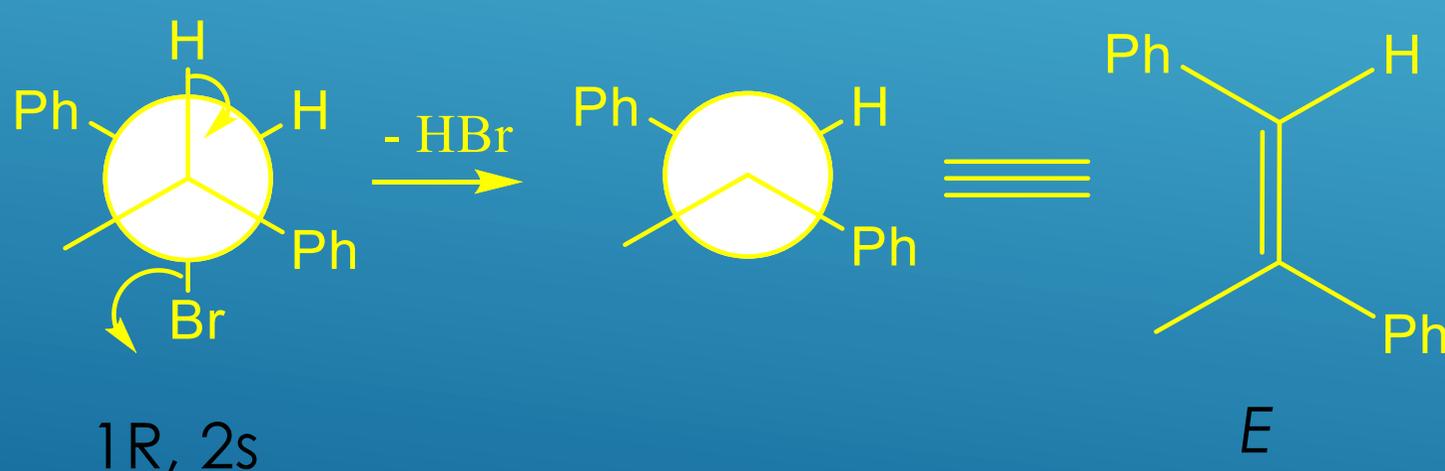
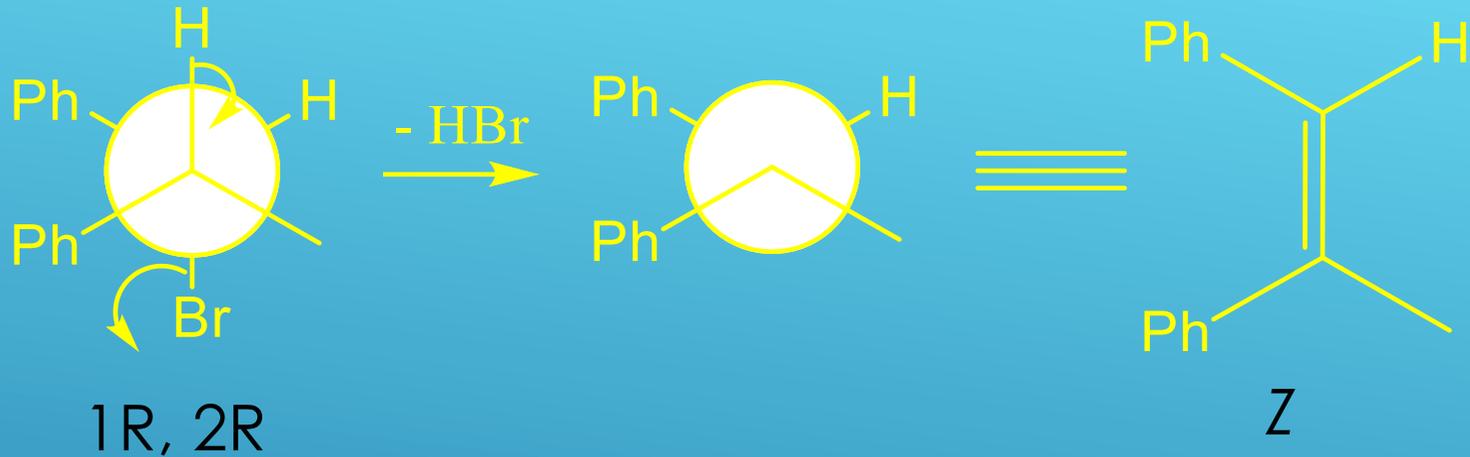
Bola pasak

contoh:

eliminasi senyawa 1-bromo-1,2-difenilpropana  
( $\text{CH}_3\text{CHPhCHPhBr}$ )



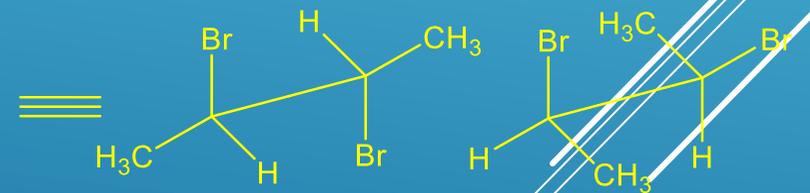
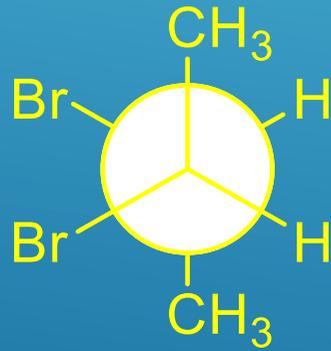
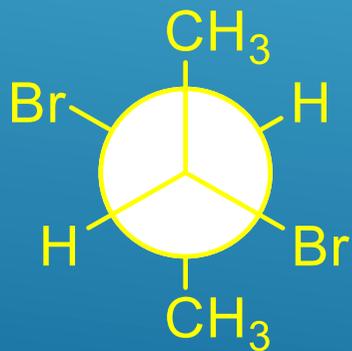
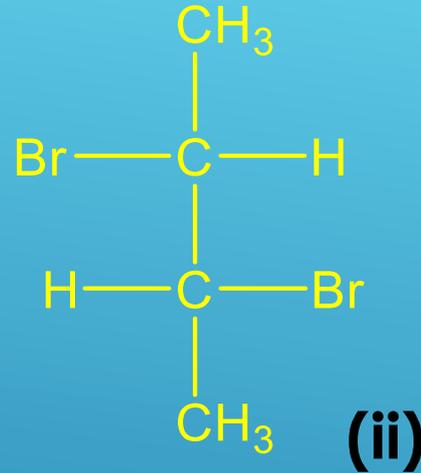
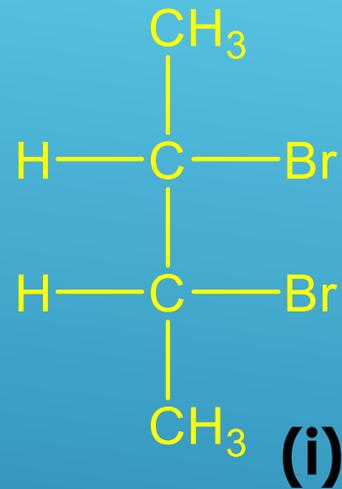
untuk substrat dengan konfigurasi 1R, 2R dan 1S, 2S produk Z alkena  
untuk substrat dengan konfigurasi 1R, 2S dan 1S, 2R produk E alkena



Reaksi ini disebut  
 stereospesifik  
 dimana  
 stereoisomer  
 yang berbeda  
 menghasilkan  
 produk yang  
 secara stereo  
 berbeda/berlainan

# CONTOH SOAL:

MANAKAH DIANTARA SENYAWA BERIKUT YANG LEBIH MUDAH MENGALAMI REAKSI E<sup>2</sup>



Selanjutnya Tuliskan mekanisme reaksi keduanya untuk menunjukkan stereokimianya !!!

### 3. REGIOSELEKTIVITY

ADALAH PRODUK-PRODUK ALKENA DARI REAKSI ELIMINASI YANG MENENTUKAN **PRODUK UTAMA REAKSI ELIMINASI**.

Regioselektif terdapat dua macam yaitu;

1. Produk Hofman,

produk-produk alkena yang merupakan produk utama dari reaksi eliminasi tetapi bukan merupakan alkena yang stabil dari kemungkinan produk reaksi eliminasi tersebut

(Alkena kurang tersubstitusi)

2. Produk Saytseff,

produk-produk alkena yang merupakan produk utama dari reaksi eliminasi dan merupakan alkena yang stabil dari kemungkinan produk reaksi eliminasi tersebut

(Alkena tersubstitusi tinggi)

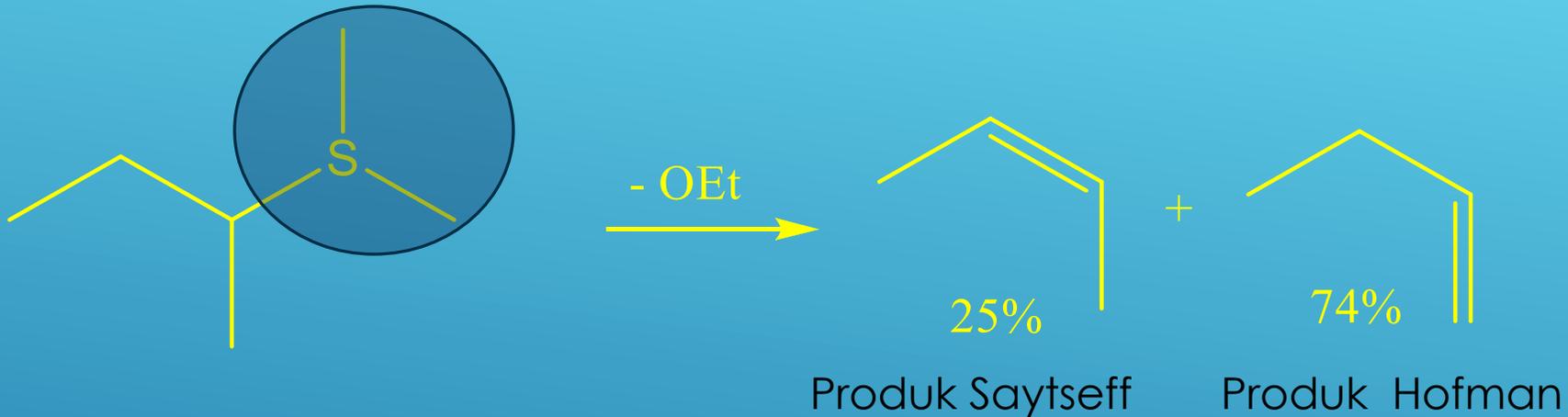
# CONTOH:



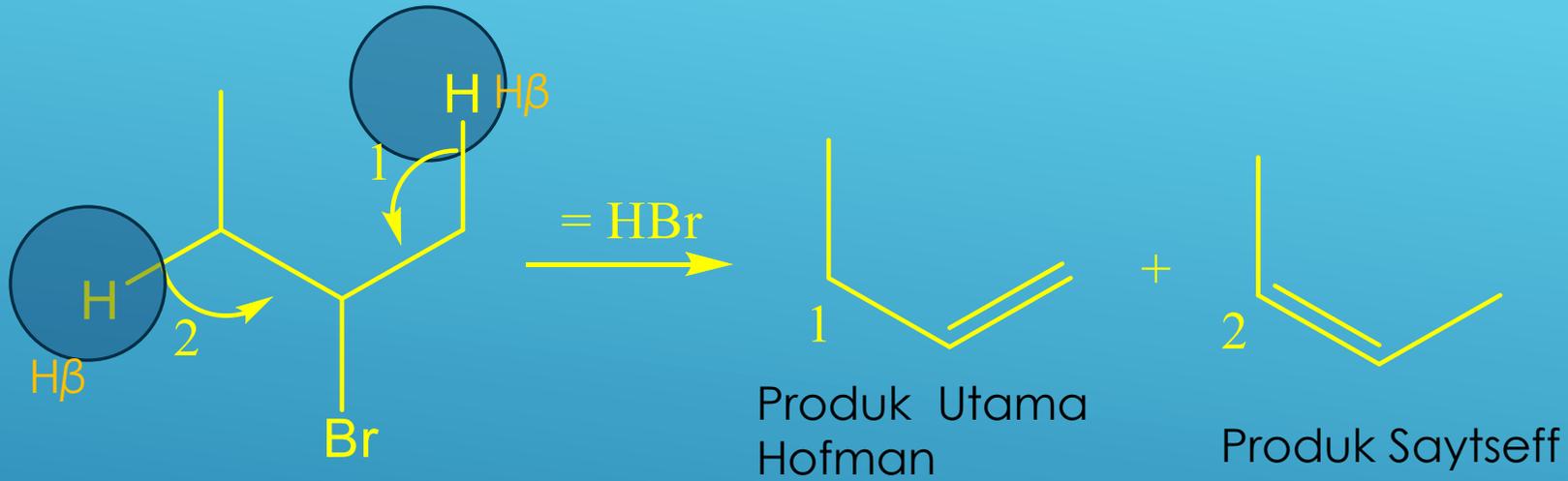
Beberapa faktor yang menentukan produk alkena yang terbentuk dari reaksi eliminasi:

1. Gugus lepas (X)
2. Keasaman  $\text{H}\beta$
3. Kekuatan Basa
4. Faktor sterik (*Crowded*)
5. Pelarut

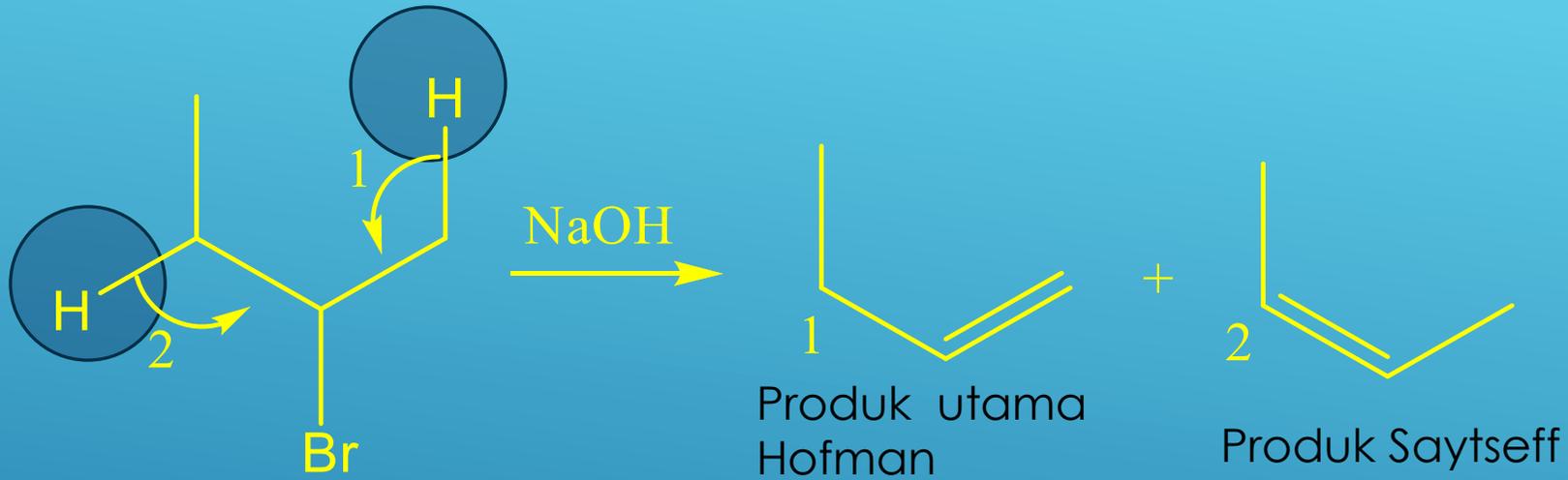
# 1. GUGUS LEPAS (X)



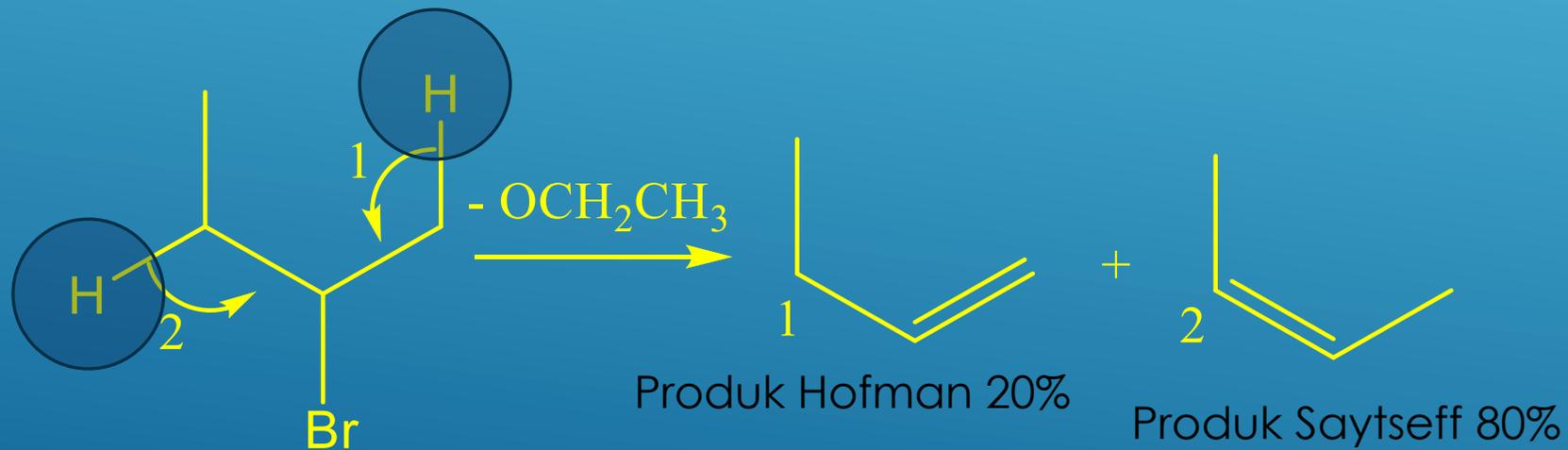
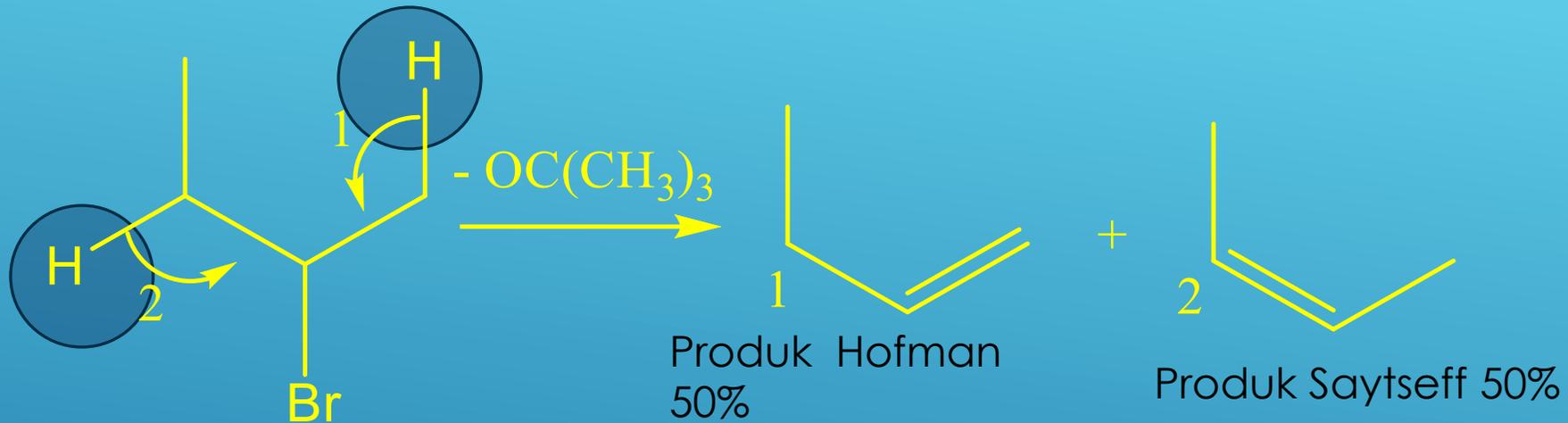
## 2. KEASAMAN HB



### 3. KEKUATAN BASA



## 4. FAKTOR STERIK (CROWDED)



## 5. PELARUT

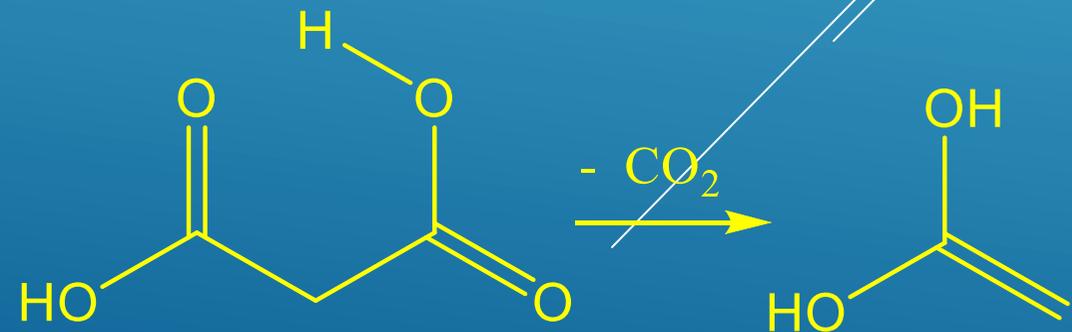
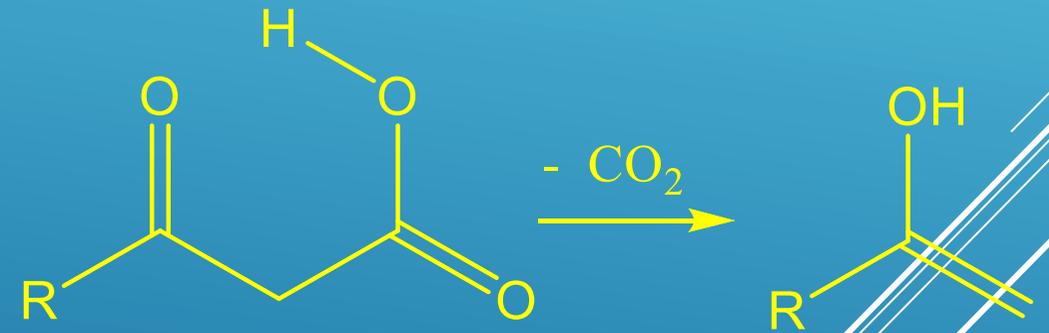
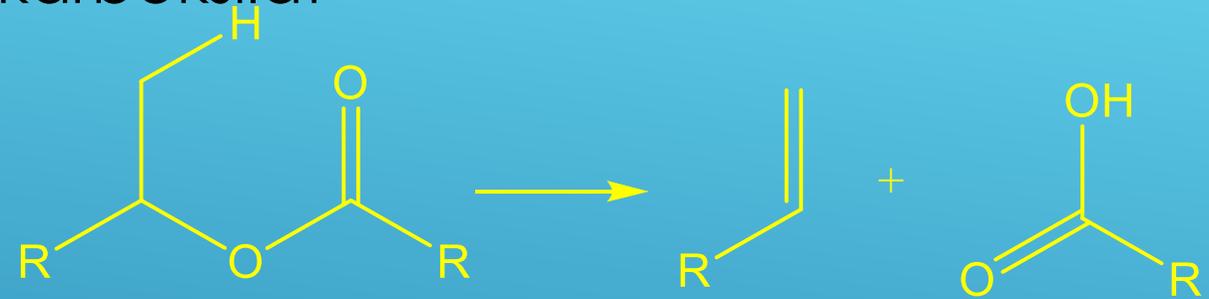
Pada umumnya pelarut berpengaruh pada reaksi bersaing. Untuk produk eliminasi **Pelarut yang polar lebih disukai E1 daripada E2**; dan **SN1** daripada SN2 Pengaruh pelarut tergantung pada **kemampuan untuk mensolvasi ion-ion** dan **menstabilkan ion** yang terbentuk atau memberikan kestabilan untuk memudahkan terbentuknya ion-ion molekul.

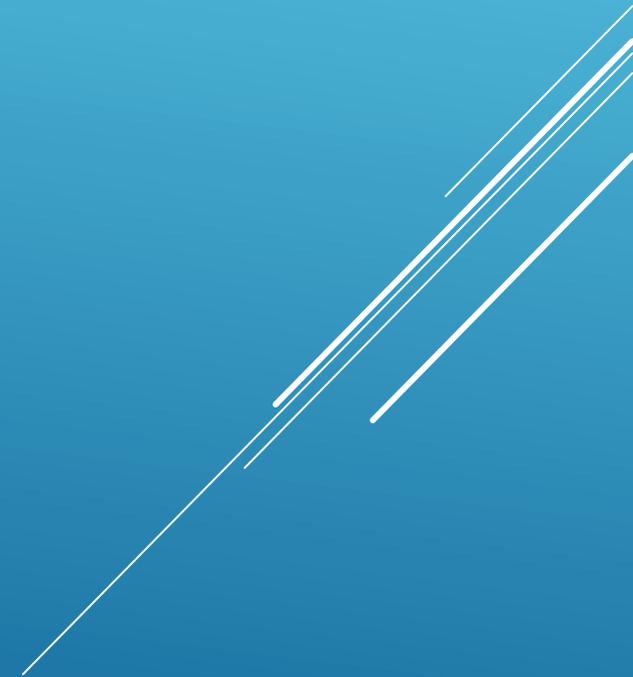
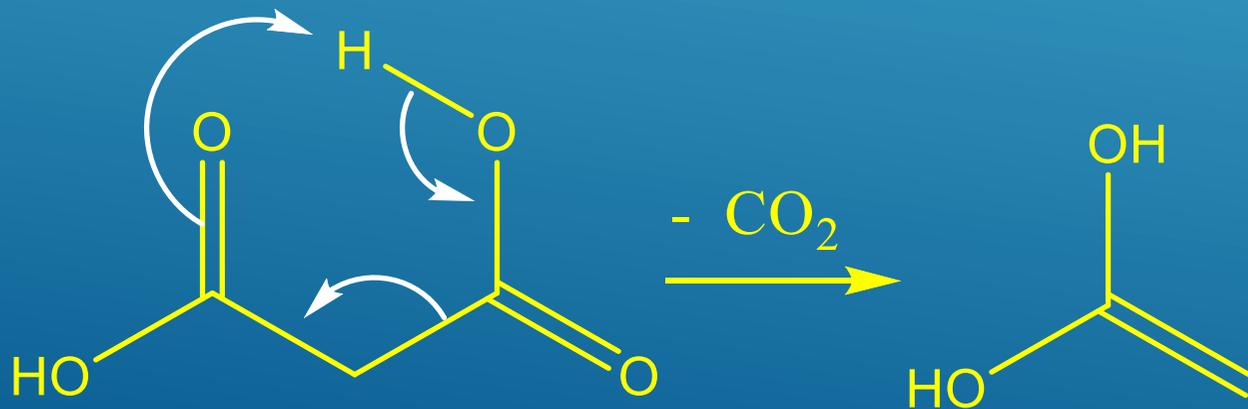
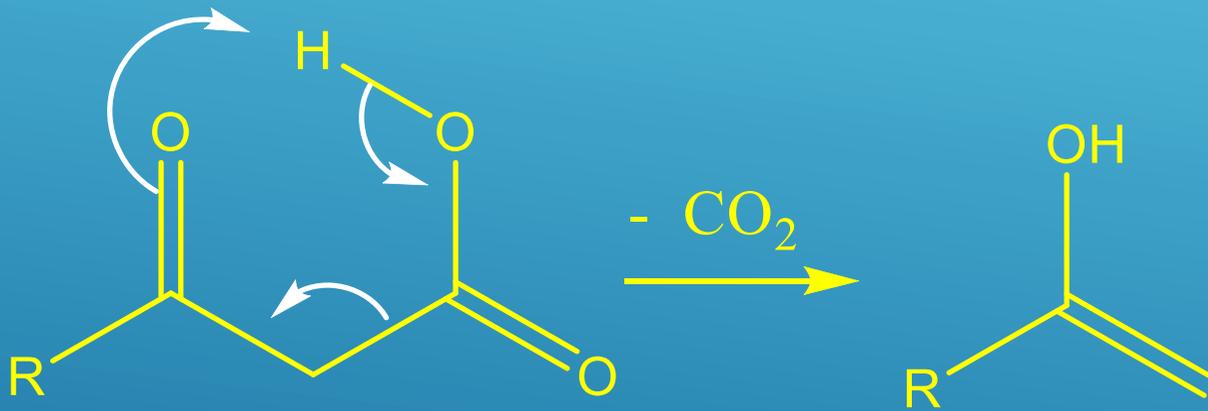
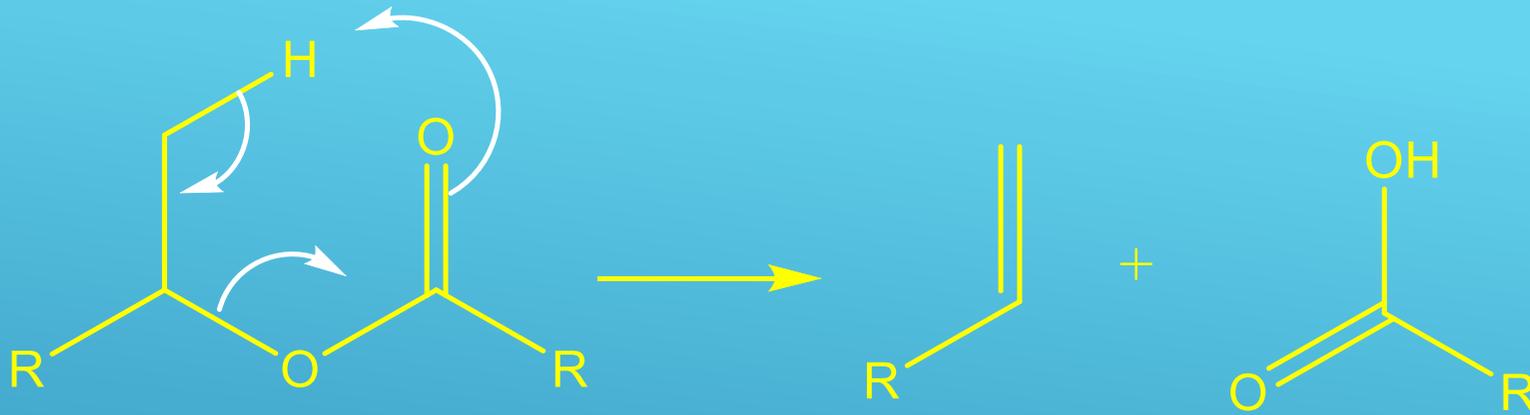
Telah dijelaskan bahwa umumnya reaksi eliminasi adalah eliminasi **trans** atau **anti eliminasi** artinya gugus pergi molekul yang lepas berada berlawanan arah dalam ruang geometri molekul.

Sedangkan **eliminasi cis** atau **syn eliminasi** sukar terjadi karena **kerapatan elektron yang besar**, sehingga H asam sulit diambil oleh basa atau X sukar lepas. Akan tetapi, **eliminasi cis (eliminasi intramolekuler)** dapat terjadi dengan 2 ketentuan:

1. Gugus lepas mempunyai keelektronegatifan tinggi
2. Gugus lepas merupakan molekul besar

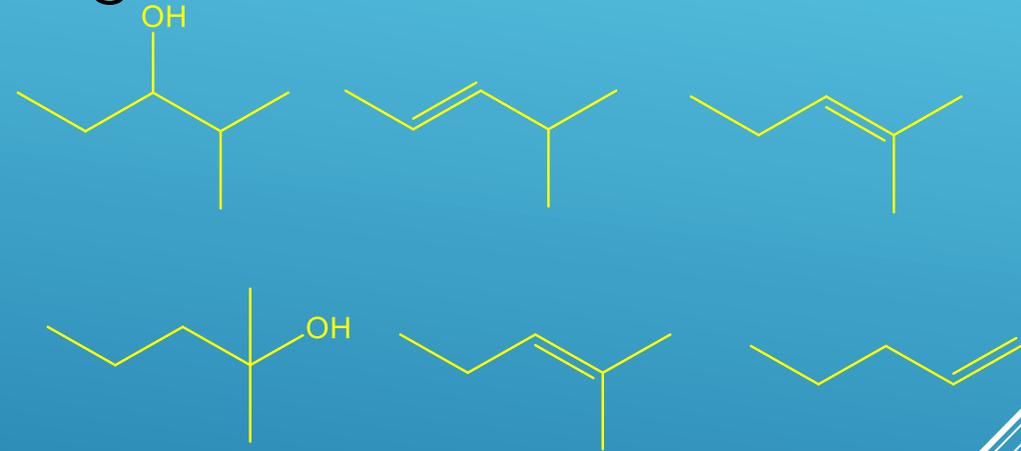
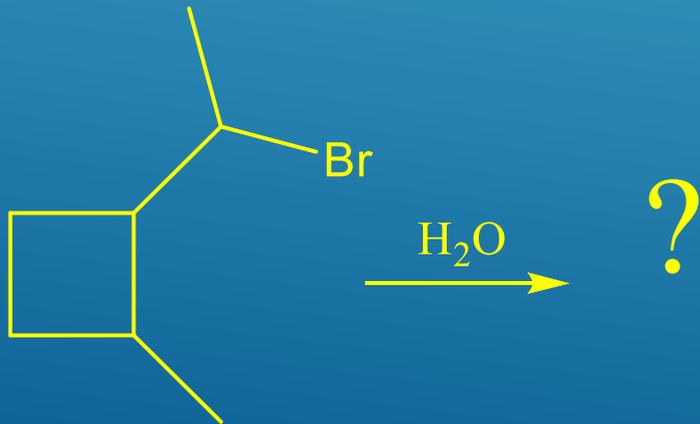
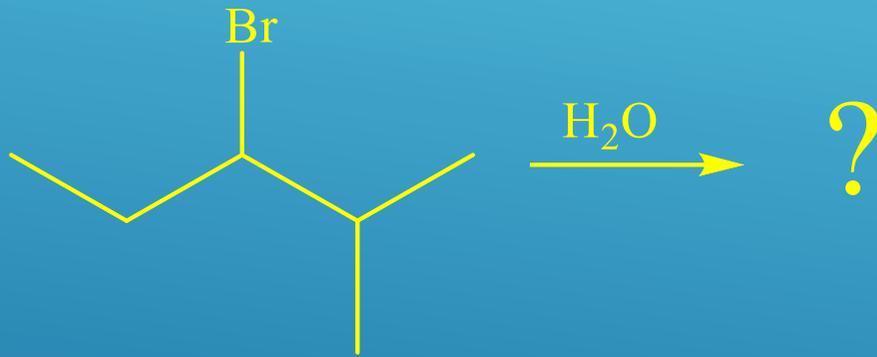
Contoh ini dapat terjadi pada senyawa ester dan senyawa asam beta karbonil atau asam beta karboksilat





Soal:

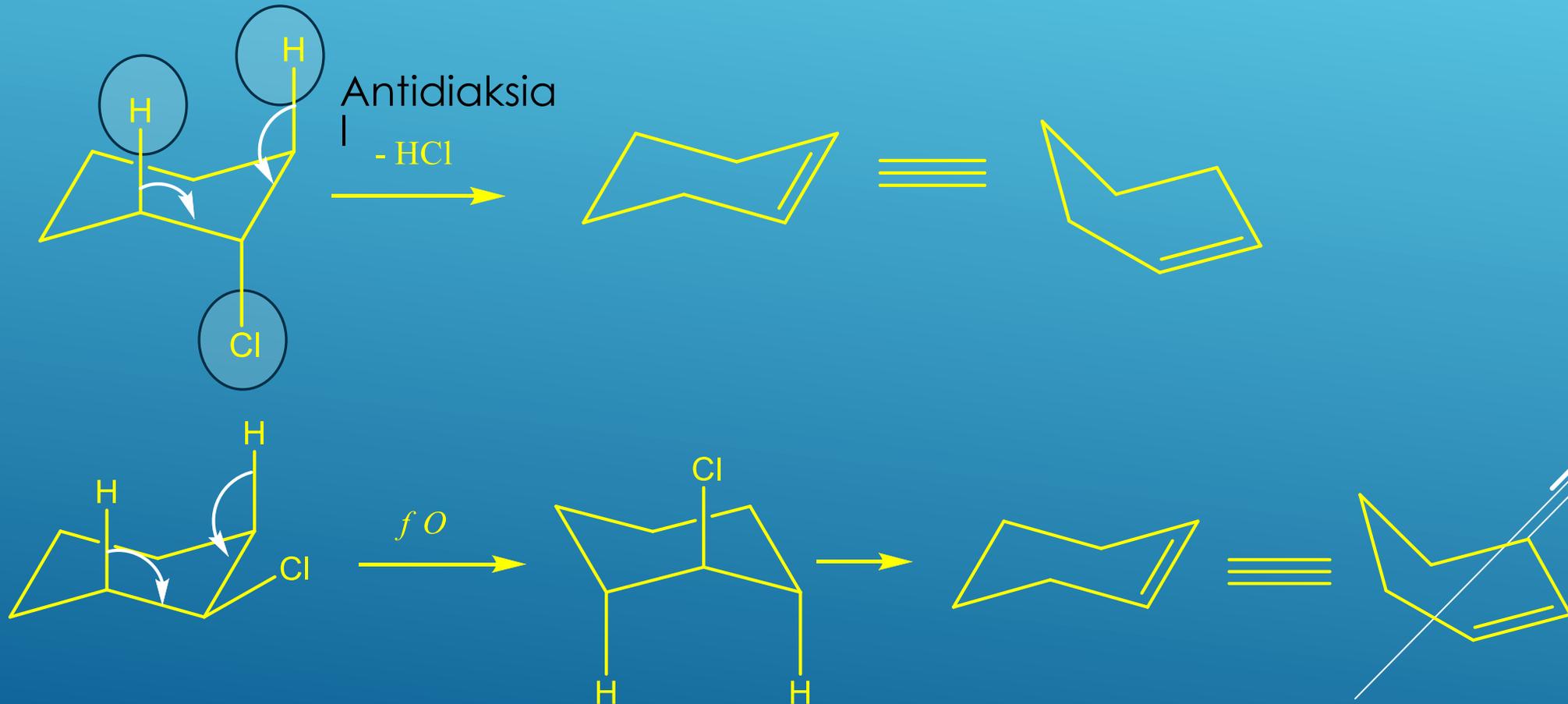
1. Tunjukkan produk-produk yang mungkin terbentuk dan jenis reaksinya
2. Jelaskan yang mana sebagai produk utama
3. Tuliskan mekanisme reaksinya
4. Perhatikan stereokimianya yang mungkin:



Produk-produk yang dapat terbentuk

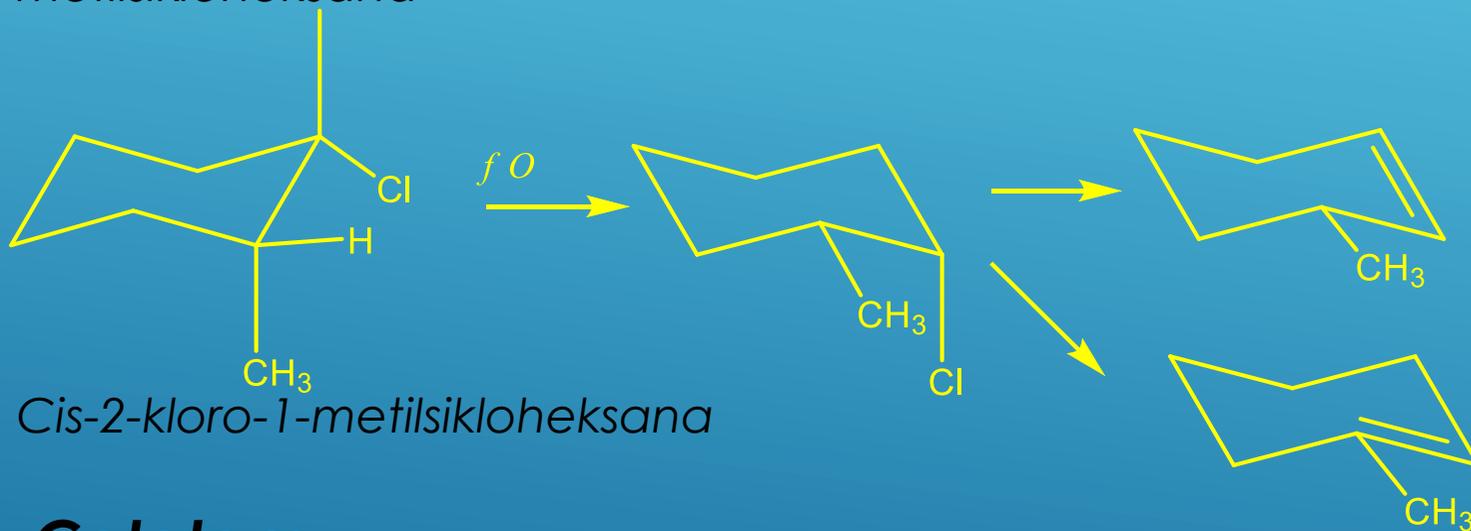
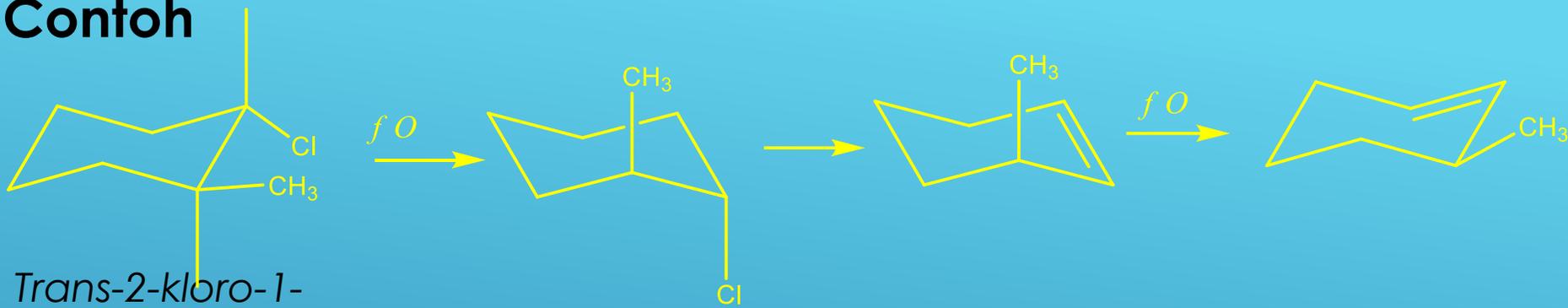
## 5. Eliminasi Pada senyawa Lingkar

Kinetika reaksinya juga terdapat E1 dan E2. Untuk E1, mekanismenya dua tahap dan E2 satu tahap. Reaksi eliminasi merupakan reaksi **anti diaksial**. Mekanisme reaksinya secara umum sbb:



Jika living group pada posisi ekuatorial, maka terjadi *flip over* sebelum mengalami eliminasi

## Contoh



### Catatan:

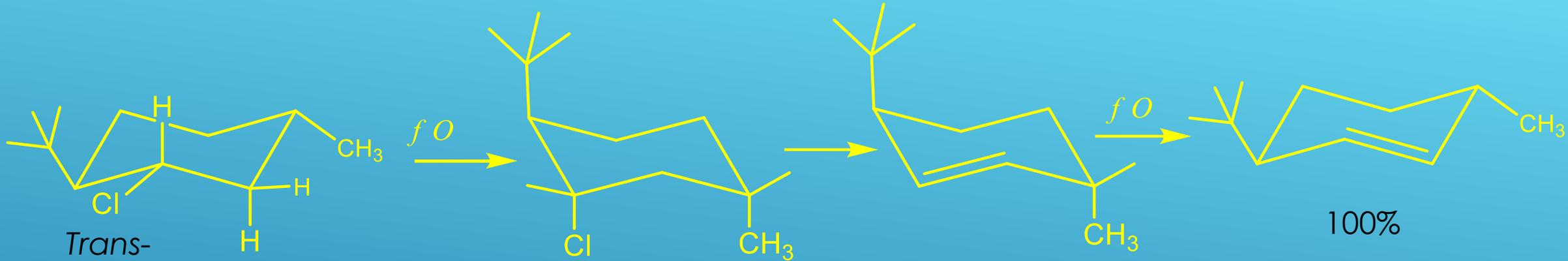
**trans** Cl equatorial to axial = 0,4 kkal  
CH<sub>3</sub> equatorial to aksial = 1,7 kkal

**Cis** Cl equatorial to aksial = 0,4 kkal  
CH<sub>3</sub> aksial ke ekuatorial = -1,7 kkal

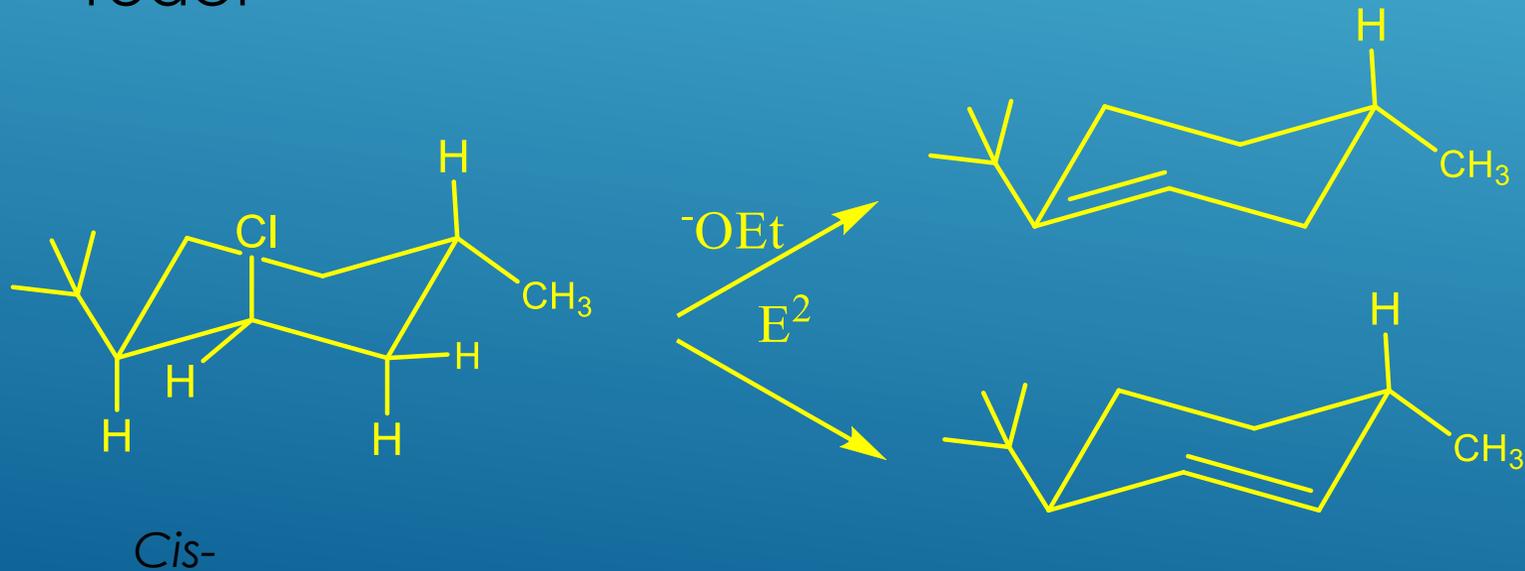
Reaksi eliminasi pd cis lebih mudah terjadi daripada trans, karena cis membebaskan energi sebesar  $0,4 + (-1,7) = -1,3$  kkal, sedangkan pada trans diperlukan energi sebesar  $0,4 + 1,7 = 2,1$  kkal

Keadaan reaksi diatas sering disebut reaksi stereospesifik, karena suatu senyawa dengan stereo tertentu menghasilkan senyawa dengan stereo tertentu pula.

# Contoh: trans $E^2$

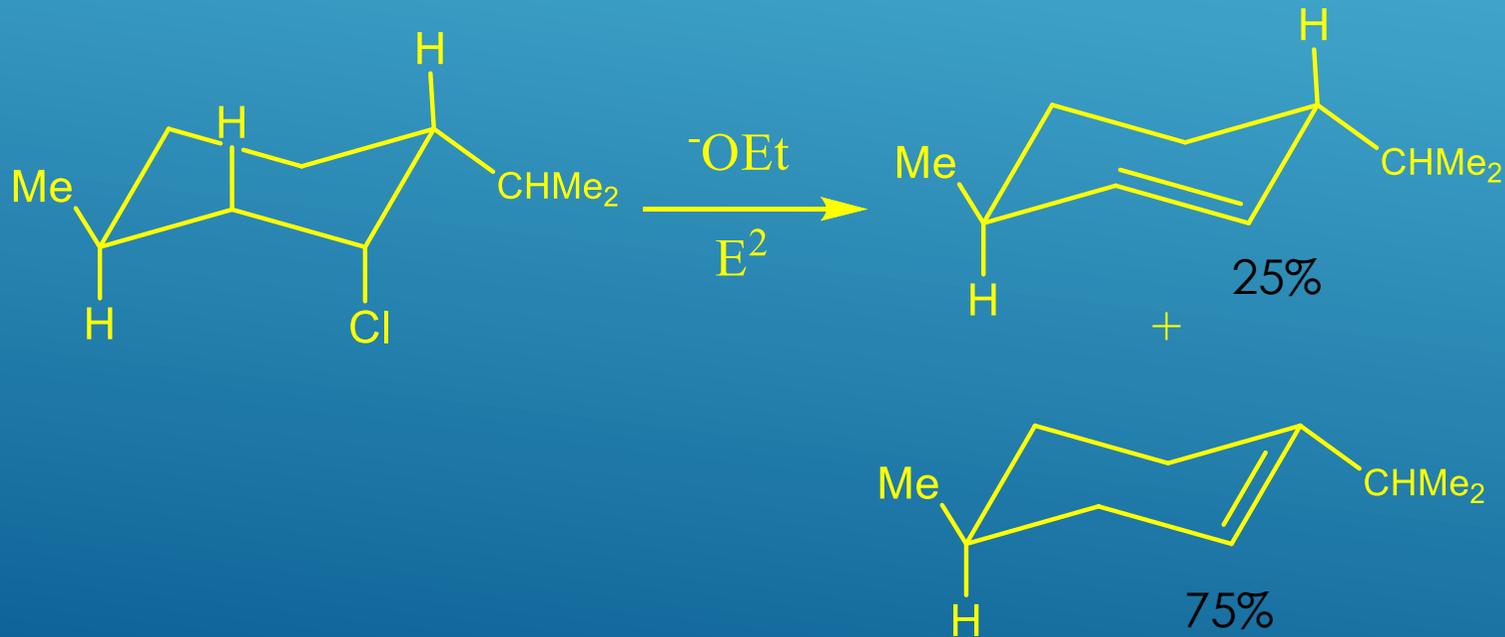
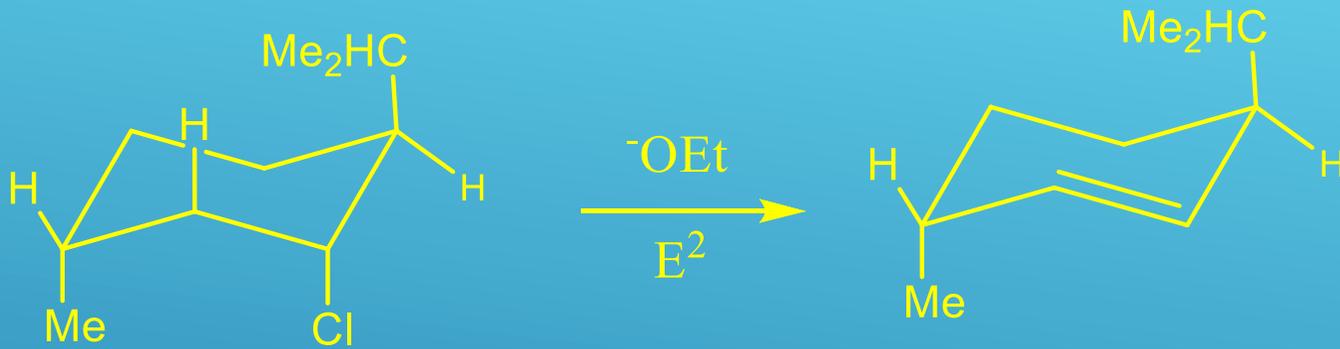


Reaction rate is slow, has to do flip over before it react



Rate ratio: 1 = 200:1  
*Cis is faster, due to it don't have do flip over*

# Contoh: trans $E^2$

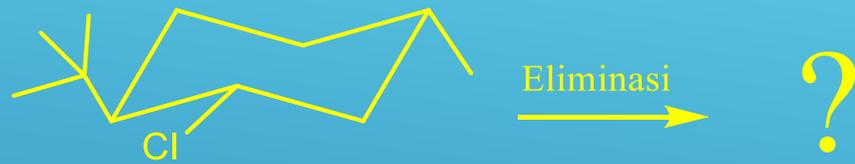


Reaction rate

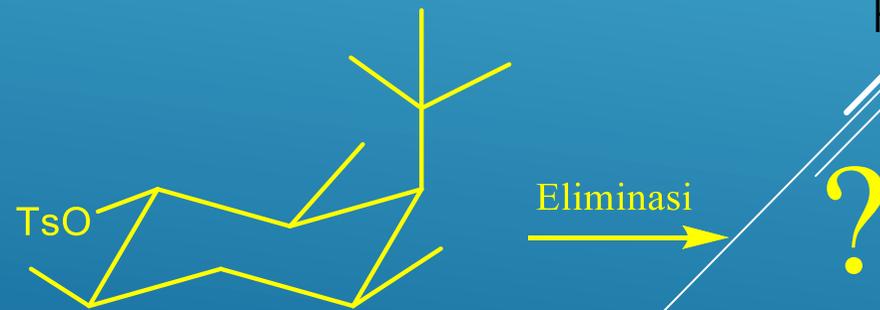
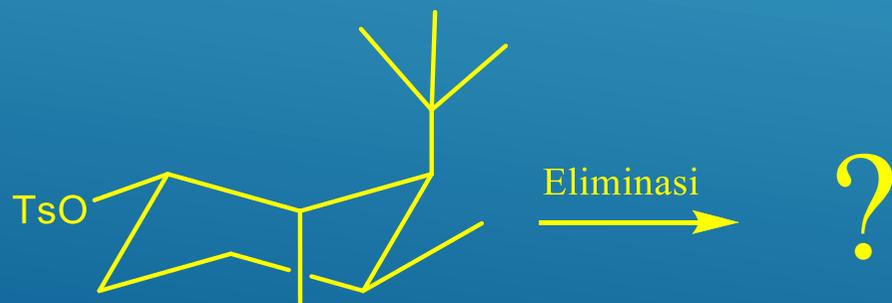
Cis > trans

*Axial-axial caused base difficult to attac*

# Write the mechanism and compare their reaction rate



1-3  
interactio  
n protect  
the  
attacking  
of base to  
H acid



# MEKANISME E1 ATAU E2?

- ▶ tersier > sekunder
  - ▶ Kekuatan basa tidak terlalu penting (biasanya lemah)
  - ▶ Pelarut yang terionisasi
  - ▶ Laju =  $k[\text{alkil halida}]$
  - ▶ Produk Zaitsev
  - ▶ Tidak terdapat persyaratan geometri
  - ▶ Terdapat produk penataan ulang
- ▶ tersier > sekunder
  - ▶ Dibutuhkan basa kuat
  - ▶ Kepolaran pelarut tidak terlalu penting.
  - ▶ laju =  $k[\text{alkil halida}][\text{basa}]$
  - ▶ Produk Zaitsev
  - ▶ Posisi H dan gugus pergi harus anti-koplanar
  - ▶ Tidak terjadi penataan ulang

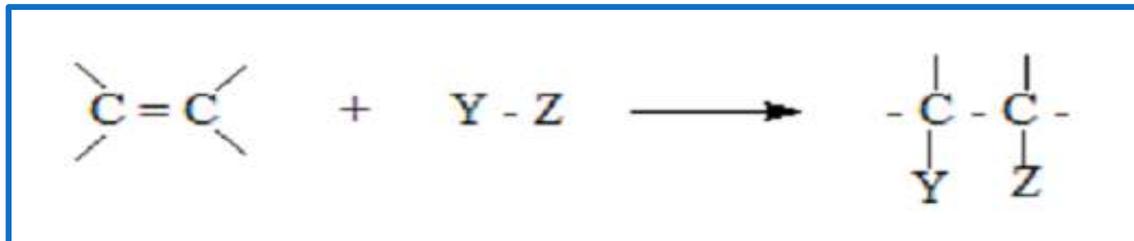
# SUBSTITUSI ATAU ELIMINASI?

- ▶ 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.

# REAKSI ADISI & REAKSI OKSIDASI REDUKSI

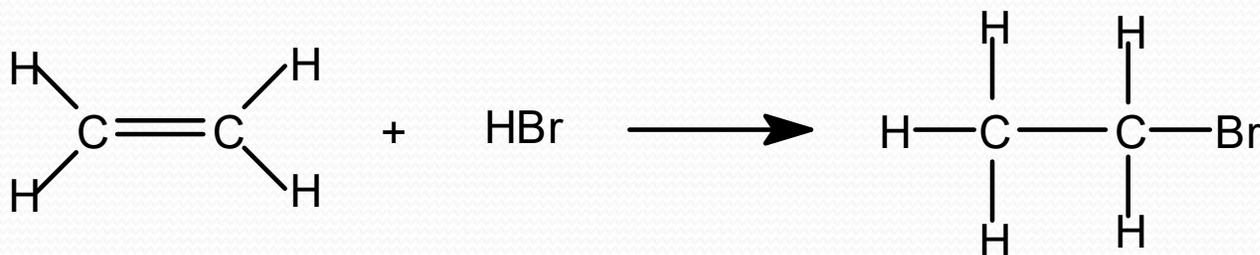
# Reaksi Adisi

- Reaksi Adisi terjadi pada **senyawa tak jenuh (ikatan rangkap)**
- **Molekul tak jenuh dapat menerima tambahan atom** atau gugus dari suatu pereaksi
- Dua contoh pereaksi yang mengadisi pada ikatan rangkap adalah **brom dan hidrogen**
- Adisi brom biasanya merupakan **reaksi cepat**, dan sering dipakai sebagai uji kualitatif untuk **mengidentifikasi ikatan rangkap dua atau rangkap tiga**
- Reaksi adisi secara umum dapat digambarkan sebagai berikut:



# Reaksi adisi

- Reaksi yang terjadi apabila **dua reaktan bergabung** membentuk **satu produk baru**, tanpa meninggalkan satu atom pun dari kedua reaktan tersebut.



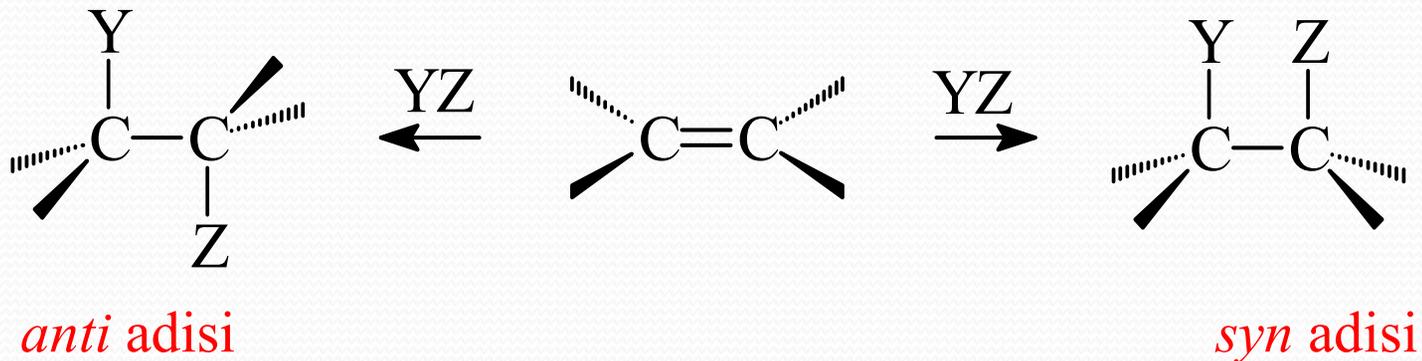
- Syaratnya :

Salah satu reaktan (substrat) harus merupakan **molekul tak jenuh** (mengandung ikatan rangkap)

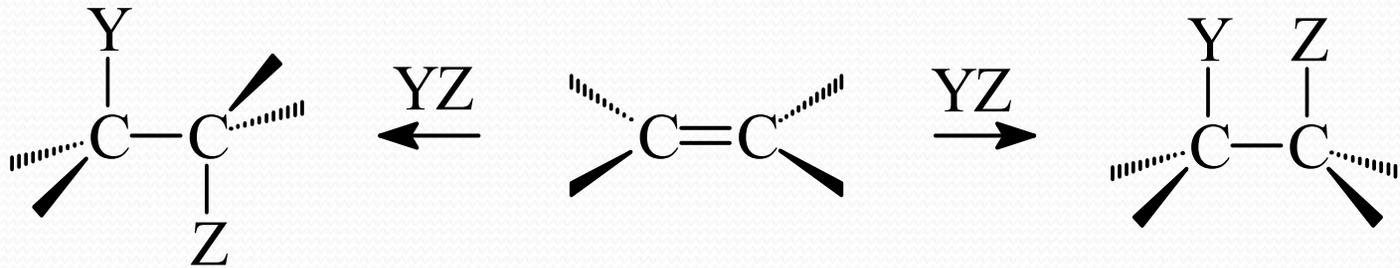
- Senyawa-senyawa yang mengalami reaksi adisi adalah **alkena (C=C)**, **alkuna (C≡C)**, **aldehid dan keton (C=O)**, **senyawa tio (C=S)** dan **senyawa siano (C≡N)**.
- Secara umum reaksi adisi dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu :
  1. Reaksi **adisi elektrofilik**
  2. Reaksi **adisi nukleofilik**

Jenis reaksi adisi dibagi atas :

1. Reaksi **Sin Adisi** (adisi dalam satu sisi)
2. Reaksi **Anti Adisi** (adisi dalam posisi berseberangan)



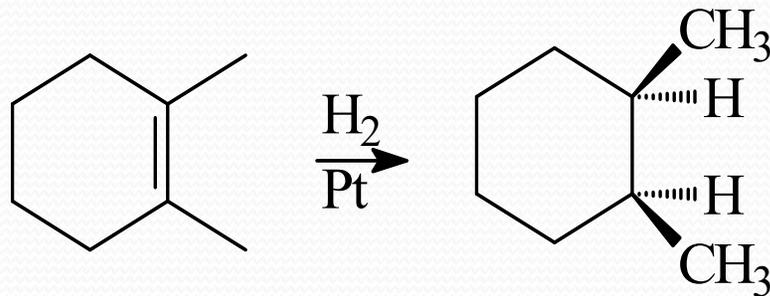
Dimana reaksi adisi ini terbagi atas adisi Elektrofilik dan Nukleofilik



*anti* adisi

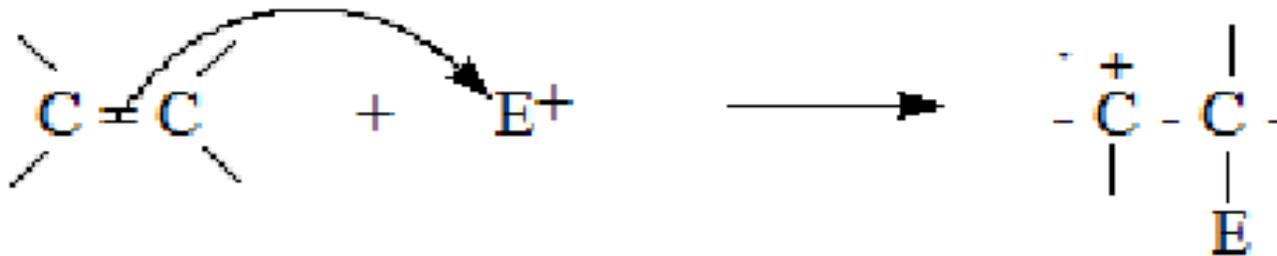
*syn* adisi

Hidrogenasi katalitik berlangsung melalui *syn* adisi:

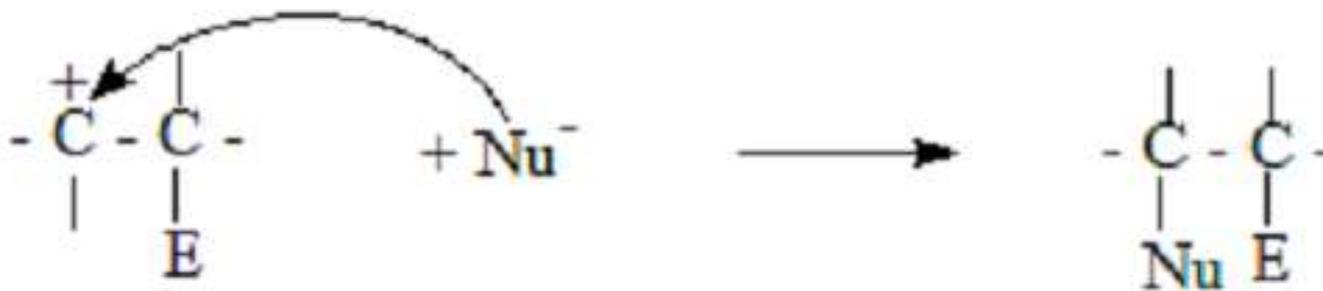


# 1. Adisi Elektrofilik

- Tahap 1 : serangan terhadap **elektrofilil  $E^+$**  yang terjadi **secara lambat**



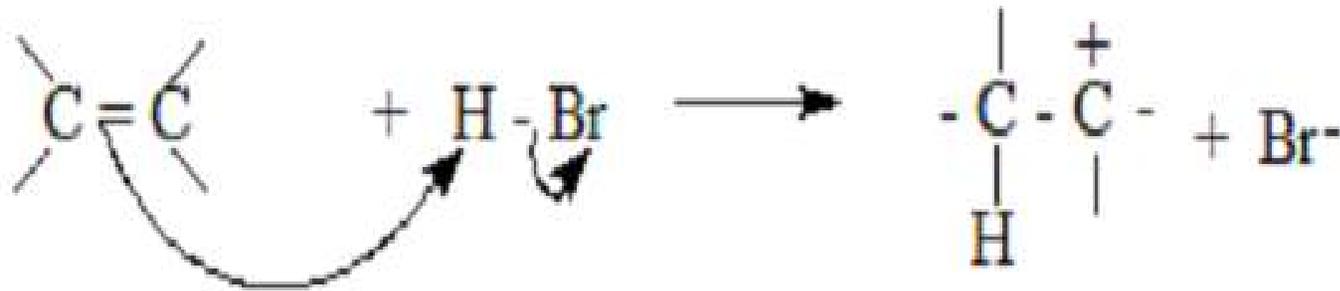
- Tahap 2 : **serangan nukleofil** terhadap karbokation



# Contoh apabila etena bereaksi dgn HBr

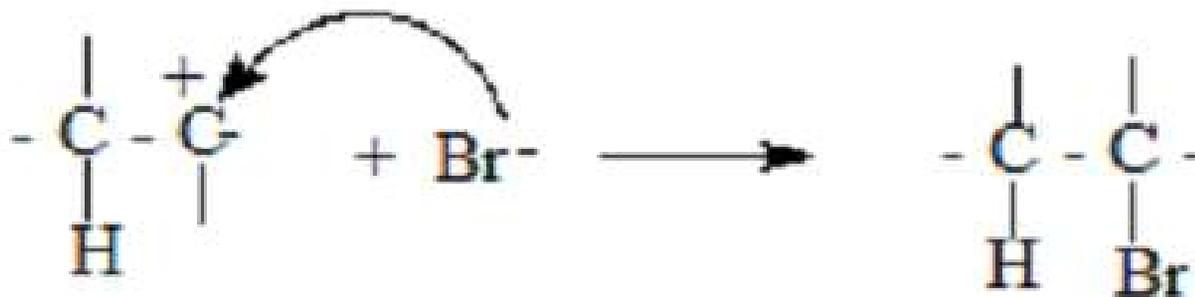
- Mekanisme reaksi mengikuti langkah berikut :

Tahap 1



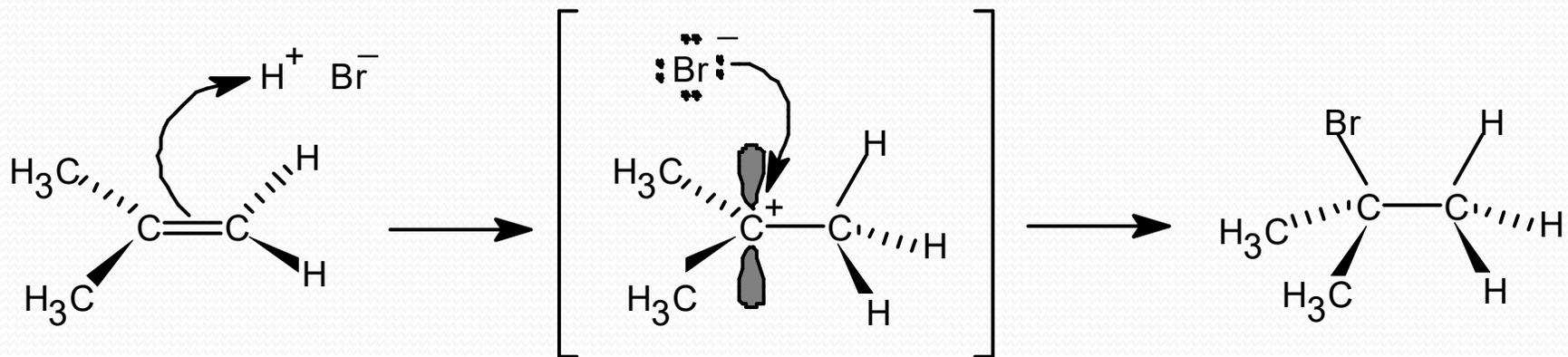
- Kemudian terjadi serangan nukleofilik pada karbokation

Tahap 2



## Reaksi adisi elektrofilik

- ❑ Reaksi ini terjadi pada **substrat yang memiliki ikatan rangkap** yang distribusi elektronnya bersifat seragam.
- ❑ **Ikatan rangkap yang kaya elektron** tersebut dapat mendonorkan pasangannya (bertindak sebagai nukleofil / basa lewis) pada **suatu elektrofil / asam Lewis**.

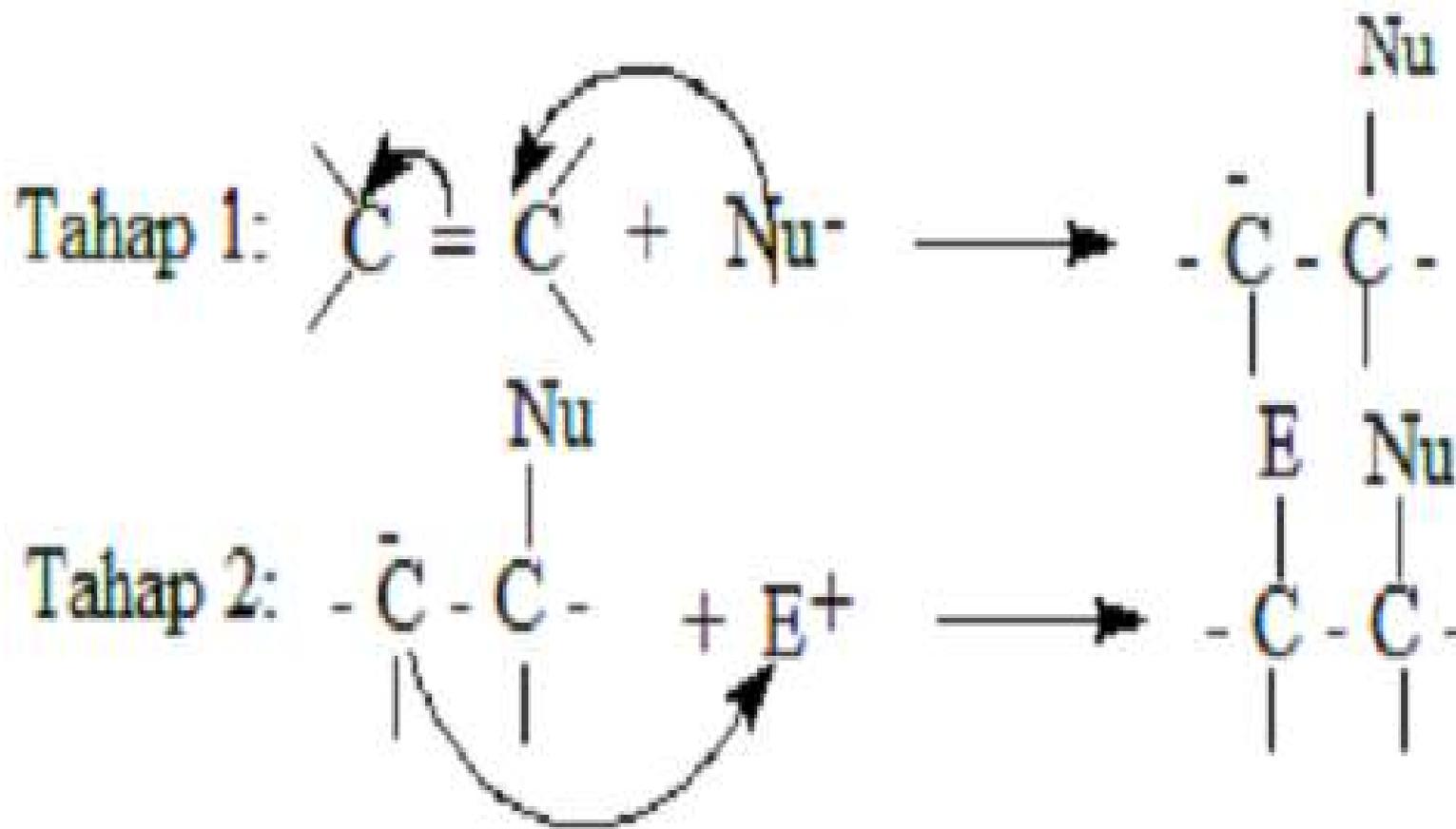


- ❑ **Reaksi adisi elektrofilik** terjadi pada senyawa-senyawa alkena dan alkuna.
- ❑ Umumnya reaksi adisi elektrofilik pada alkena dan alkuna orientasinya mengikuti **aturan Markovnikov**.

# ADISI ELEKTROFILIK

- a. ADISI HIDROGEN HALIDA (HBr, HCl, HI, HF)
- b. ADISI  $\text{H}_2\text{SO}_4$  DAN  $\text{H}_2\text{O}$  (HIDRASI)
- c. ADISI HALOGEN ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{F}_2$ )
- d. ADISI BORONA

## 2. Adisi Nukleofilik



## Reaksi adisi nukleofilik

- ❖ Adisi Grignard membentuk alkohol
- ❖ Adisi air (hidrasi) membentuk gem-diol
- ❖ Adisi alkohol membentuk asetal/keton
- ❖ Adisi HCN membentuk sianohidrin
- ❖ Adisi ammonia dan turunan ammonia
- ❖ Adisi karbanion

Kondensasi Aldol

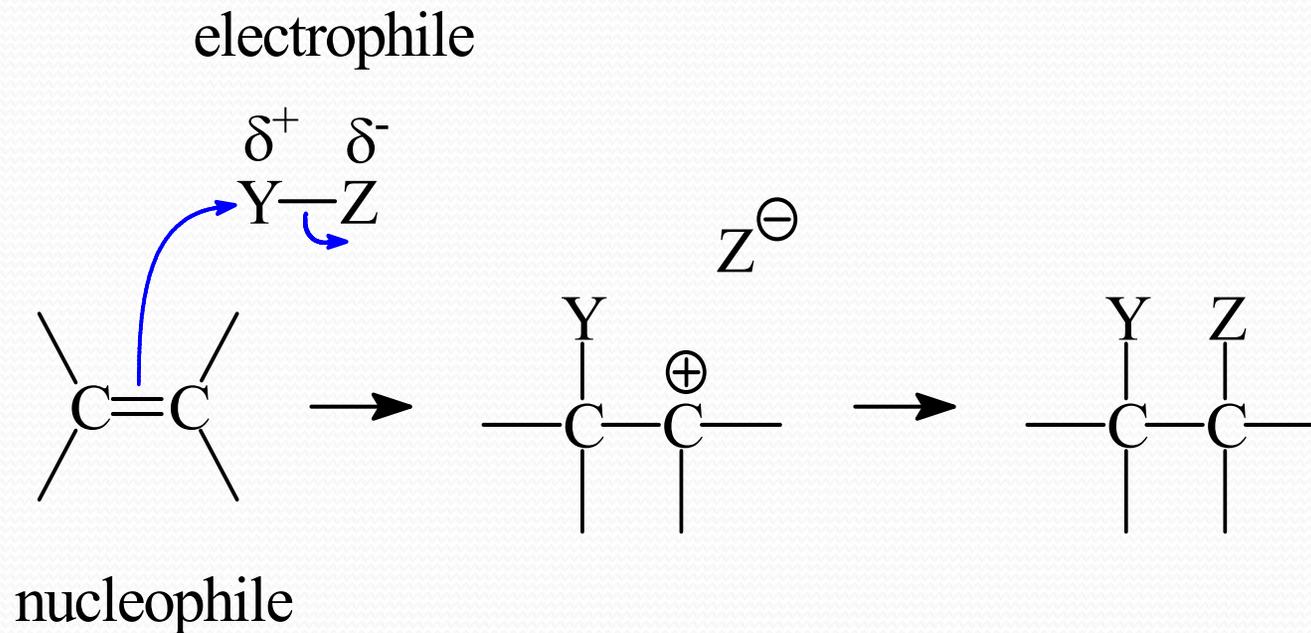
Kondensasi Claisen

Reaksi Reformatsky

Reaksi Wittig

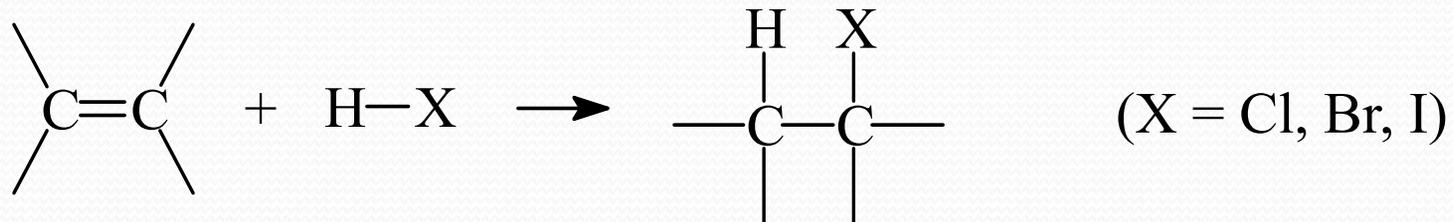
# Adisi Elektrofilik

Yang “kehilangan” elektron-elektron  $\pi$  adalah **nukleofilik** (basa Lewis), bereaksi dengan **elektrofil** (asam Lewis).

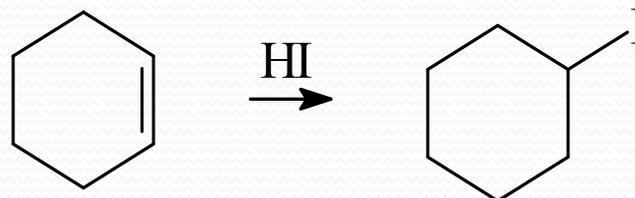
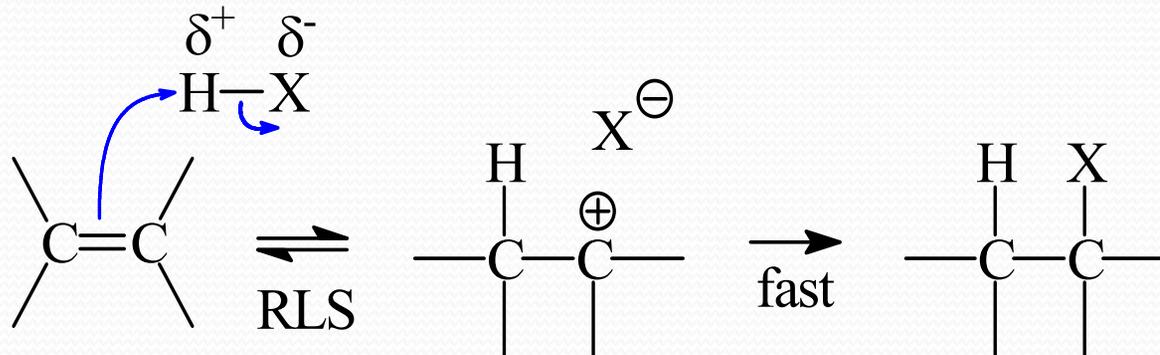


# Adisi Elektrofilik

## A. Adisi hidrogen halida



Reaktivitas:  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} \gg \text{HF}$  (asam lebih kuat = elektrofil lebih baik)



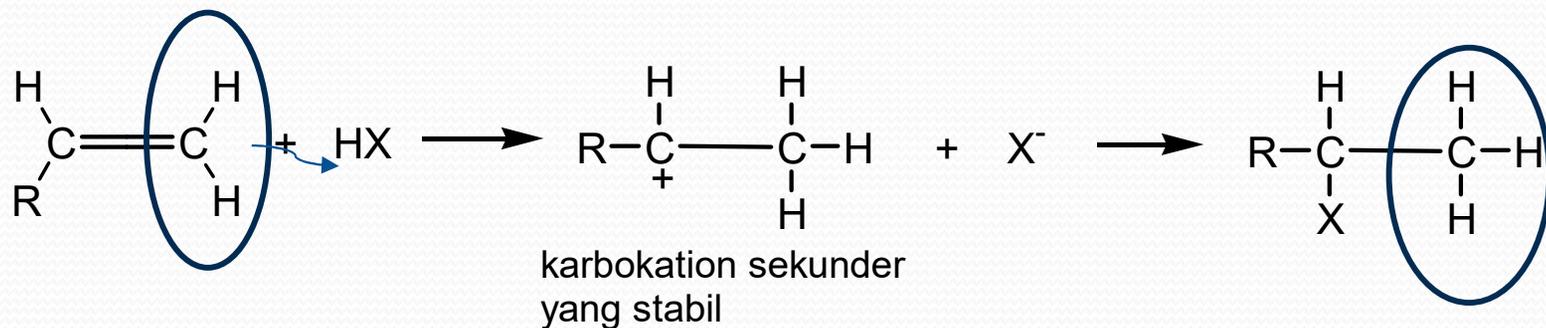
- **Reaktivitas relatif asam halida**  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ .
- Asam terkuat **HI bersifat paling reaktif** terhadap alkena
- Asam terlemah **HF paling tak reaktif** terhadap alkena.
- Suatu hidrogen halida mengandung ikatan H-X yang sangat polar dan dapat mudah melepaskan  $\text{H}^+$  dan menyerang ikatan rangkap pada alkena dan membentuk karbokation sementara, yang dengan cepat bereaksi dengan ion negatif halida dan menghasilkan alkil halida (R-X).
- Karena serangan awal dilakukan oleh sebuah elektrofil, maka **adisi HX pada alkena disebut reaksi adisi elektrofilik** (menyukai elektron) (Fressenden : 390)

# ATURAN MARKOVNIKOV

Jika sebuah **alkena tak simetris** diadisi HX, akan diperoleh dua kemungkinan, dan biasanya **satu produk lebih melimpah dari produk yang lain**.

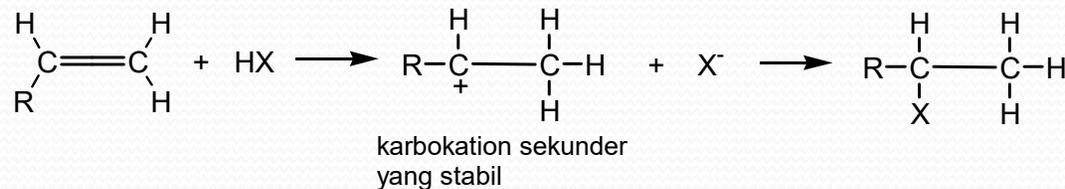
Tahun 1869 seorang ahli kimia Rusia Vladimir Markovnikov, merumuskan aturan :

*Dalam adisi HX pada alkena tak simetris, **H<sup>+</sup> dari HX menuju ke atom C ikatan rangkap yang telah lebih banyak mengikat atom H.***



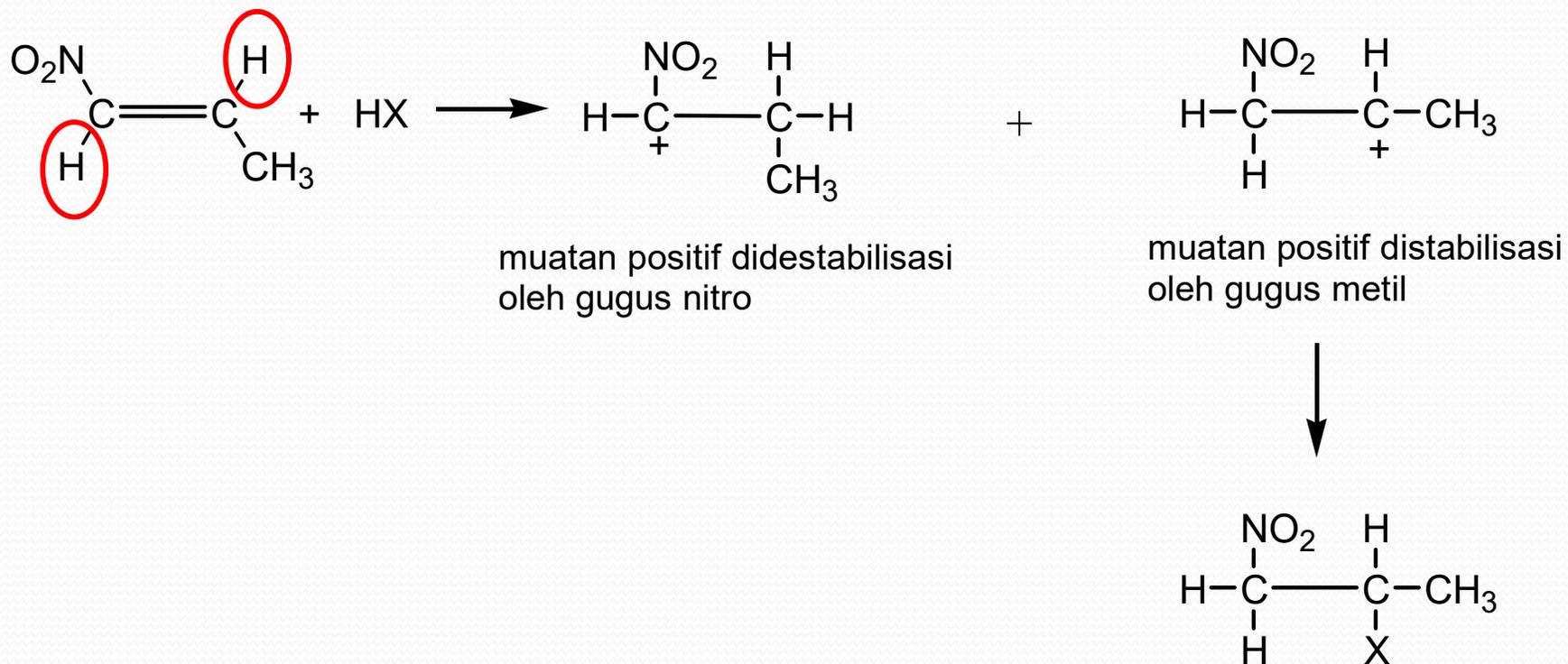
## Aturan Markovnikov :

adisi dari suatu reagen yang tidak simetris pada suatu ikatan rangkap, maka **bagian positif** dari reagen tersebut cenderung menyerang atom karbon yang berikatan rangkap, sehingga menghasilkan karbokation yang stabil sebagai hasil-antaranya (intermediate).



Secara teoritis, aturan Markovnikov sebetulnya didasari pada pembentukan karbokation yang stabil (**stabilitas karbokation  $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$** ) pada suhu yang tidak terlalu tinggi, sedangkan aturan anti-Markovnikov didasari atas reaksi radikal bebas pada suhu tinggi.

- Apabila pada kedua atom C yang membentuk ikatan rangkap mengikat **jumlah atom H yang sama** atau sama-sama tidak mengikat atom H, maka pada mekanisme reaksinya harus dilihat **apakah ada gugus atau bagian molekul yang dapat menstabilkan pembentukan karbokation.**



Adisi alkena oleh asam halida berlaku aturan Markovnikov :

**Atom H** dari HX akan terikat pada atom **C** yang berikatan rangkap yang mengikat H lebih banyak atau

**Atom H** dari HX akan terikat pada atom C yang berikatan rangkap yang mengikat **gugus alkil yang lebih sederhana**

**atom X** akan cenderung terikat pada **atom karbon yang mengikat gugus alkil yang lebih panjang**

(kecuali bila ada pengaruh gugus lain yang berpengaruh terhadap muatan atom C pada ikatan rangkap)

## Penalaran Markovnikov

Markovnikov merumuskan aturan berdasar pengamatan eksperimen

Adisi HX pada alkena dirujuk sebagai reaksi regioselektif (Latin: regio berarti arah),

Suatu reaksi dimana satu arah adisi pada **alkena tak simetris lebih melimpah dari dari yang lain.**

**Selektifan ini menghasilkan karbokation antara yang lebih stabil dari antara dua yang mungkin.**

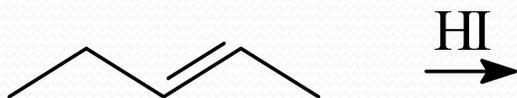
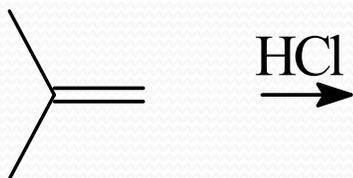
# Adisi Elektrofilik

## 1. Aturan Markovnikov

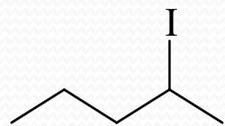
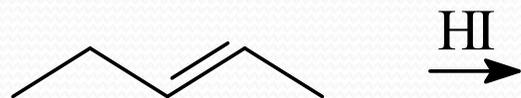
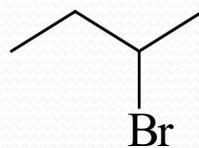
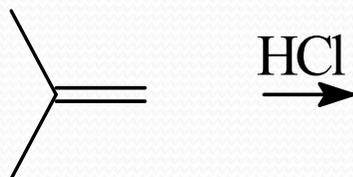
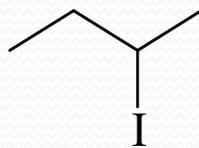
Dalam adisi HX ke alkena, H terikat pada karbon dengan lebih banyak H



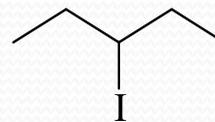
**Pertanyaan.** Gambarkan struktur produk



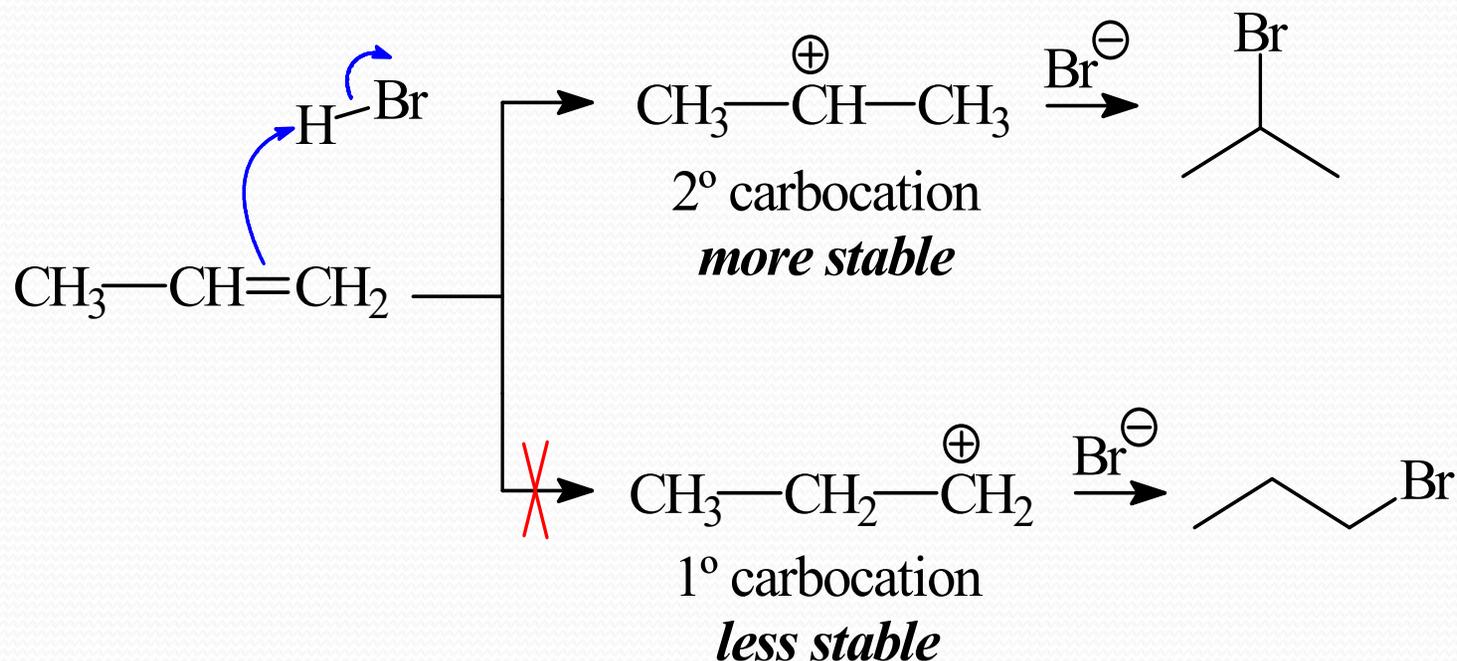
Jawaban.



and

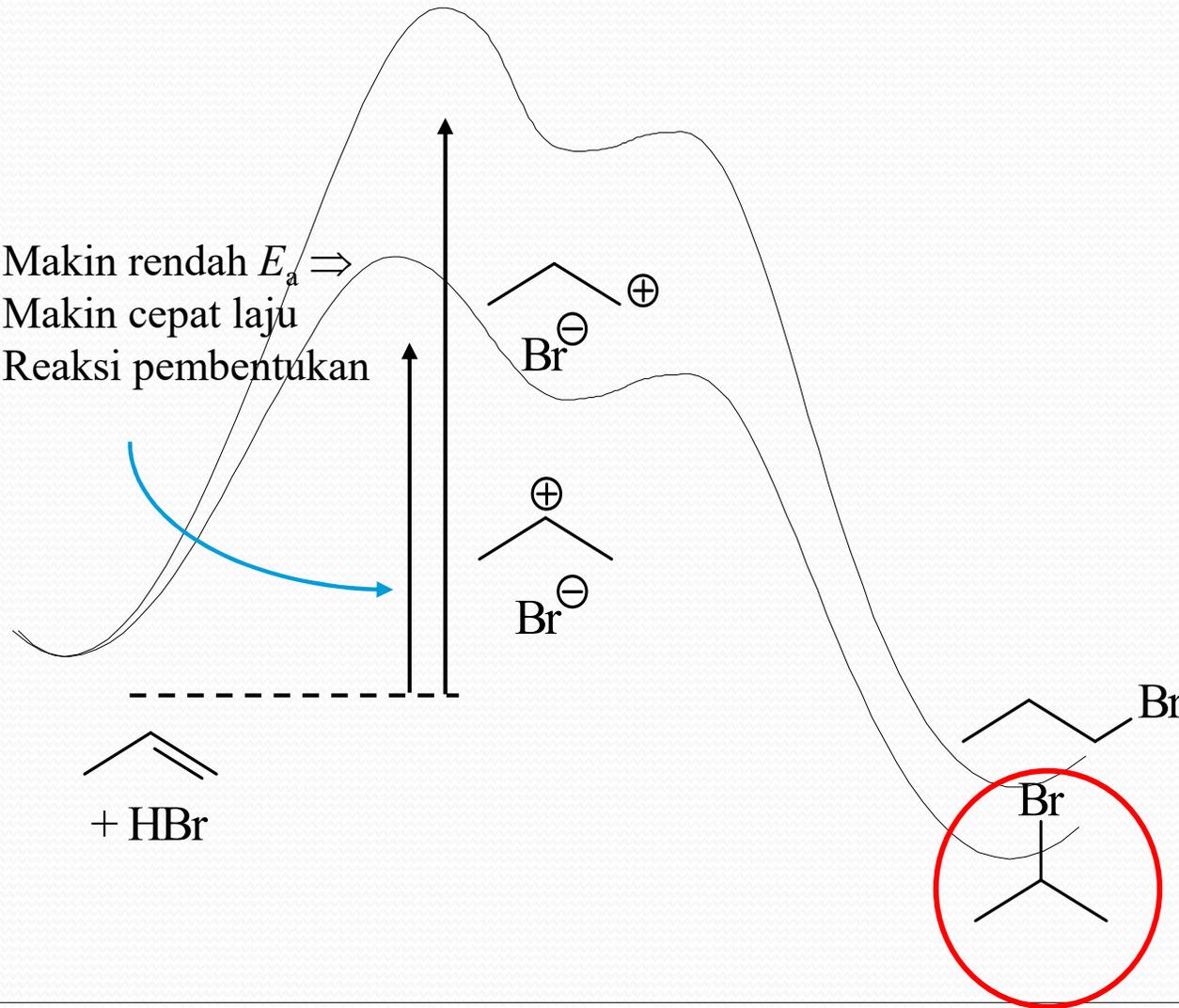


## 2. Mekanisme



Interpretasi mekanistik aturan Markovnikov: reaksi berlangsung melalui **intermediat karbokation lebih stabil**

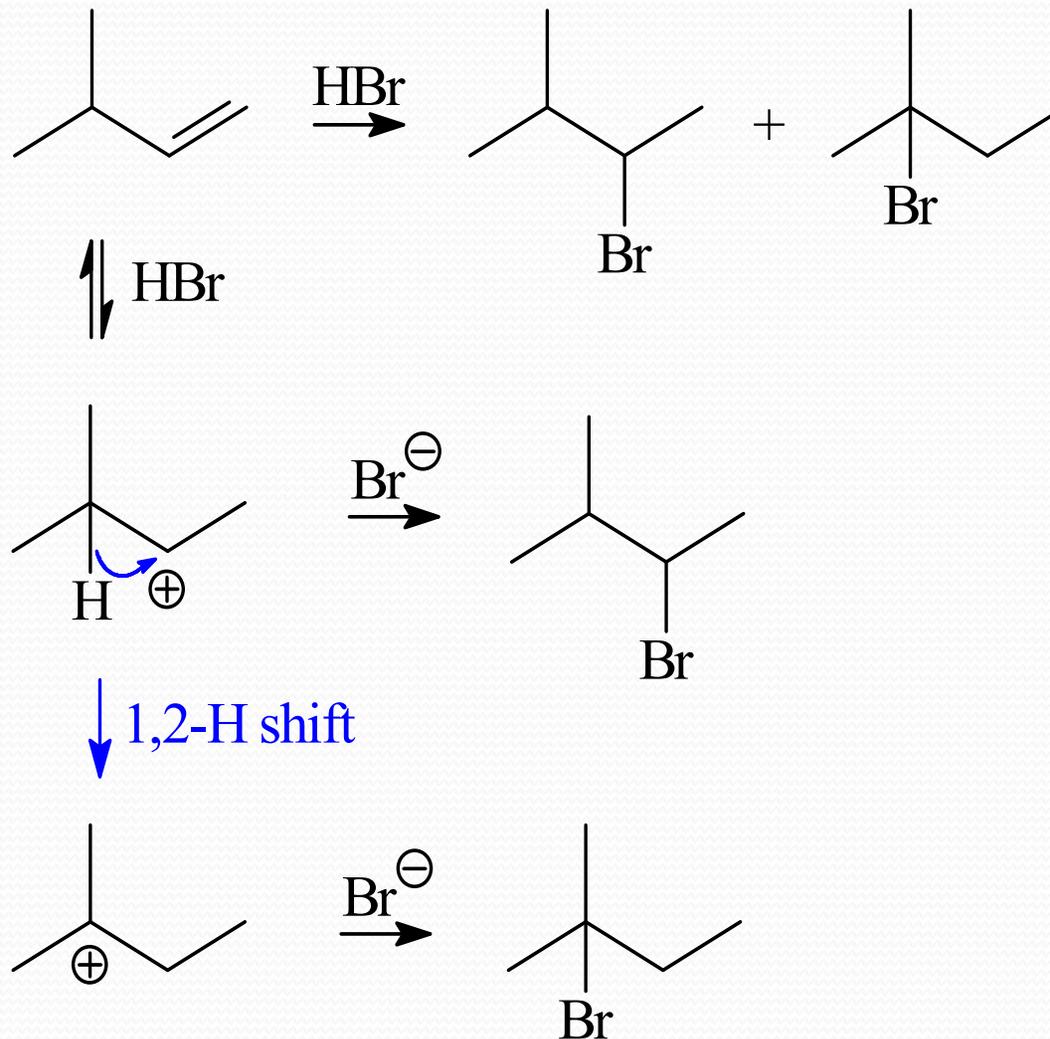
Makin rendah  $E_a \Rightarrow$   
Makin cepat laju  
Reaksi pembentukan

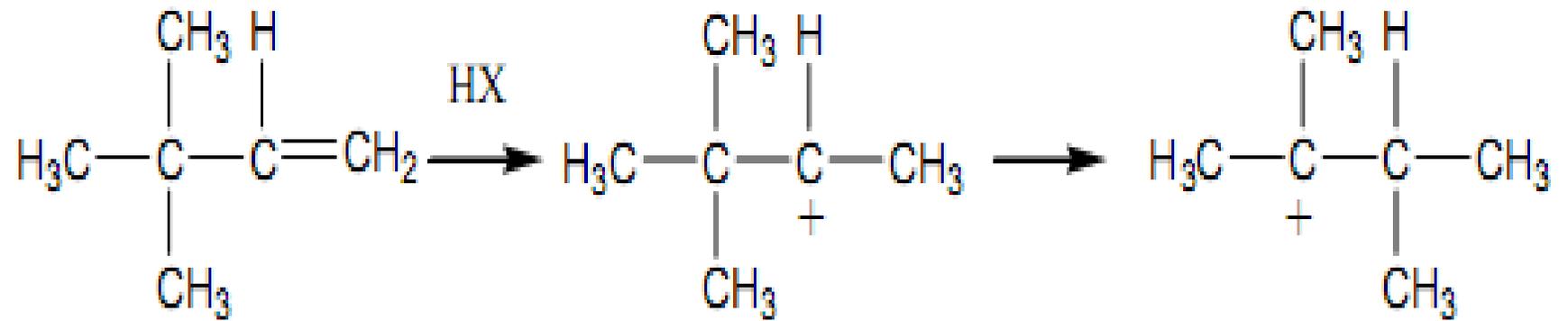


Bentuk molekul  
ini yang terjadi

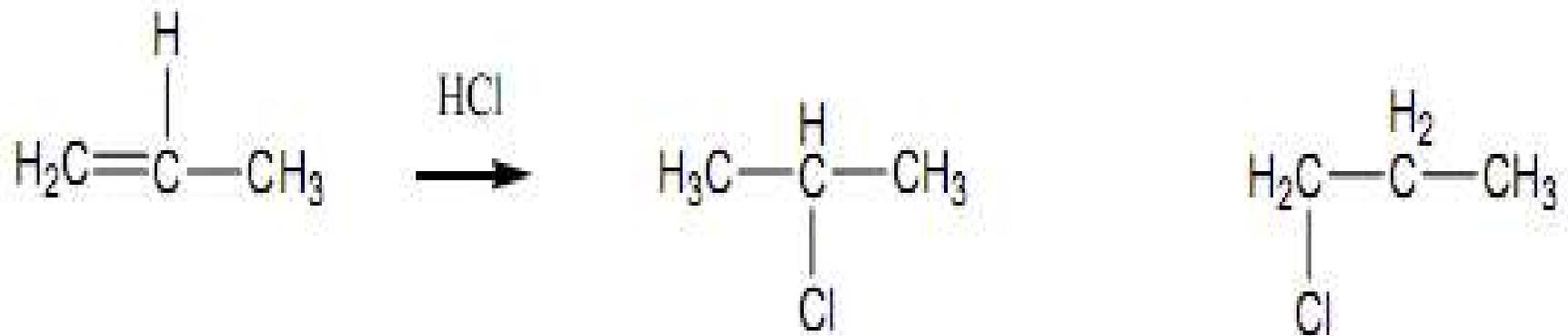
### 3. Penataan ulang karbokation

Pembentukan karbokation juga dapat terjadi reaksi penataan ulang untuk menghasilkan **karbokation yang lebih stabil**.



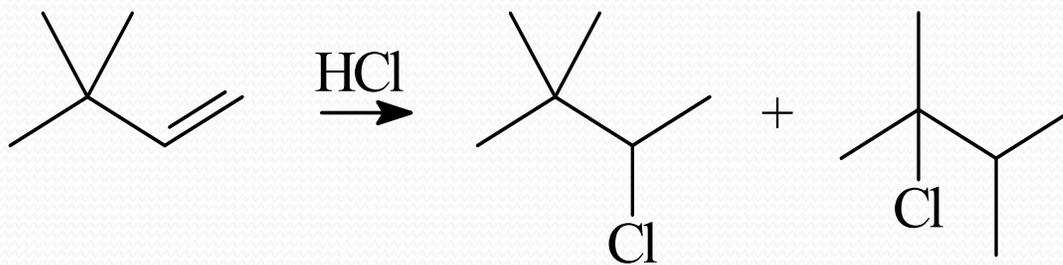


contoh reaksi

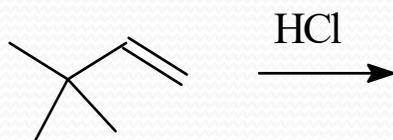
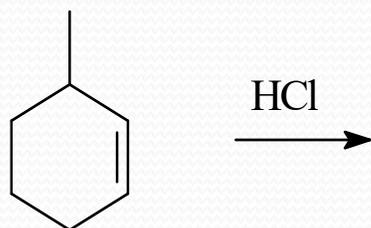
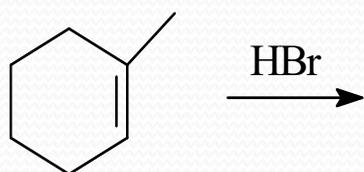


2-kloropropena

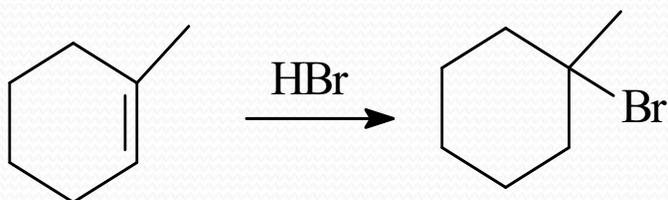
1-kloropropena  
tidak ada



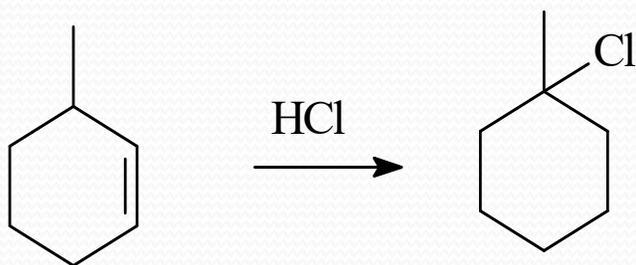
**Pertanyaan.** Berikan produk utama dari setiap reaksi



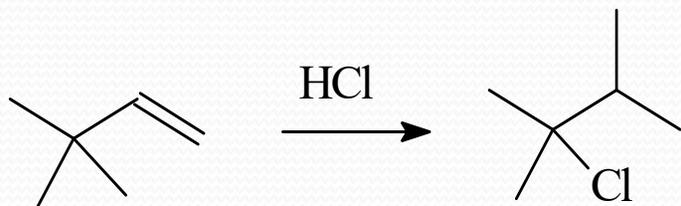
**Jawaban.** Berikan produk utama yang diperkirakan dari setiap reaksi berikut.



Berbentuk karbokation tersier- tidak perlu penataan ulang



Berbentuk karbokation sekunder, terjadi penataan ulang ke karbokation tersier via geseran sebuah hidrida

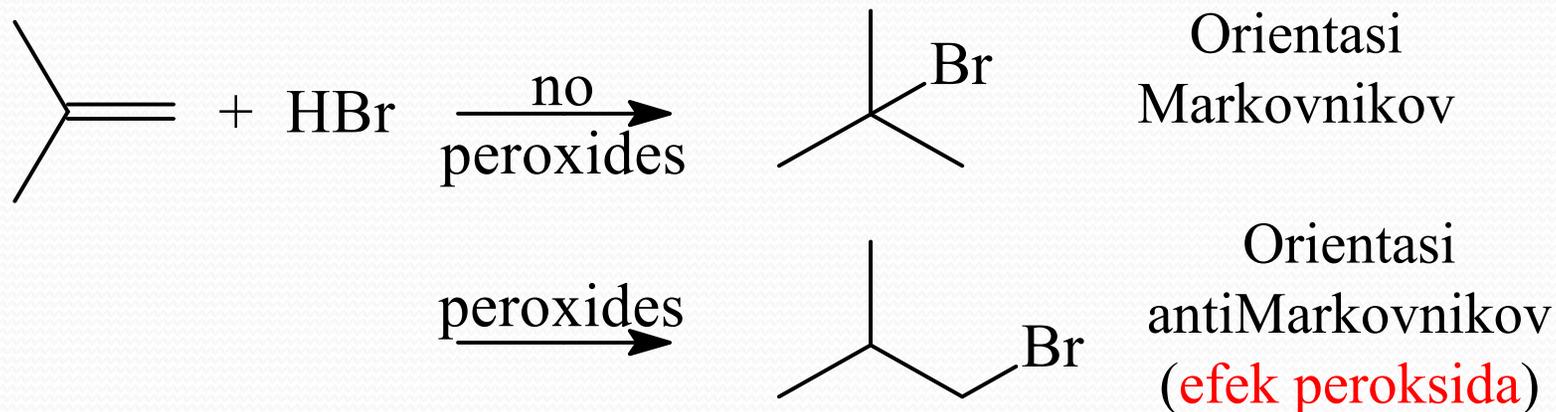


Berbentuk karbokation sekunder, penataan ulang ke karbokation tersier via geseran sebuah metida

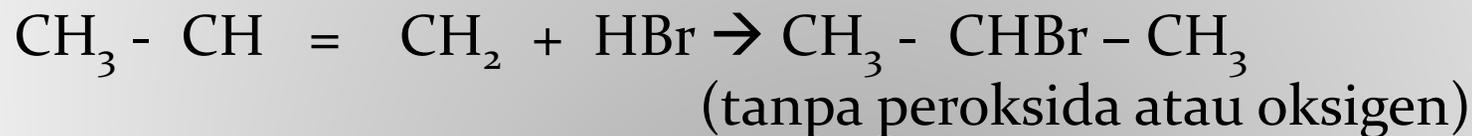
# Reaksi Adisi yang melibatkan radikal bebas

- Reaksi adisi adalah penambahan suatu gugus ke suatu ikatan rangkap dan menghasilkan ikatan tunggal.
- Dalam reaksi adisi radikal bebas gugus penyerang adalah radikal bebas.
- Pada reaksi adisi yang melibatkan **radikal bebas ini tidak berlaku hukum Markovnikov** (anti-Markovnikov).
- Anti markovnikov dari HBr terjadi karena terbentuk **radikal bebas dari peroksida atau oksigen** yang menyerang HBr.
- Contohnya yaitu pembentukan **1-bromopropana**.

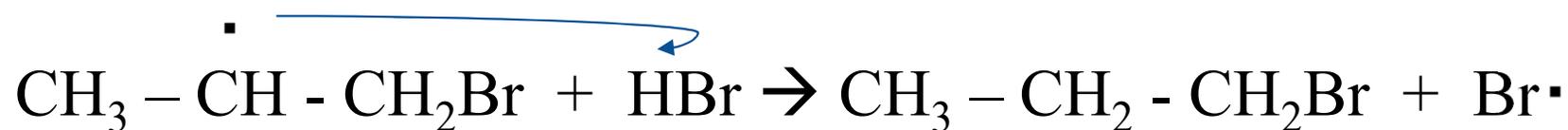
# Adisi radikal bebas HBr



Adisi HBr pada alkena kadang-kadang berjalan mematuhi aturan markovnikov, tetapi kadang-kadang tidak.  
(efek ini tak dijumpai pada HCl dan HI)



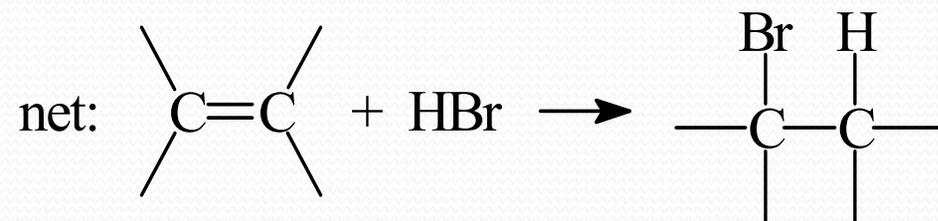
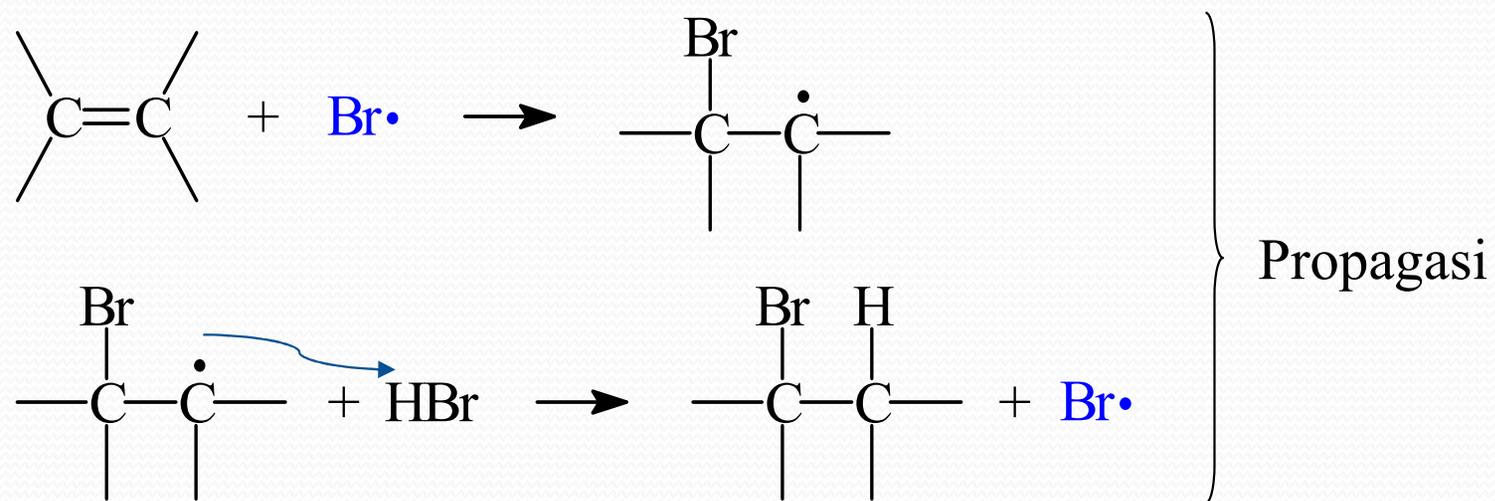
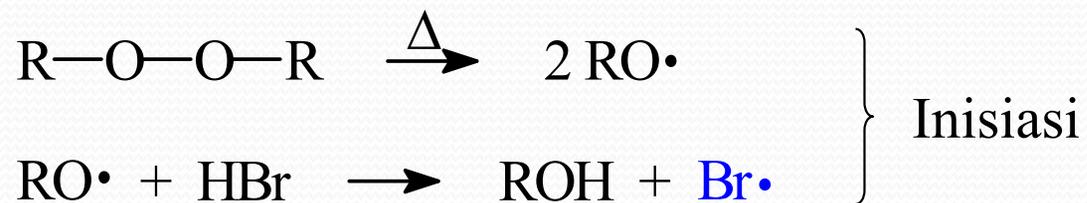
Pembentukan produk



**HCl** tidak menjalani adisi radikal-bebas pada alkena karena relatif lambatnya pemisahan homolisis HCl menjadi radikal bebas.

**HI** tidak menjalani reaksi ini karena adisi radikal bebas I $\cdot$  pada alkena bersifat endoterm dan terlalu lambat untuk mengalami reaksi adisi radikal bebas.

Mekanisme berantai radikal bebas:



# Mekanisme reaksi pembentukan 1-bromopropana

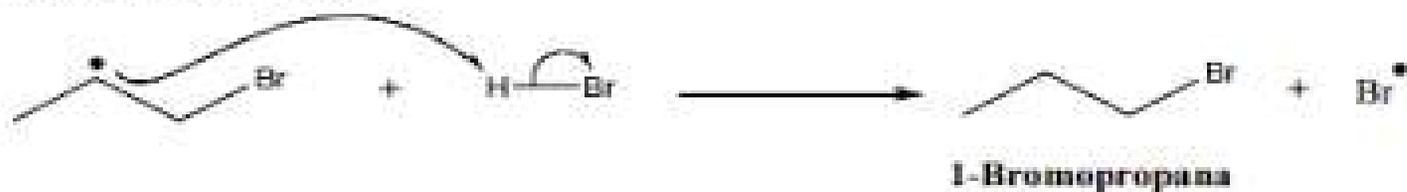
Pembentukan radikal Br:



Adisi radikal Br kepada alkena:



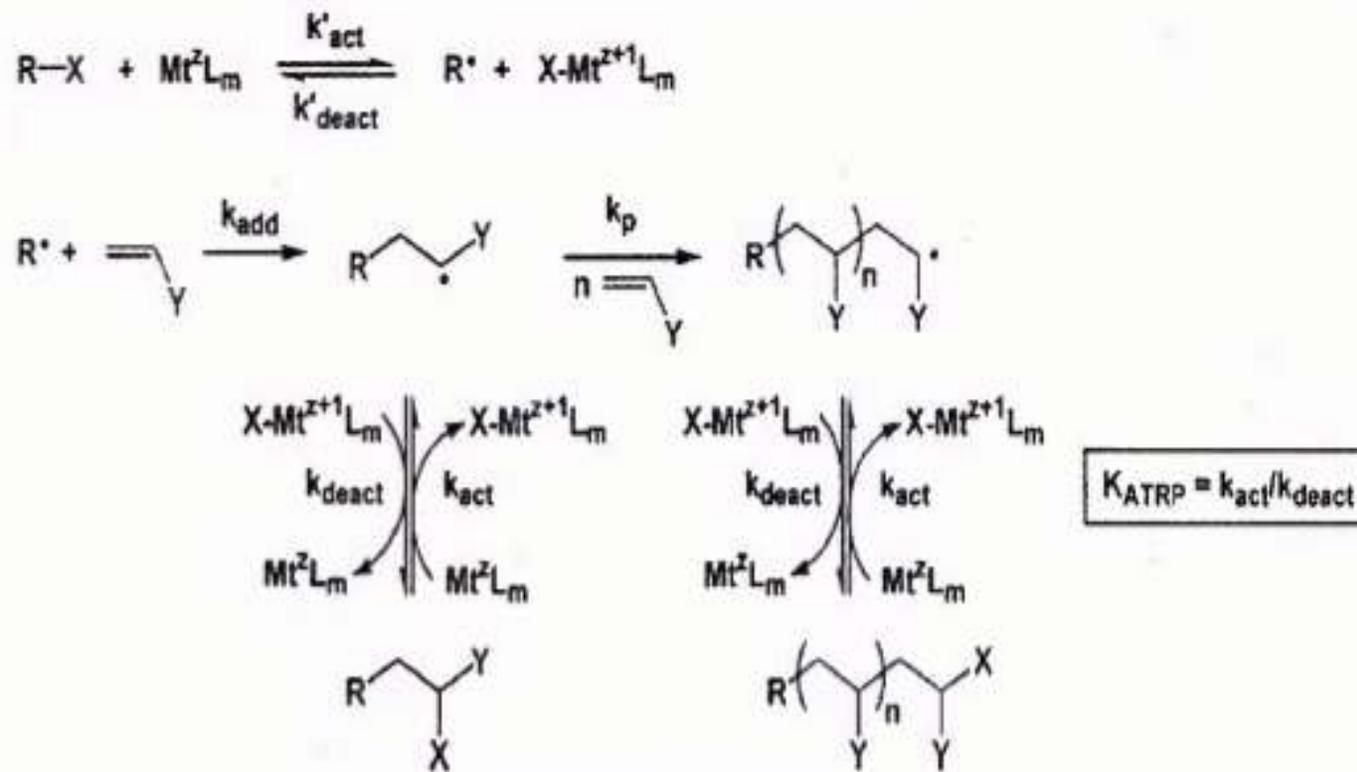
Pembentukan produk:



Gambar 4.29. Contoh reaksi adisi non Markovnikov

# Aplikasi

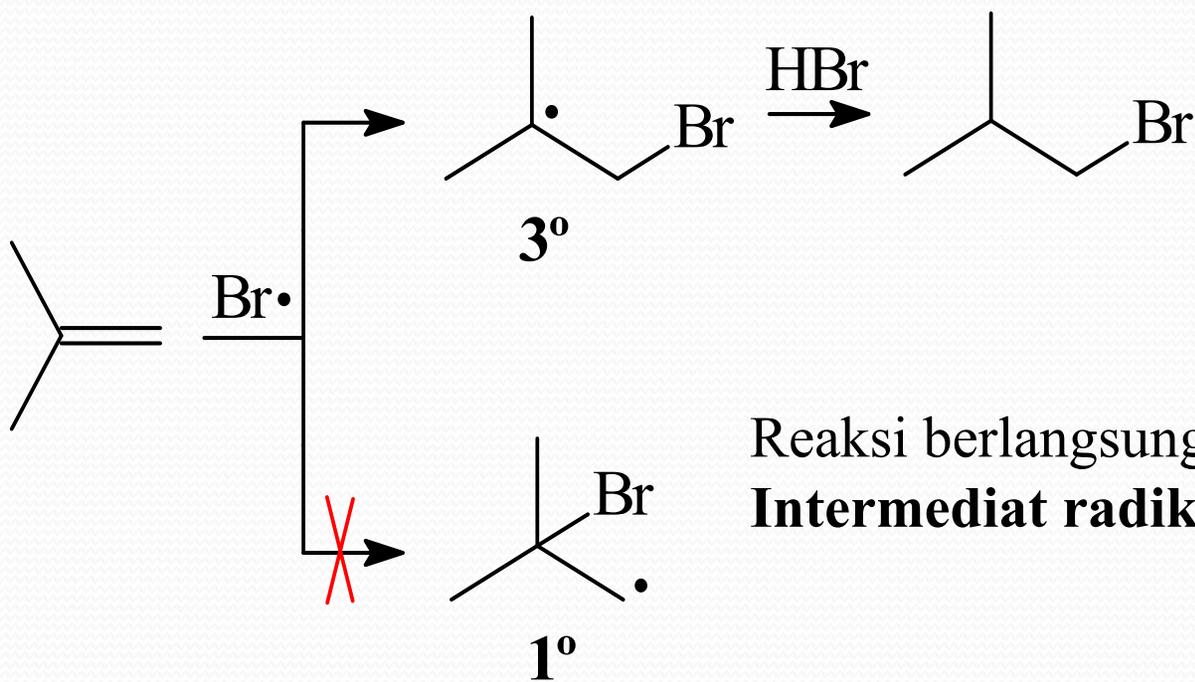
*Perkembangan Teknologi Polimerisasi Radikal Bebas Terkontrol dan Aplikasi Pada Pembuatan Biodegradabel Polimer (Sunit Hendrana)*



Gambar 5. Mekanisme Reaksi pada ATRP [7]

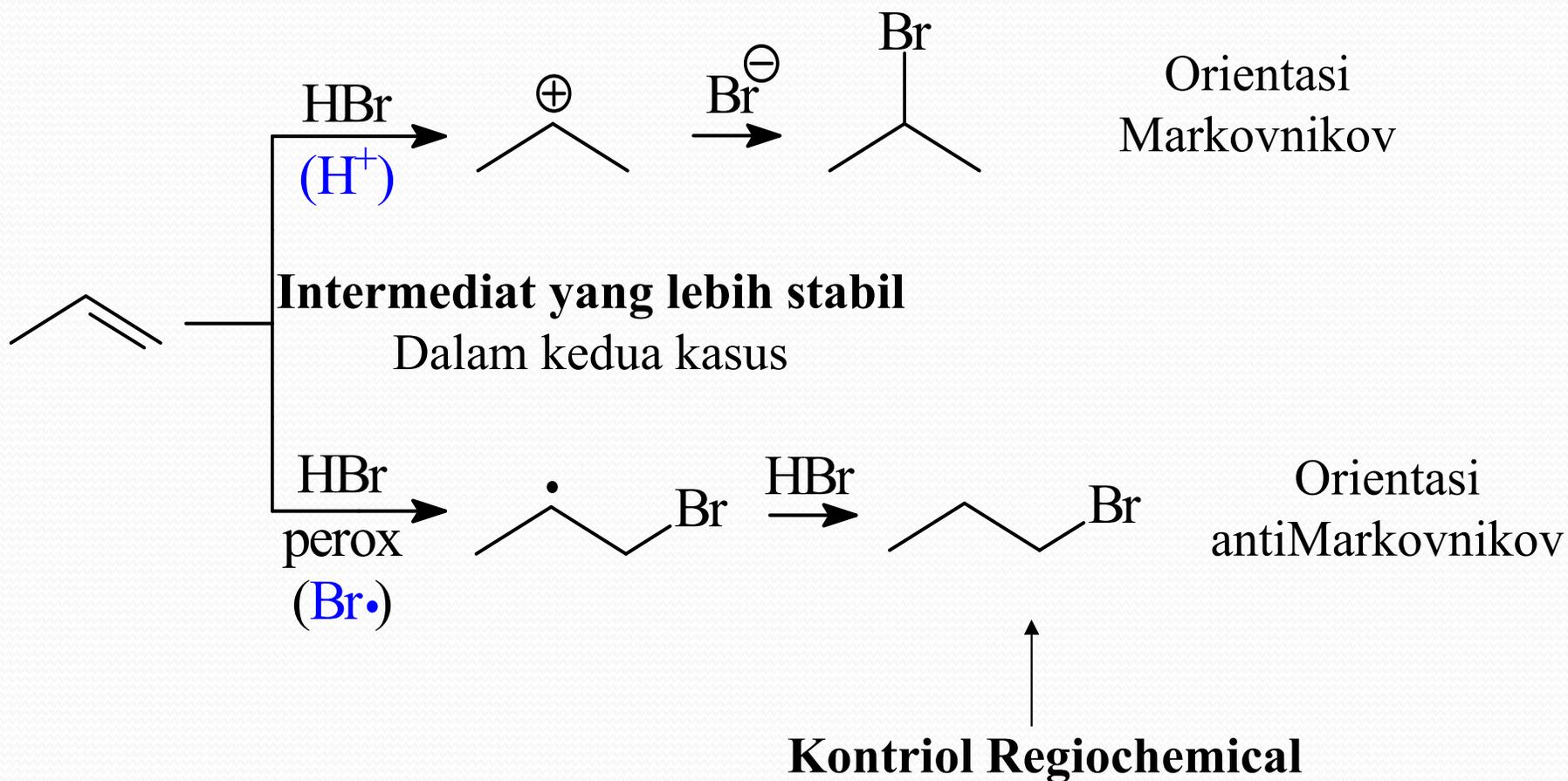
## ANTI MARKOVNIKOV

- ❑ Anti markovnikov dari HBr terjadi karena terbentuk radikal bebas dari peroksida atau oksigen yang menyerang HBr.
- ❑ Selanjutnya terbentuk radikal bebas Br<sup>•</sup> yang menyerang ikatan rangkap pada alkena dan terbentuk radikal bebas atom C (pada ikatan rangkap) yang lebih stabil.
- ❑ Kestabilan radikal bebas sesuai karbokation dengan urutan tersier > sekunder > primer

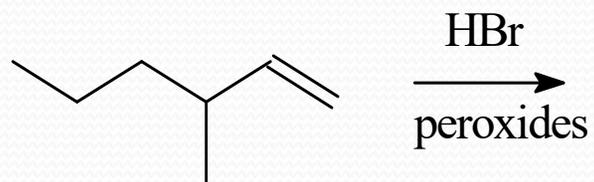
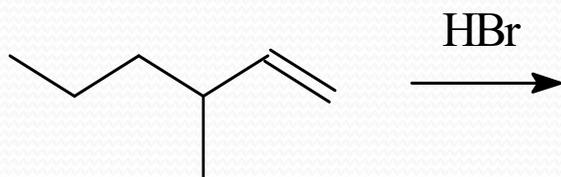
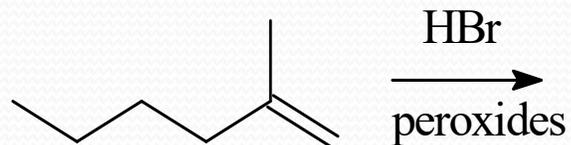
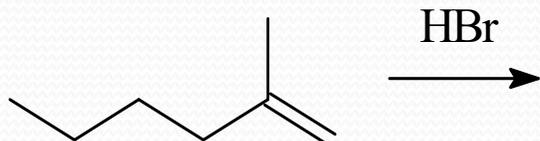


Reaksi berlangsung melalui  
**Intermediat radikal yang lebih stabil**

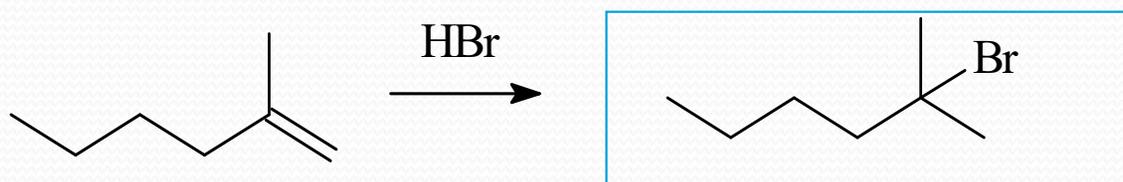
Bandingkan: adisi HBr dengan dan tanpa peroksida.



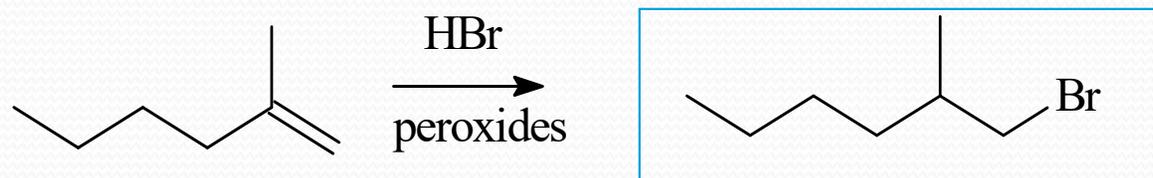
**Pertanyaan.** Berikan produk utama dari reaksi berikut.



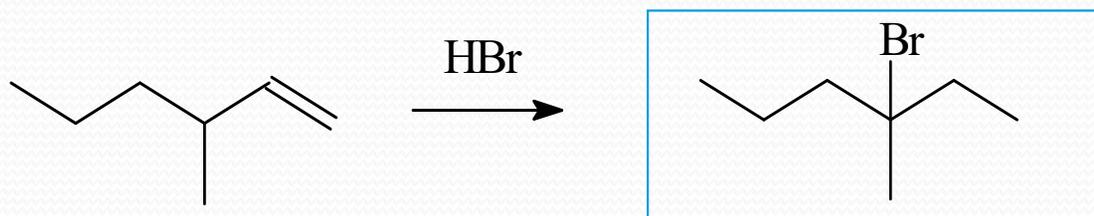
Jawaban. Berikan produk utama dari reaksi berikut.



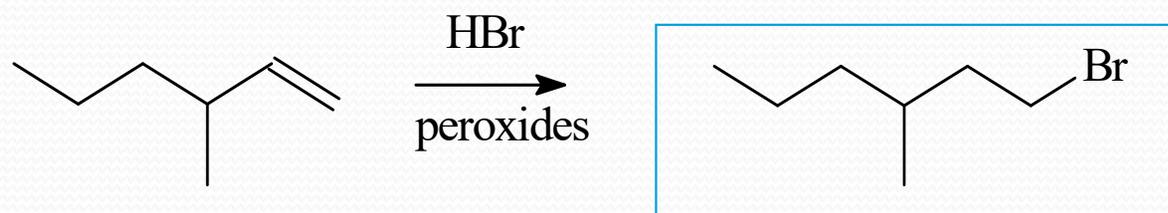
Orientasi Markovnikov  
- reaksi elektrofilik



orientasi anti-Markovnikov  
via reaksi radikal



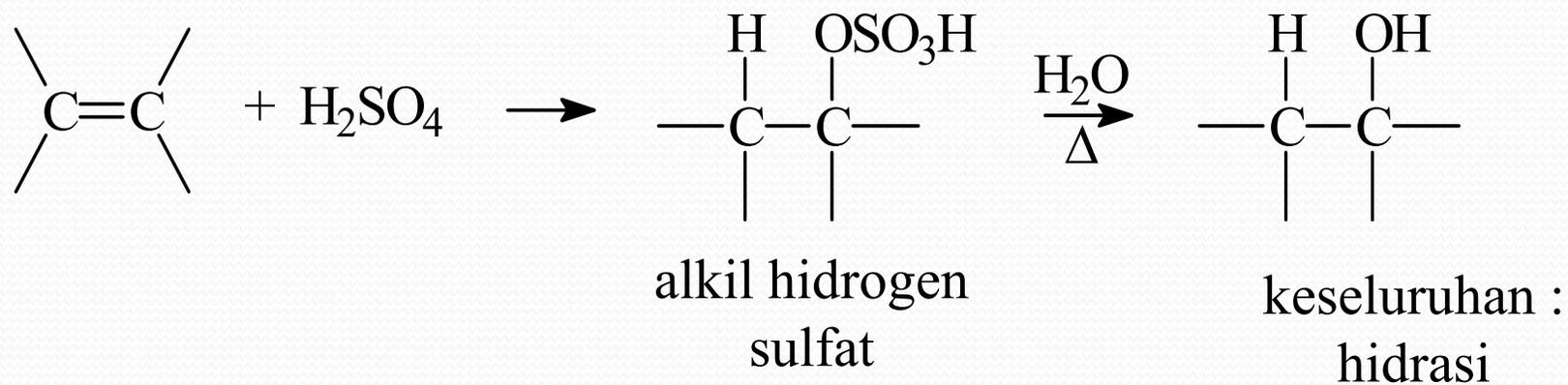
Penataan ulang ke  
karbokation lebih stabil



Orientasi anti-Markovnikov  
via radikal bebas, tanpa  
penataan ulang

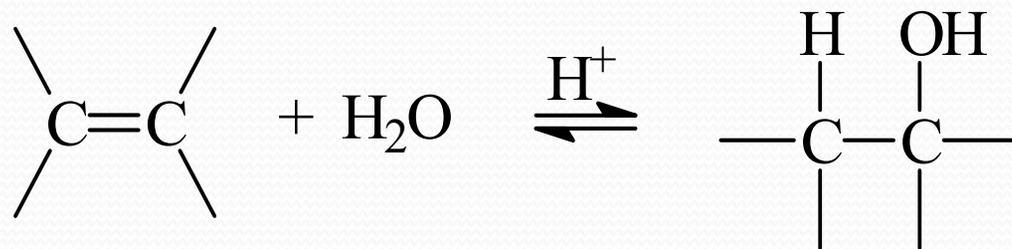
# ADISI ELEKTROFILIK

## B. Adisi asam sulfat

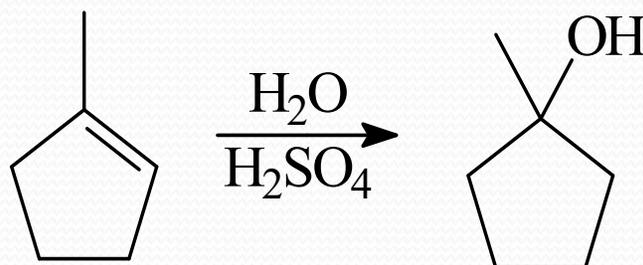


# ADISI ELEKTROFILIK

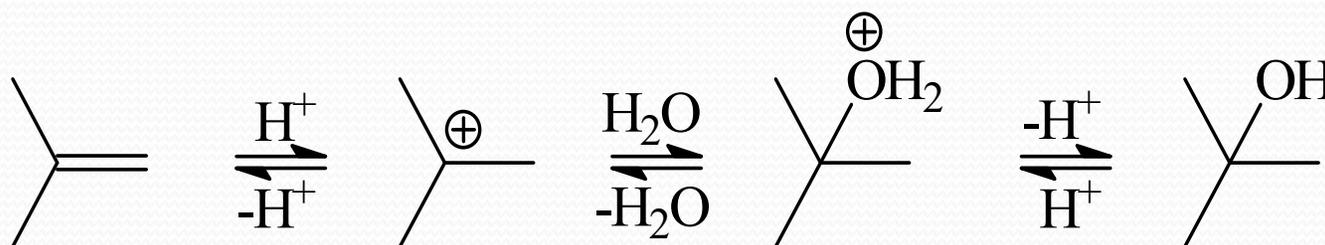
## C. Hidrasi berkatalis asam



Kebalikan dehidrasi  
(Le Châtelier)



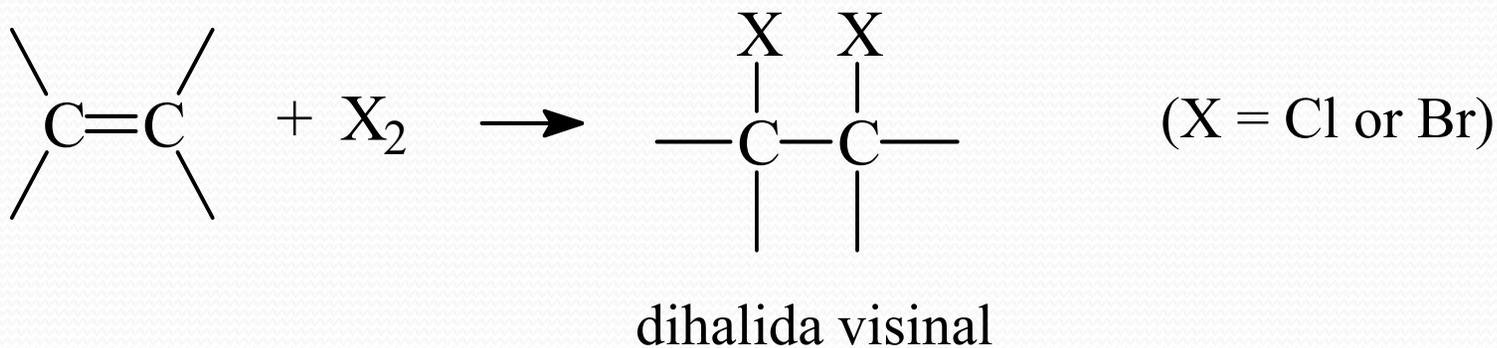
Orientasi  
Markovnikov



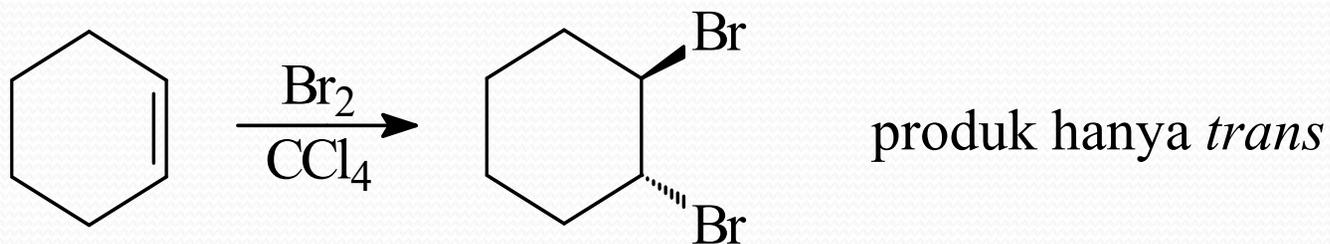
Reaksi reversibel

# ADISI ELEKTROFILIK

## D. Adisi halogen



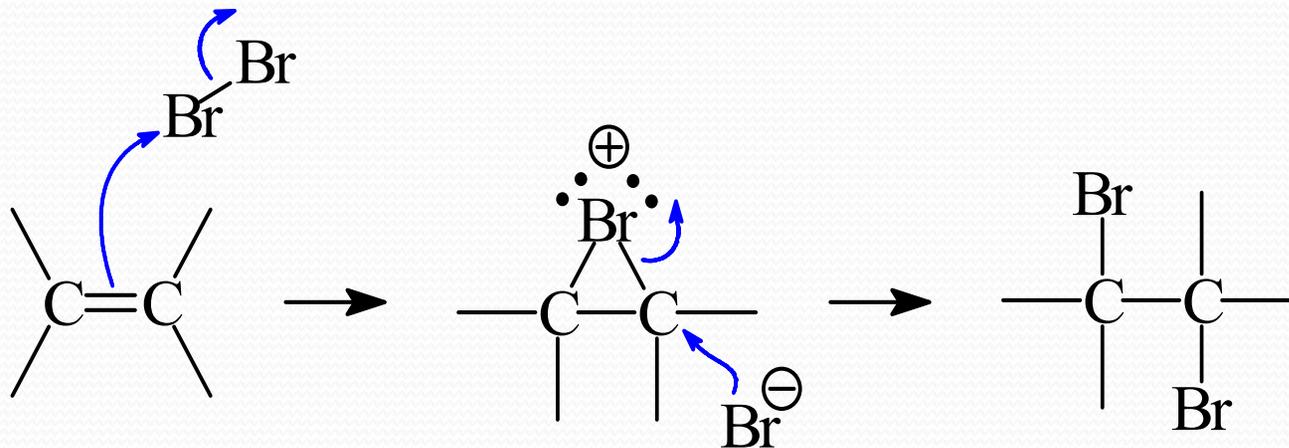
Stereoselektif: *anti* adisi:



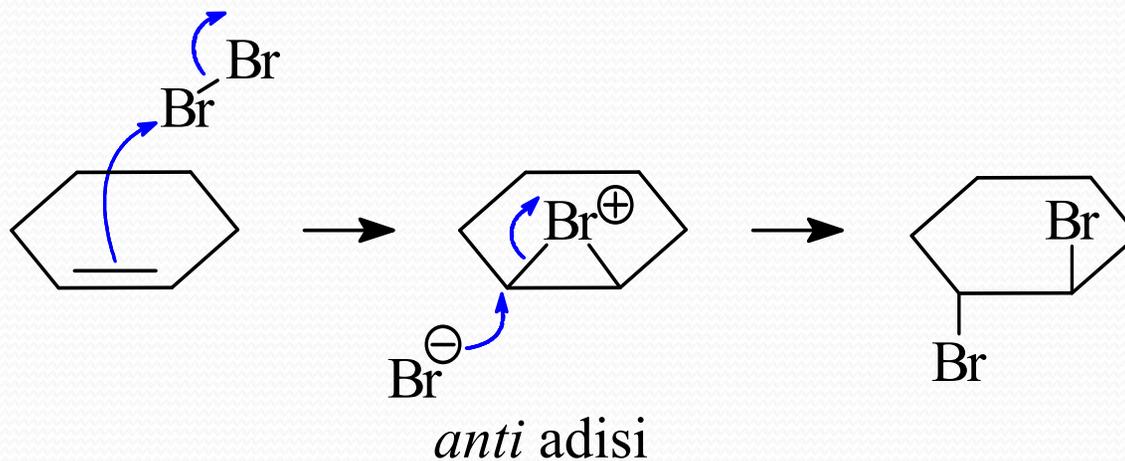
# ADISI ELEKTROFILIK

## D. Adisi halogen

Mekanisme: melalui pembentukan ion halonium



Ion bromonium siklis

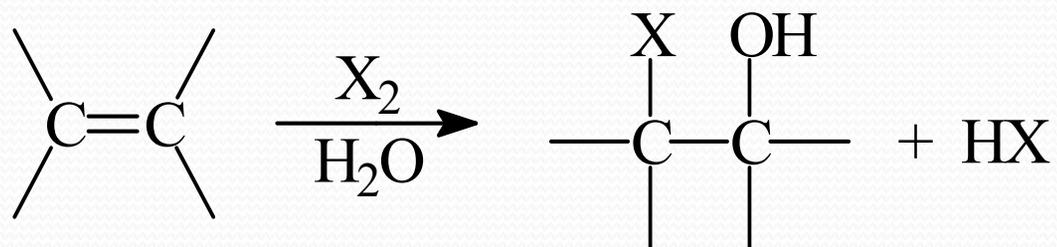


Produk *trans*

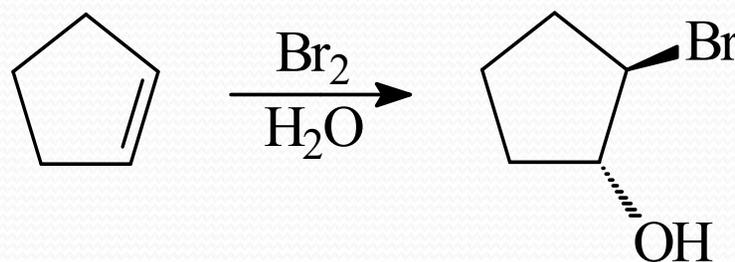
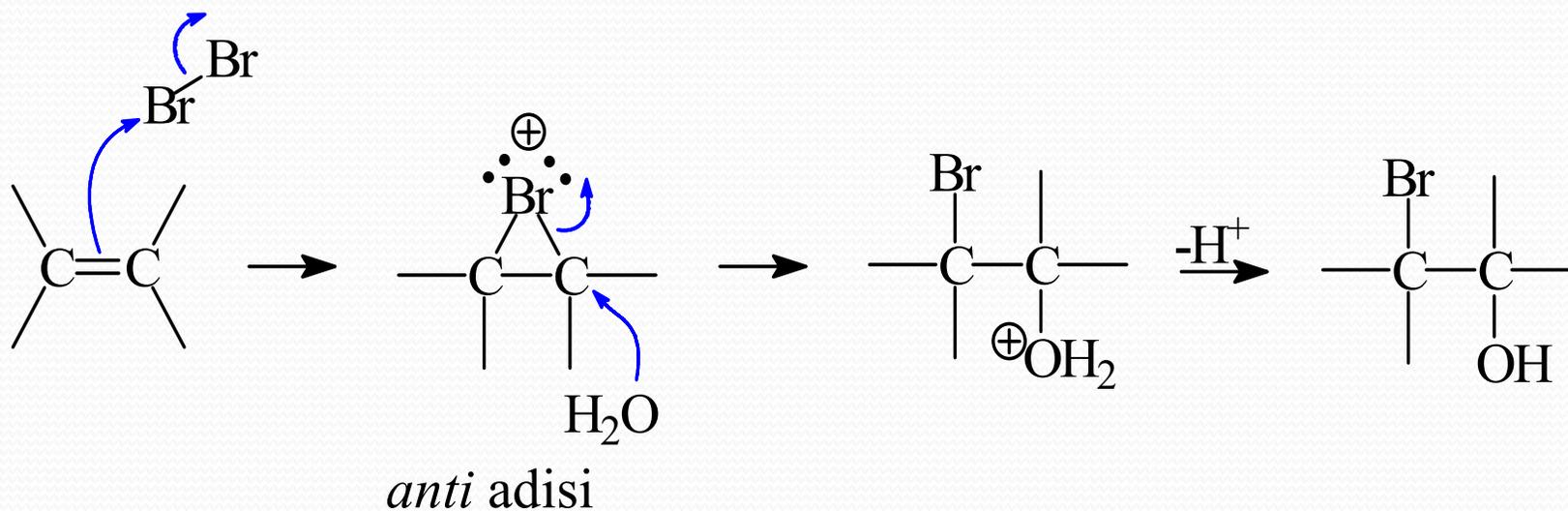
*anti* adisi

# ADISI ELEKTROFILIK

## E. Pembentukan halohidrin



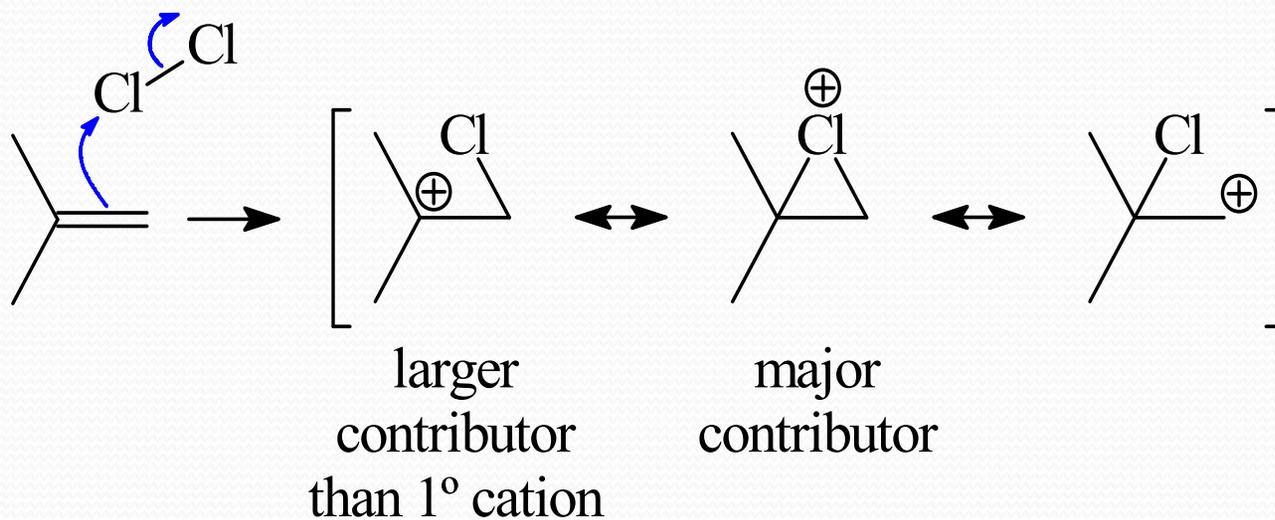
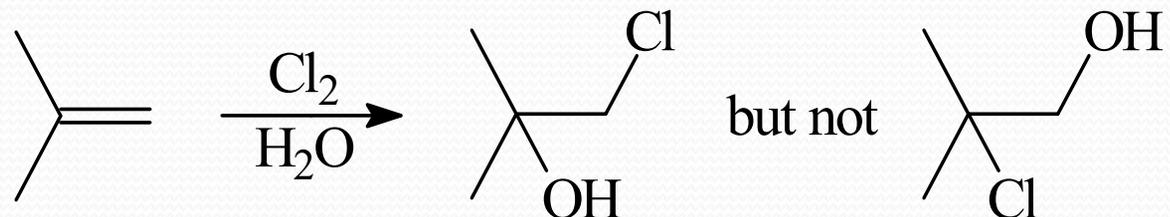
Halohidrin visinal



# ADISI ELEKTROFILIK

## E. Pembentukan halohidrin

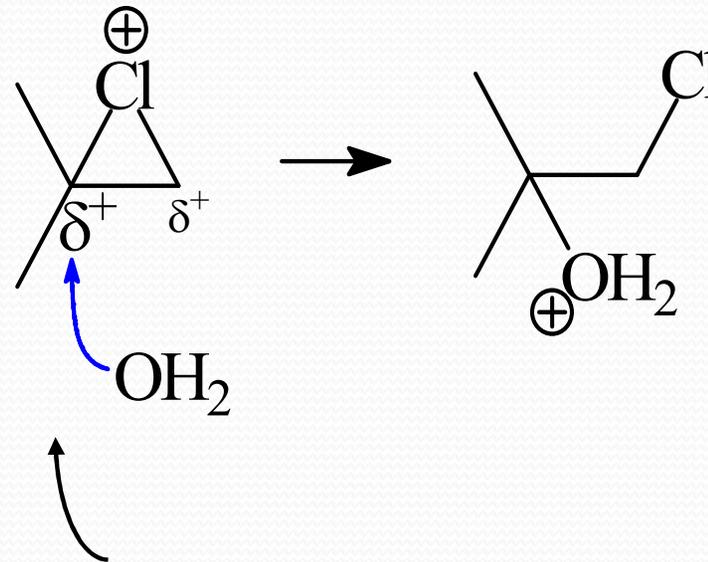
Regioselektif:



# ADISI ELEKTROFILIK

## E. Pembentukan halohidrin

Hibrida resonansi:

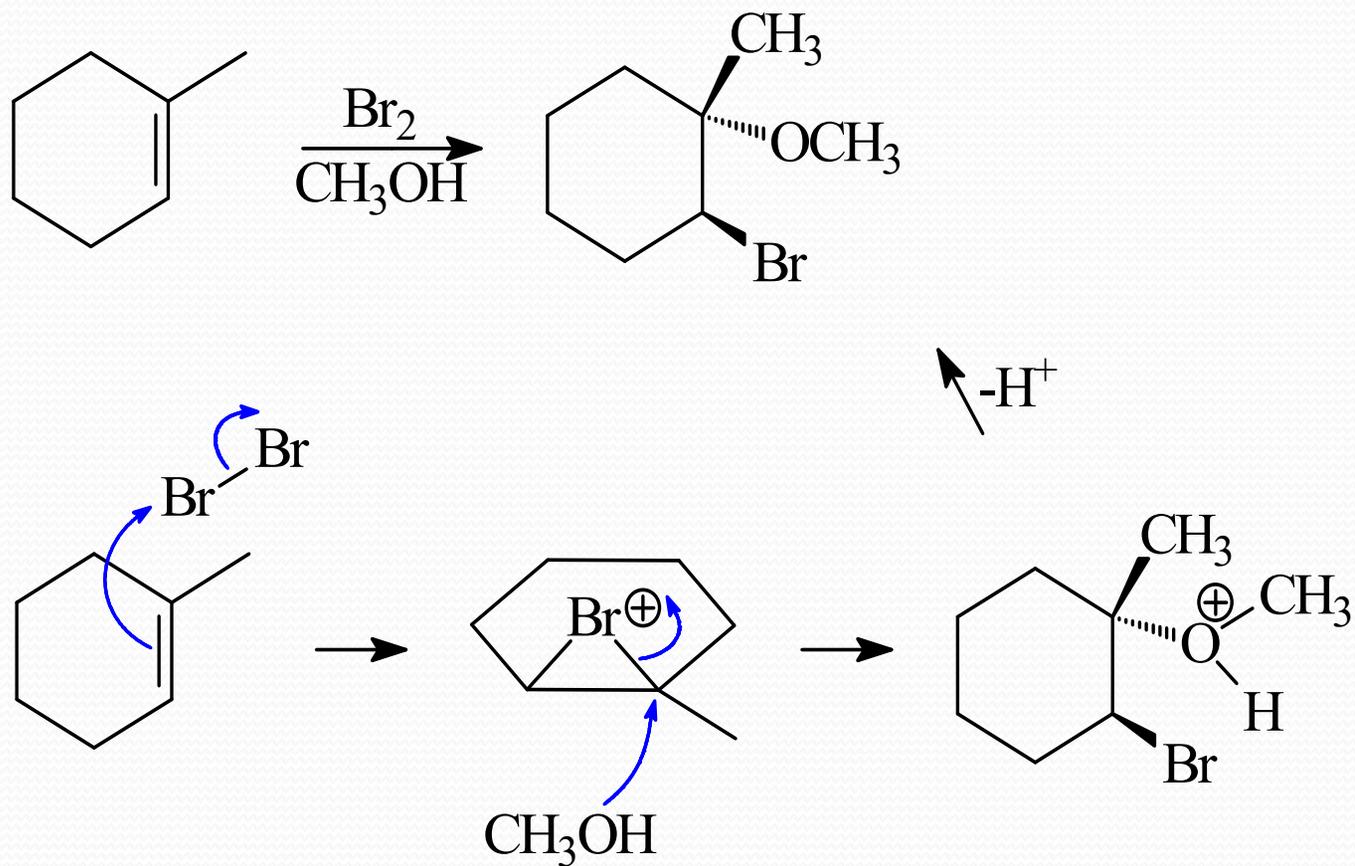


C yang lebih tersubstitusi mengemban  $\delta^+$  lebih besar, sehingga mempunyai kemampuan menarik nukleofil lebih kuat

# ADISI ELEKTROFILIK

## E. Pembentukan halohidrin

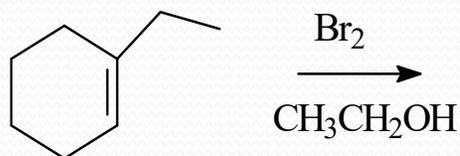
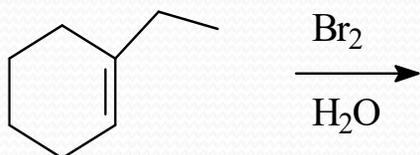
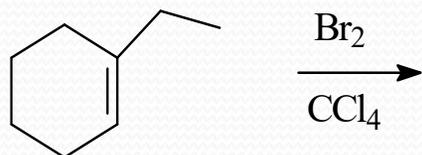
Bila terdapat nukleofil lain:



# ADISI ELEKTROFILIK

## E. Pembentukan halohidrin

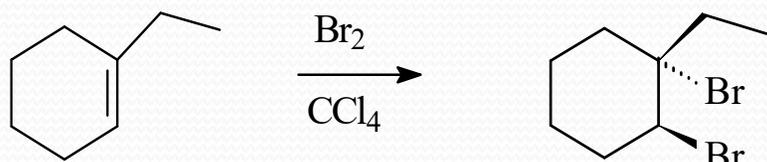
**Latihan.** Tunjukkan produk yang dihasilkan dengan mempertimbangkan aspek stereokimianya.



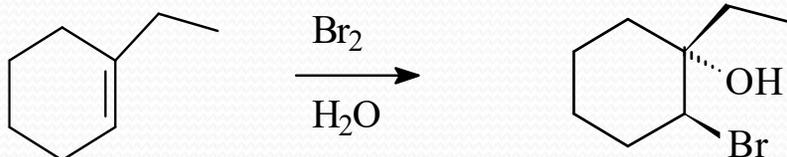
# ADISI ELEKTROFILIK

## E. Pembentukan halohidrin

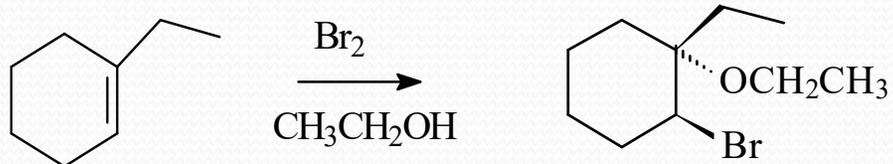
Jawaban.



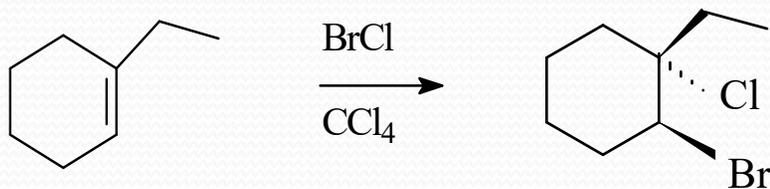
$\text{Br}^-$  is nucleophile



$\text{H}_2\text{O}$  is nucleophile



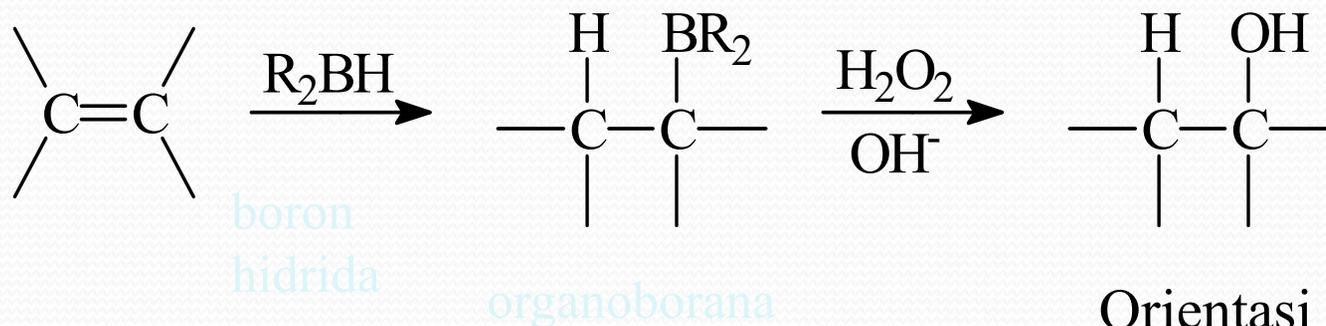
Ethanol is nucleophile



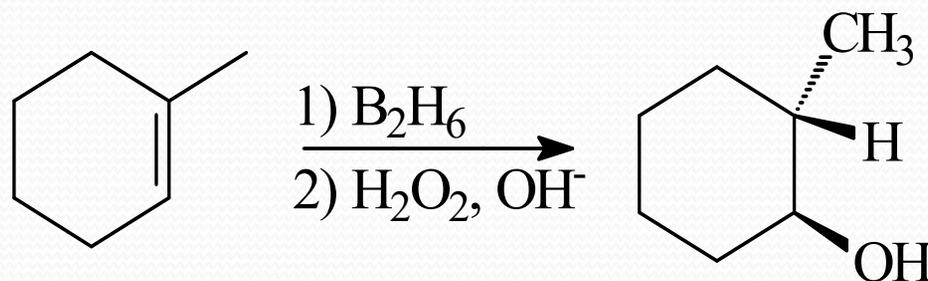
Interesting!  $\text{Br}^+$  is electrophile, since it is less electronegative;  $\text{Cl}^-$  is nucleophile.

# ADISI ELEKTROFILIK

## F. Adisi Borona



Orientasi antiMarkovnikov  
stereoselektif *syn* adisi  
Tidak ada *rearrangements*

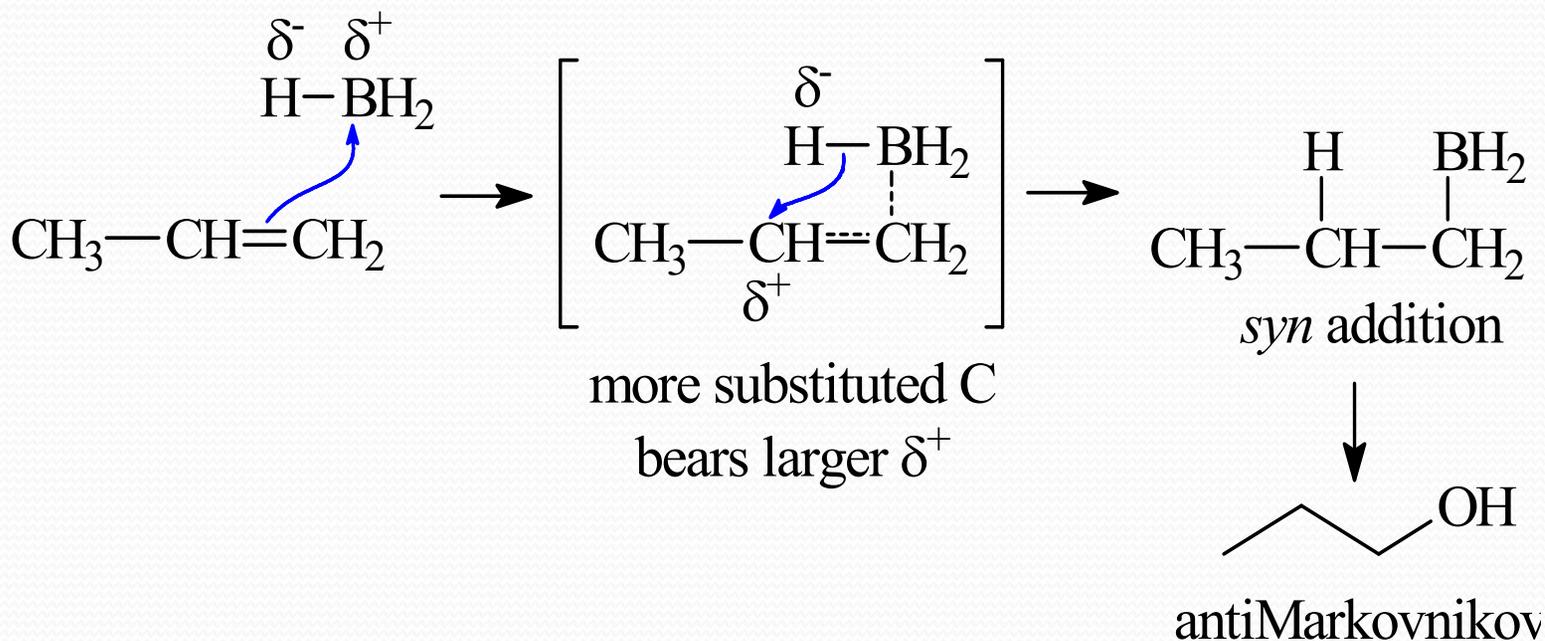
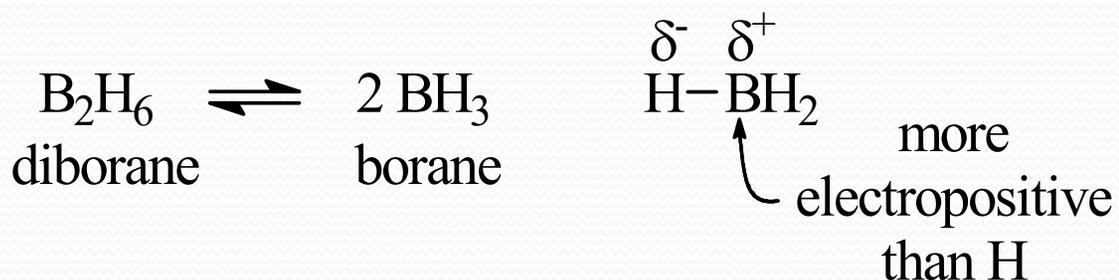


anti-Markovnikov  
*syn* adisi

# ADISI ELEKTROFILIK

## F. Adisi Borana

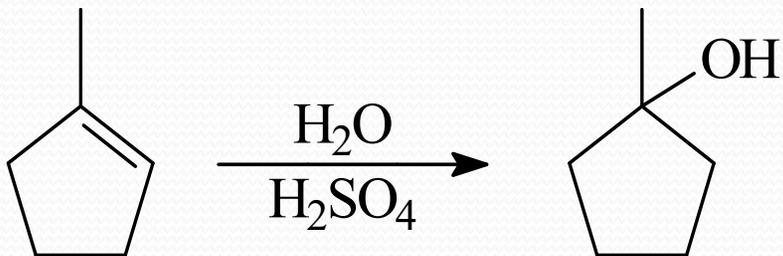
Mekanisme :



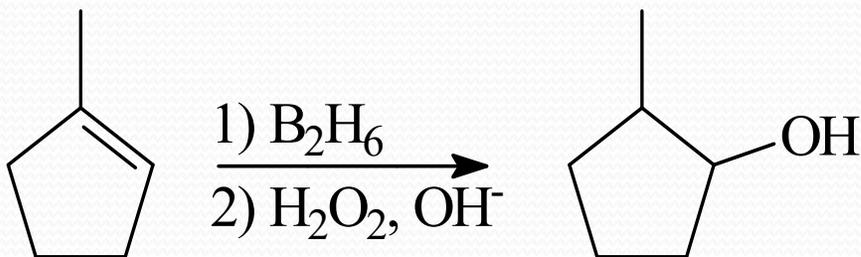
# ADISI ELEKTROFILIK

## Reaksi Hidrasi

Kendali regiokemikal dalam sintesis:



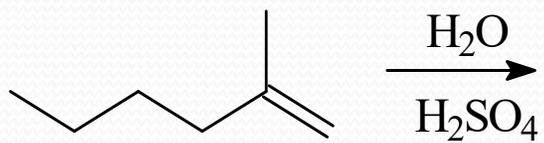
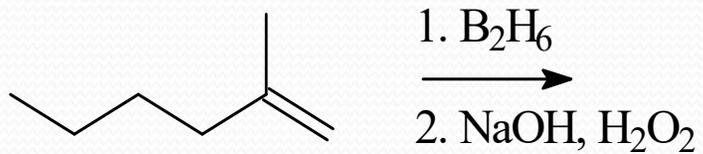
Markovnikov



antiMarkovnikov

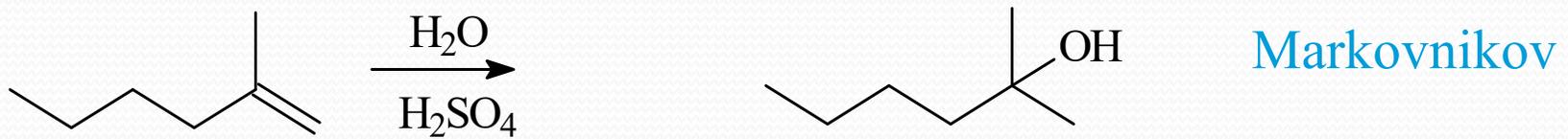
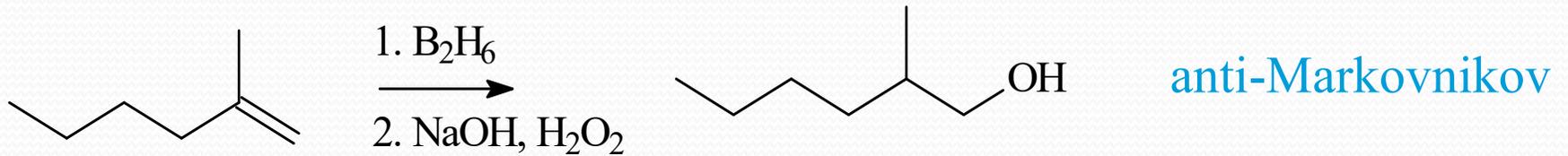
# ADISI ELEKTROFILIK

**Latihan.** Tunjukkan produk reaksi berikut.



## II. Adisi Elektrofilik

Jawaban.



## ➤ Jenis-jenis reaksi adisi pada alkena dan alkuna



### Alkena

- Hidrogenasi
- Halogenasi
- Hidrohalogenasi
- Hidrasi
- **Hidroksilasi**
- **Adisi pembentukan halohidrin**
- **Adisi karben**

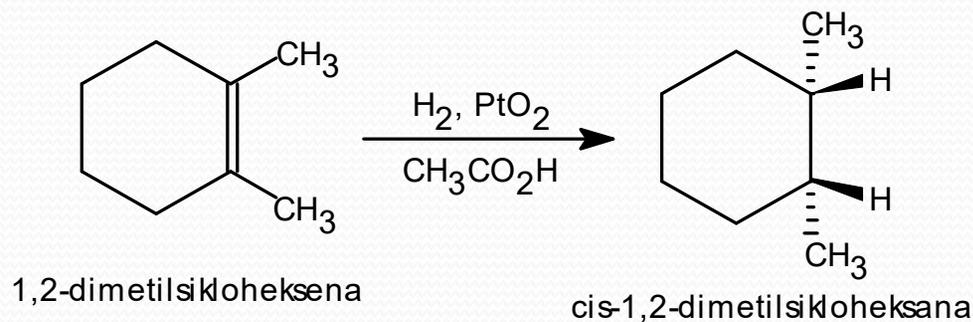
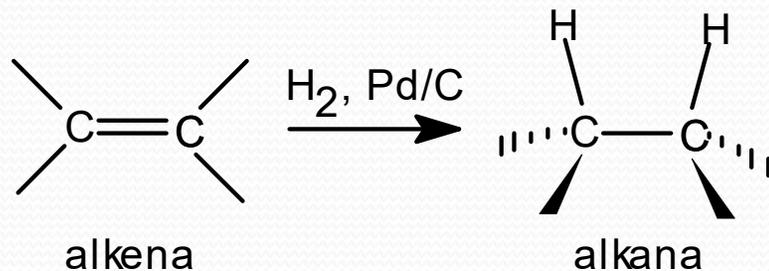


### Alkuna

- Hidrogenasi
- Halogenasi
- Hidrohalogenasi
- Hidrasi

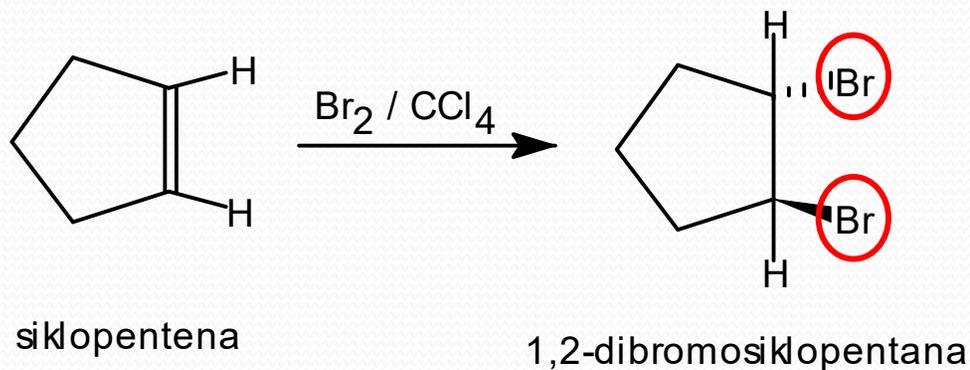
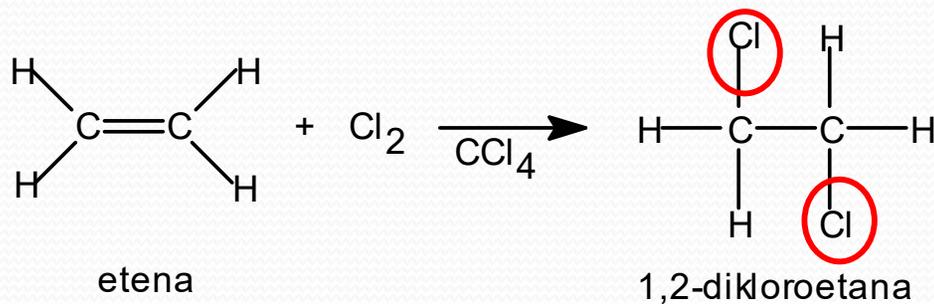
# 1. Reduksi Alkena (hidrogenasi)

- Alkena bereaksi dengan hidrogen terkatalisis logam tertentu menghasilkan suatu alkana sebagai produk adisi.
- Platinum dan paladium merupakan katalis paling umum dalam reaksi hidrogenasi alkena.

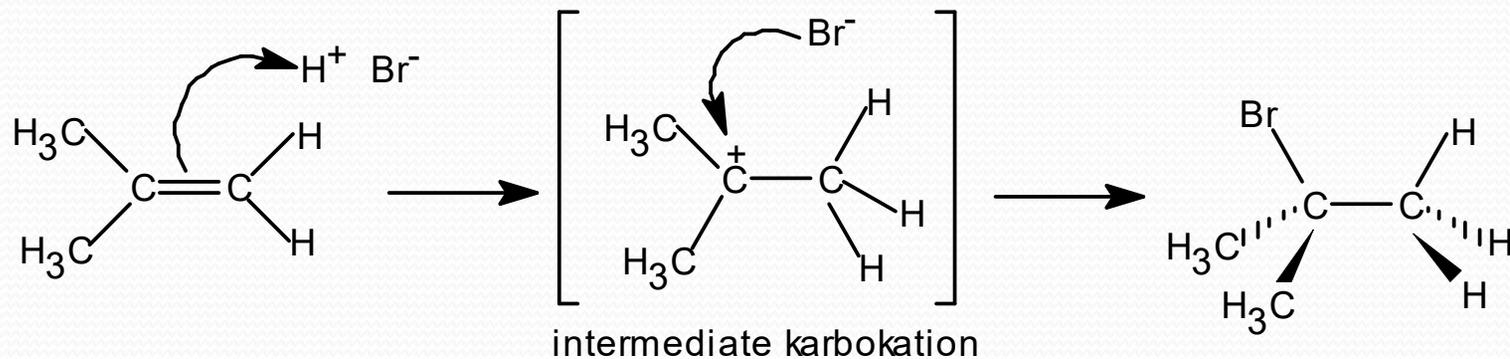


## 2. Adisi halogen (Halogenasi)

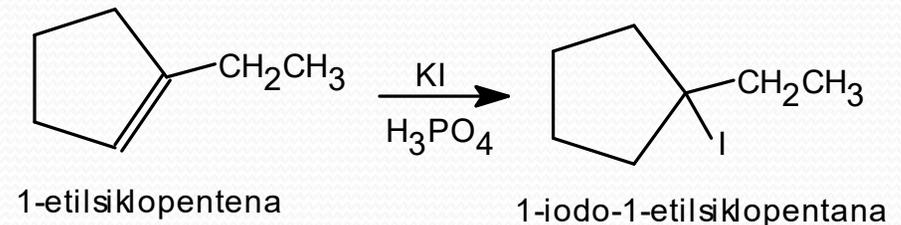
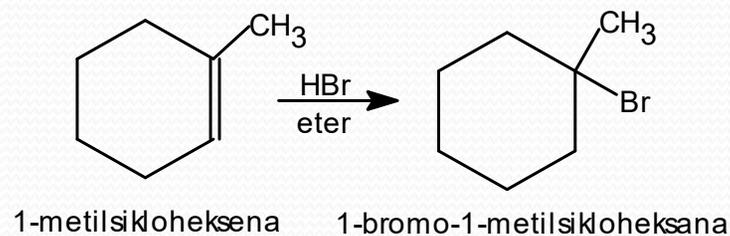
- Bromin ( $\text{Br}_2$ ) dan klorin ( $\text{Cl}_2$ ) mengadisi secara mudah alkena menghasilkan 1,2-dihaloalkana.
- Flourin ( $\text{F}_2$ ) sangat reaktif sehingga sulit ditangani, sedangkan iodin ( $\text{I}_2$ ) tidak bereaksi dengan kebanyakan alkena.



### 3. Adisi HX (hidrohalogenasi)



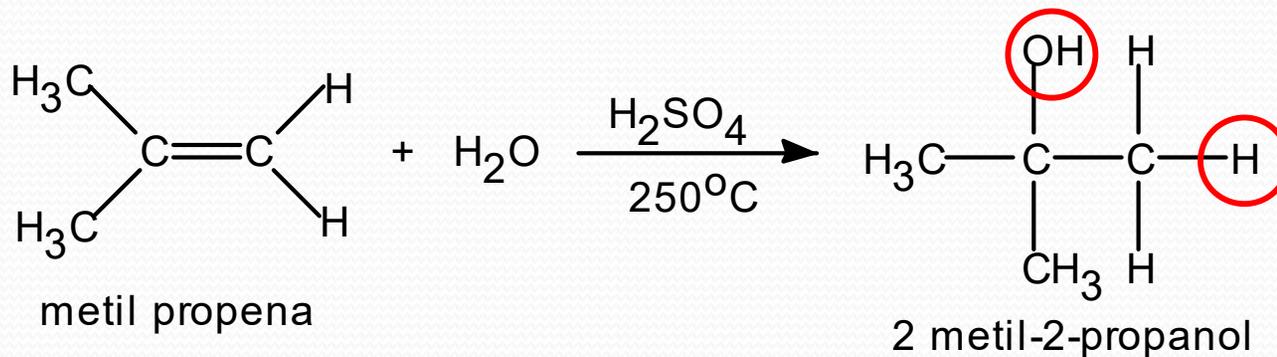
- Adisi HBr dan HCl dapat dilakukan secara langsung dalam pelarut eter, sedangkan adisi HI walaupun bisa secara langsung, akan lebih baik menggunakan campuran kalium iodida dengan asam phosfat.



- Produk mengikuti aturan Markovnikov

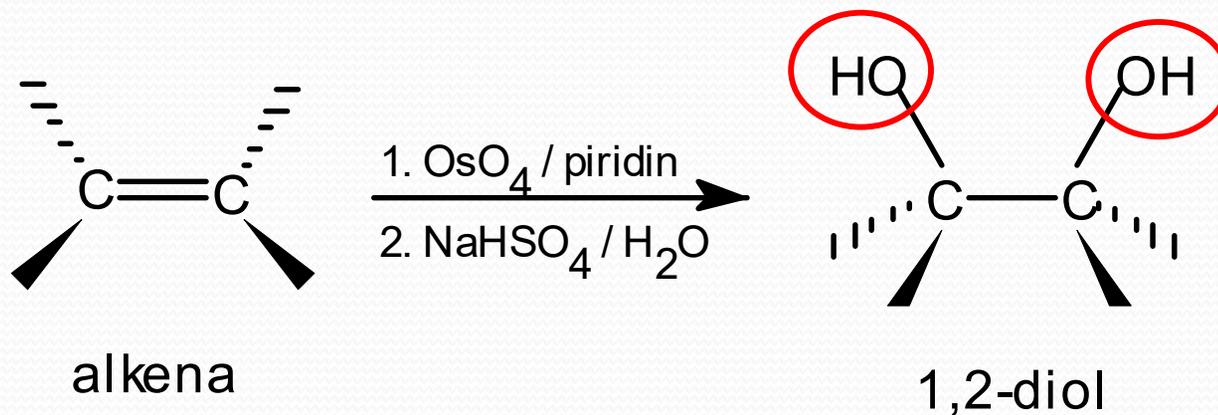
# Hidrasi alkena

- Hidrasi alkena dapat dilakukan dengan beberapa cara :
  1. Hidrasi alkena menggunakan **air + katalis asam kuat**
  2. Hidrasi alkena menggunakan prosedur **oksimerkurasi**
  3. Hidrasi alkena menggunakan prosedur **hidroborasi**
- 1. Hidrasi alkena menggunakan air terkatalisis asam kuat
  - Penambahan air pada alkena sederhana seperti etilen dan 2-metilpropena akan menghasilkan suatu alkohol.



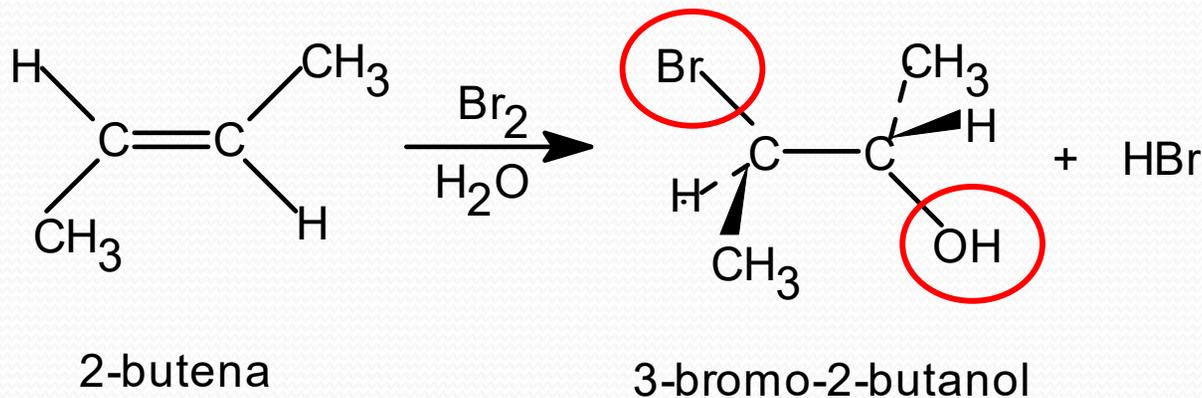
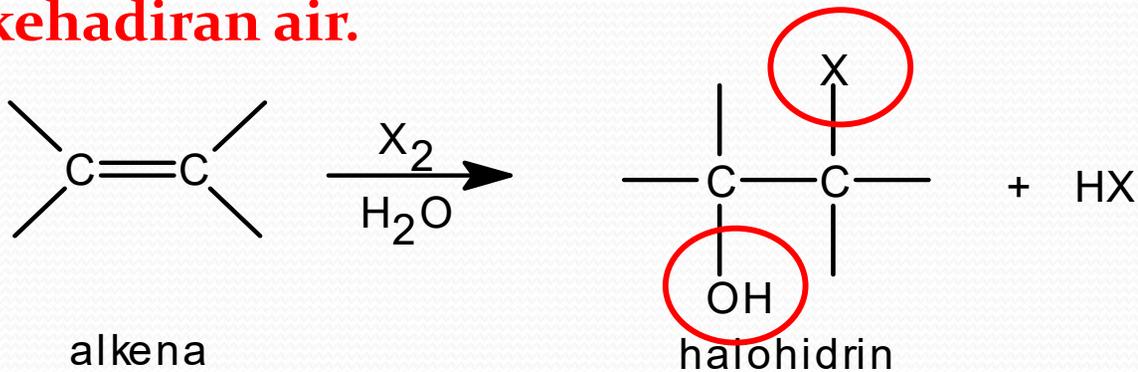
# Hidroksilasi Alkena

- **Hidroksilasi** merupakan reaksi penambahan (**adisi**) gugus **-OH** pada kedua karbon yang **berikatan rangkap**.
- Hidroksilasi dapat dilangsungkan dengan mereaksikan alkena dengan **osmium tetroksida ( $\text{OsO}_4$ )** menghasilkan 1,2 diol atau glikol.



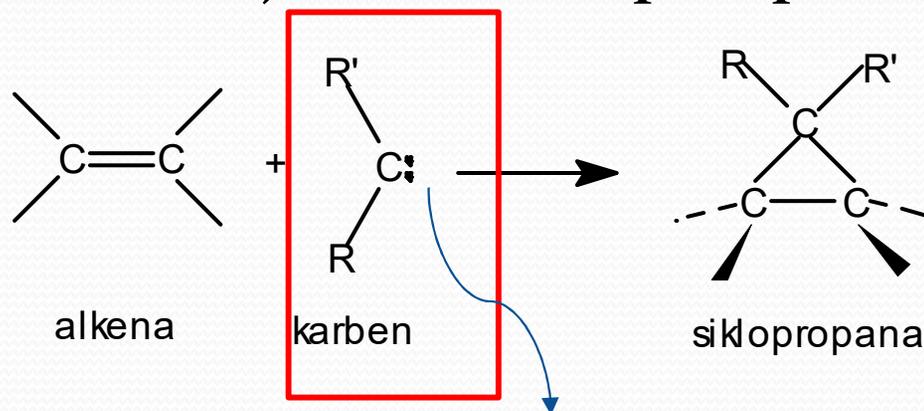
## Adisi pembentukan **halohidrin**

- Adisi elektrofilik akan berlangsung pada suatu **alkena** apabila **ditambahkan HOCl atau HOBr** pada kondisi yang sangat tepat sehingga menghasilkan 1,2-haloalkohol atau halohidrin.
- Namun, pembentukan halohidrin akan lebih baik dilakukan dengan mereaksikan **alkena dengan Br<sub>2</sub> atau Cl<sub>2</sub> dengan kehadiran air.**



## Adisi Karben pada alkena (sintesis siklopropana)

- Alkena bereaksi dengan suatu karben akan menghasilkan senyawa **siklopropana**.
- Karben ( $R_2C:$ ) merupakan molekul netral yang mengandung **karbon divalen dan hanya mempunyai enam (6) elektron** pada kulit valensinya.
- Karena mempunyai 6 elektron (spesies yang kekurangan elektron), maka dia berperilaku seperti elektrofil yang akan bereaksi dengan ikatan rangkap karbon-karbon yang berperilaku sebagai nukleofilik.
- Reaksi terjadi satu tahap tanpa intermediate.



Digunakan untuk berikatan dengan 2 atom C lainnya

# Reaksi oksidasi & reduksi

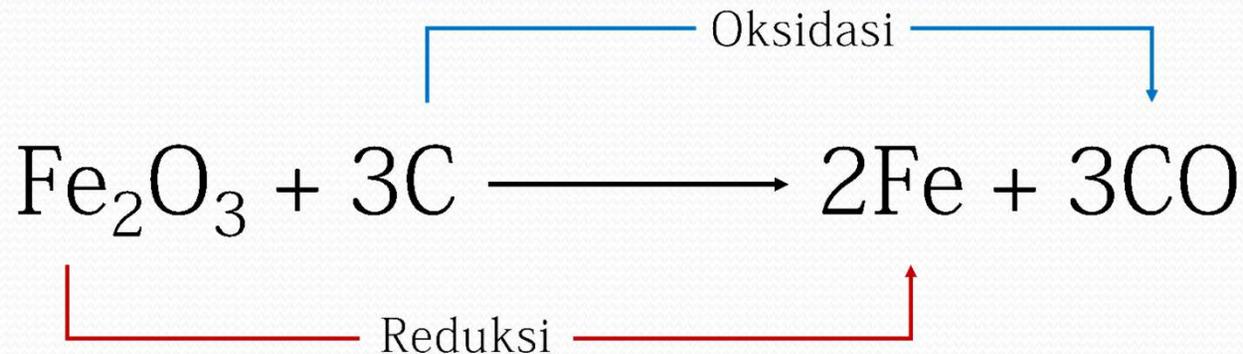
- **Oksidasi** menjelaskan **pelepasan elektron** oleh sebuah molekul, atom, atau ion dan terjadi peningkatan bilangan oksidasi
- **Reduksi** menjelaskan **penambahan elektron** oleh sebuah molekul, atom, atau ion dan terjadi penurunan bilangan oksidasi

Pengertian konsep reaksi reduksi-oksidasi telah mengalami tiga tahap perkembangan sebagai berikut:

- Konsep Reaksi Reduksi-Oksidasi Berdasarkan **Pengikatan dan Pelepasan Oksigen**
- Konsep Reaksi Reduksi-Oksidasi Berdasarkan **Pengikatan dan Pelepasan Elektron**
- Konsep Reaksi Reduksi-Oksidasi Berdasarkan **Pertambahan dan Penurunan Bilangan Oksidasi**

## Redoks Berdasarkan Pengikatan dan Pelepasan Oksigen

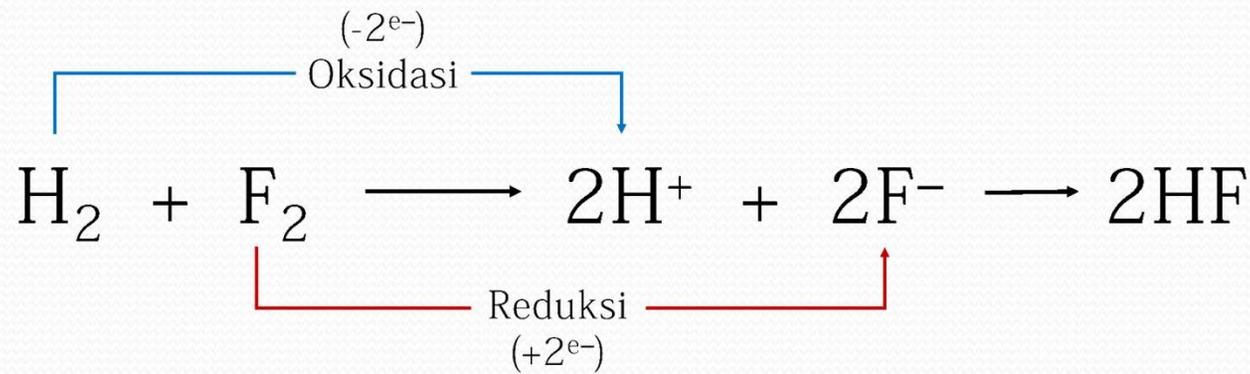
- **Reduksi** adalah reaksi pelepasan oksigen dari suatu senyawa. **Reduktor** adalah zat yang menarik/mengikat oksigen pada reaksi reduksi atau zat yang mengalami reaksi oksidasi.
- **Oksidasi** adalah reaksi pengikatan (penggabungan) oksigen oleh suatu zat. **Oksidator** adalah sumber oksigen pada reaksi oksidasi atau zat yang mengalami reduksi.



$\text{Fe}_2\text{O}_3$  melepaskan/memberikan oksigen kepada C dan membentuk Fe, sedangkan C mengikat/menangkap oksigen dari  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan membentuk CO. Dengan demikian,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mengalami reduksi atau sebagai oksidator, sedangkan C mengalami oksidasi atau sebagai reduktor.

# Redoks Berdasarkan Pengikatan dan Pelepasan Elektron

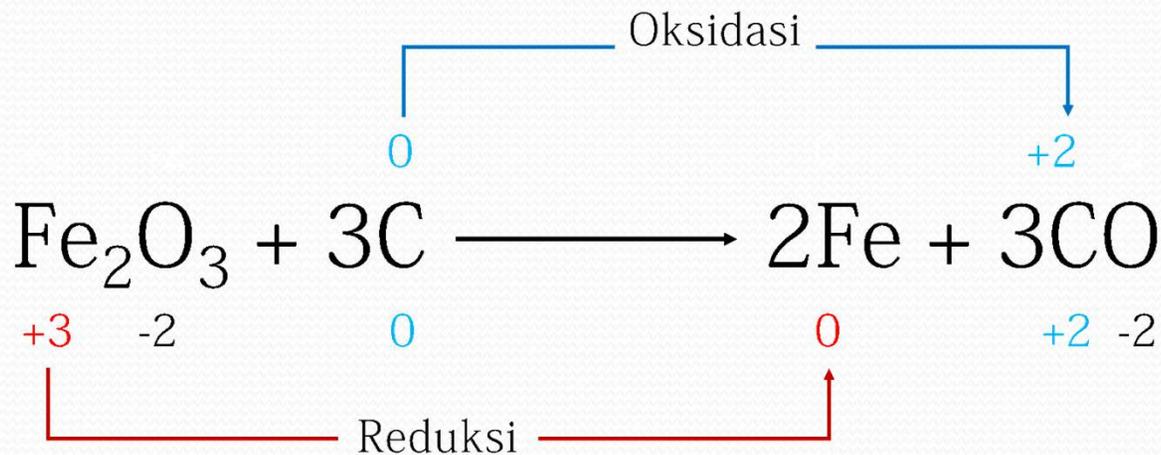
- **Reduksi** adalah reaksi pengikatan elektron. **Reduktor** adalah zat yang melepaskan electron atau zat yang mengalami oksidasi.
- **Oksidasi** adalah reaksi pelepasan elektron. **Oksidator** adalah Zat yang mengikat electron atau zat yang mengalami reduksi.



Untuk membentuk senyawa hidrogen fluorida, molekul  $\text{H}_2$  melepaskan 2 elektron menjadi  $2\text{H}^+$  :  $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$ , sedangkan molekul  $\text{F}_2$  menangkap/mengikat 2 elektron menjadi  $2\text{F}^-$  :  $\text{F}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{F}^-$  . Dengan demikian:  $\text{H}_2$  mengalami oksidasi atau sebagai reduktor, sedangkan  $\text{F}_2$  mengalami reduksi atau sebagai oksidator.

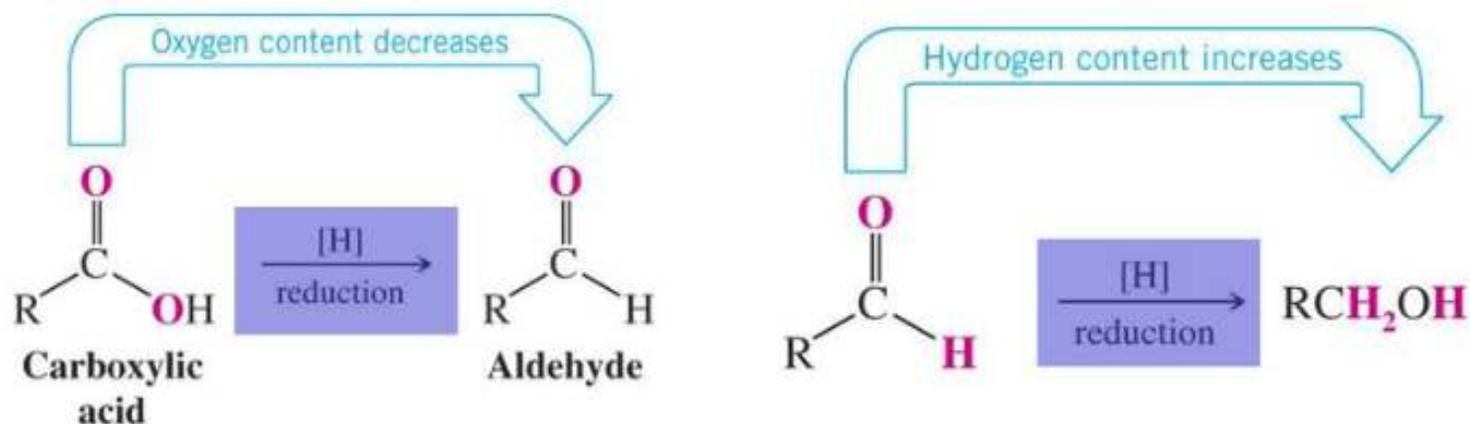
# Redoks Berdasarkan Pertambahan dan Penurunan Bilangan Oksidasi

- **Reduksi** adalah reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi. **Reduktor** adalah zat yang mereduksi zat lain dalam reaksi redoks atau zat yang mengalami oksidasi.
- **Oksidasi** adalah reaksi yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi. **Oksidator** adalah zat yang mengoksidasi zat lain dalam reaksi redoks atau zat yang mengalami reaksi reduksi.



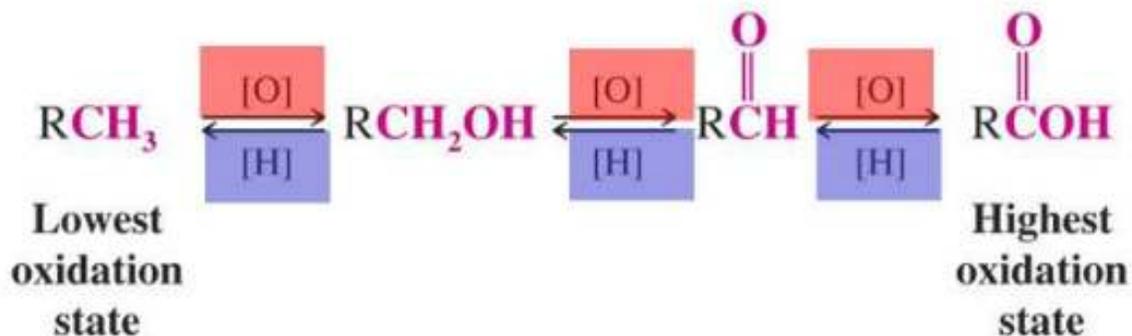
## ◆ Oxidation-Reduction Reactions in Organic Chemistry

→ **Reduction**: increasing the hydrogen content or decreasing the oxygen content of an organic molecule



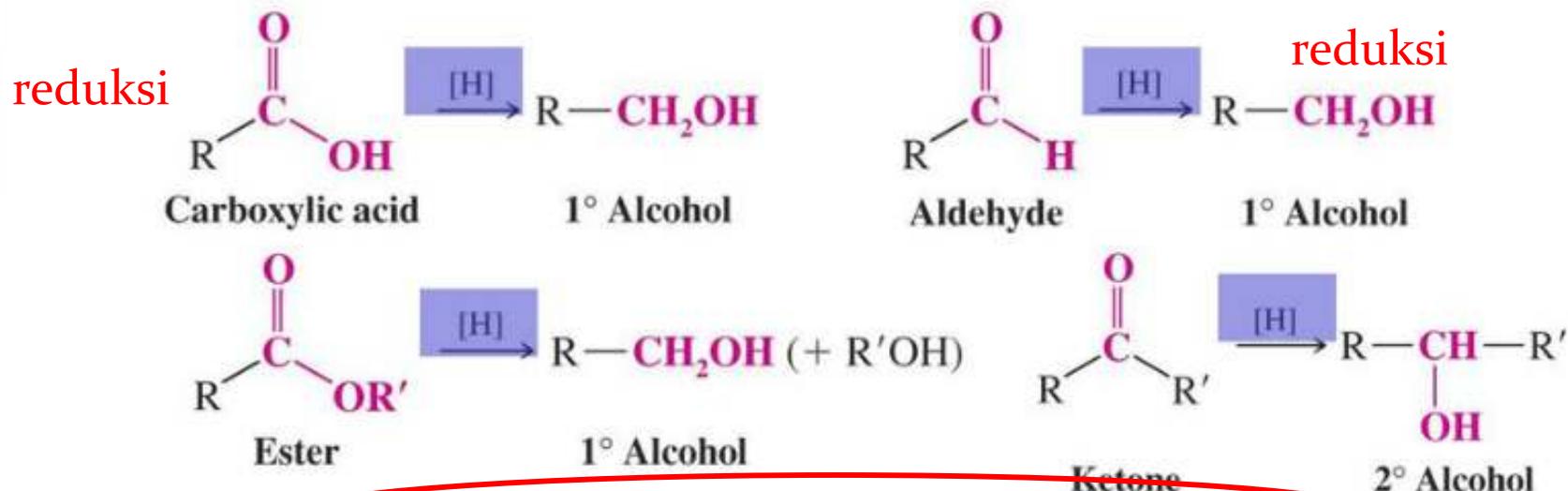
→ **Oxidation**: increasing the oxygen content or decreasing the hydrogen content of an organic molecule

- ☞ A general symbol for oxidation is  $[\text{O}]$
- ☞ Oxidation can also be defined as a reaction that increases the content of any element more electronegative than carbon



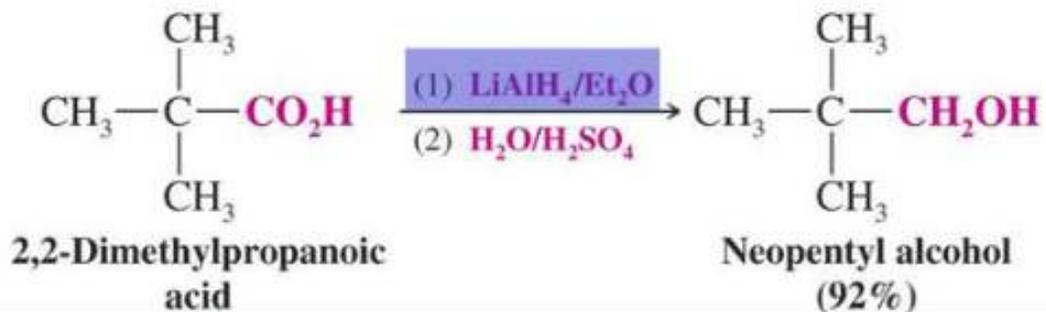
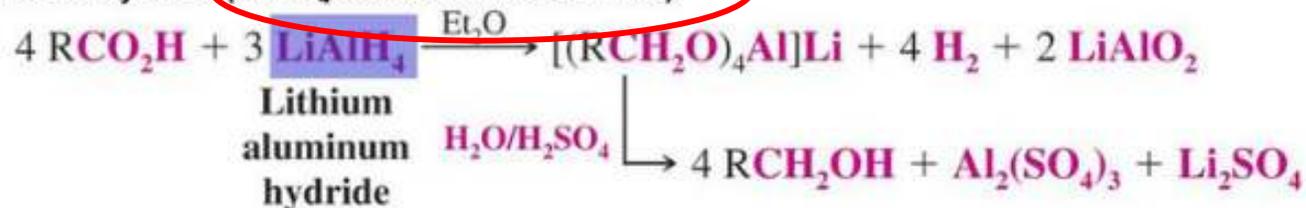
# ◆ Alcohols by Reduction of Carbonyl Compounds

→ A variety of carbonyl compounds can be reduced to alcohols



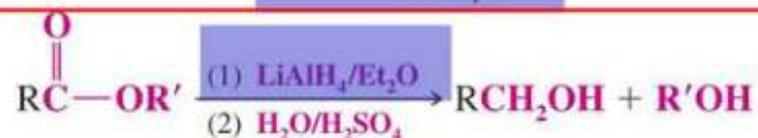
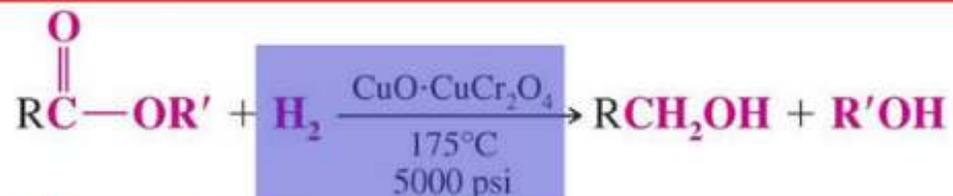
→ Carboxylic acids can be reduced to primary alcohols

⚠ These are difficult reductions and require the use of powerful reducing agents such as lithium aluminum hydride (LiAlH<sub>4</sub> also abbreviated LAH)



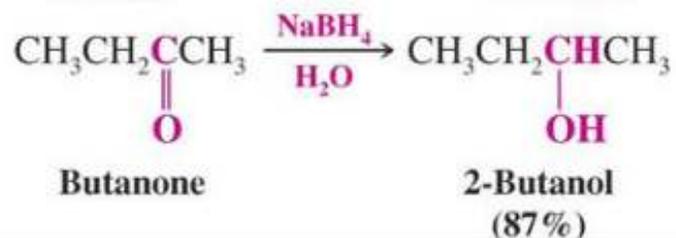
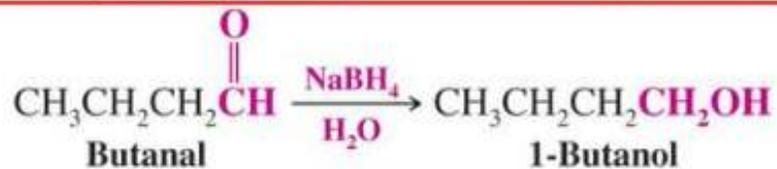
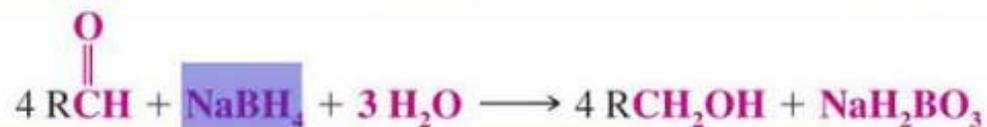
→ Esters are also reduced to primary alcohols

- ⚡ LAH or high pressure hydrogenation can accomplish this transformation

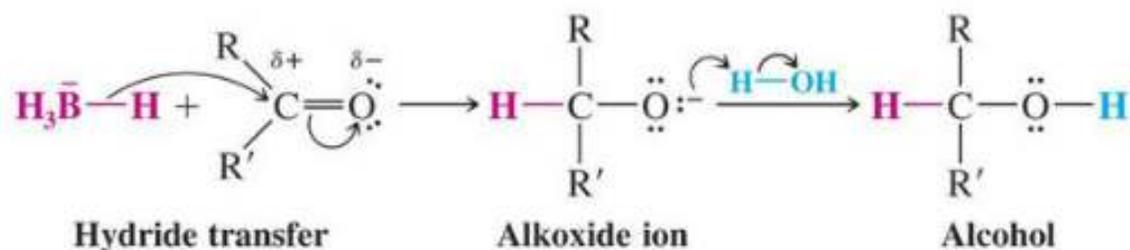


→ Aldehydes and ketones are reduced to 1° and 2° alcohols respectively

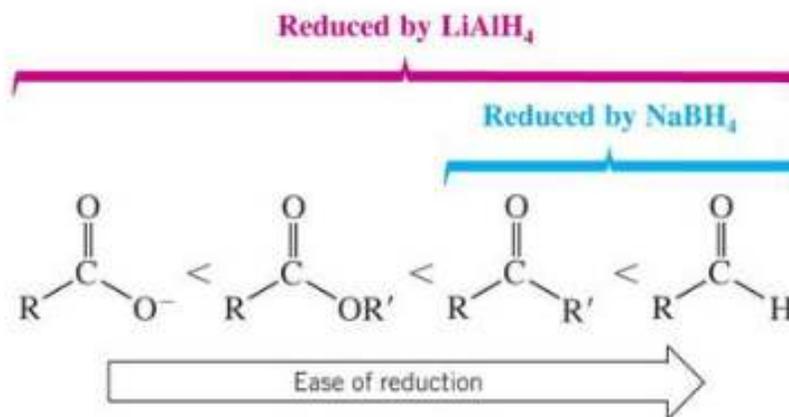
- ⚡ Aldehydes and ketones are reduced relatively easily; the mild reducing agent sodium borohydride ( $\text{NaBH}_4$ ) is typically used
- ⚡ LAH and hydrogenation with a metal catalyst can also be used



→ The key step in the reduction is reaction of hydride with the carbonyl carbon



→ Carboxylic acids and esters are considerably less reactive to reduction than aldehydes and ketones and require the use of LAH



→ Lithium aluminium hydride is very reactive with water and must be used in an anhydrous solvent such as ether

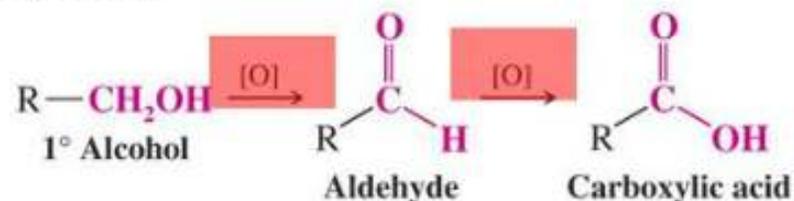
- ⌘ Sodium borohydride is considerably less reactive and can be used in solvents such as water or an alcohol

## ◆ Oxidation of Alcohols

### ● Oxidation of Primary Alcohols to Aldehydes

→ A primary alcohol can be oxidized to an aldehyde or a carboxylic acid

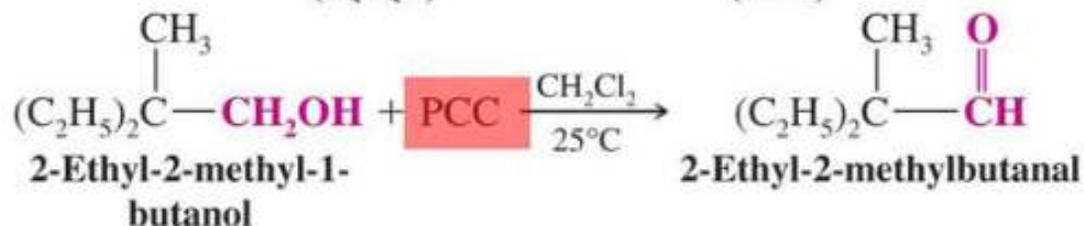
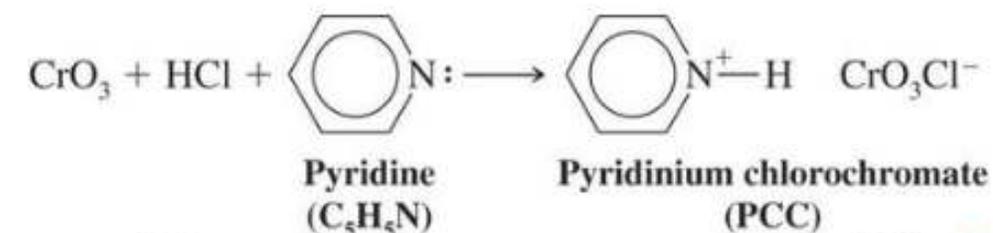
⌘ The oxidation is difficult to stop at the aldehyde stage and usually proceeds to the carboxylic acid



→ A reagent which stops the oxidation at the aldehyde stage is pyridinium chlorochromate (PCC)

⌘ PCC is made from chromium trioxide under acidic conditions

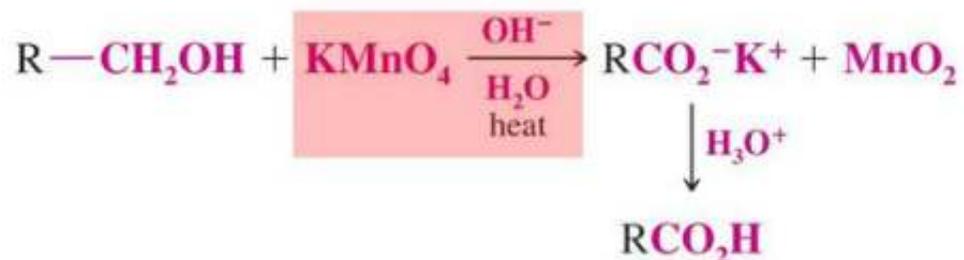
⌘ It is used in organic solvents such as methylene chloride ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )



## ● Oxidation of Primary Alcohols to Carboxylic Acids

→ Potassium permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ) is a typical reagent used for oxidation of a primary alcohol to a carboxylic acid

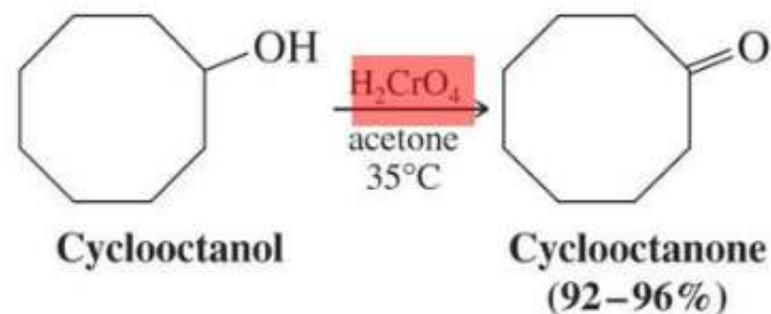
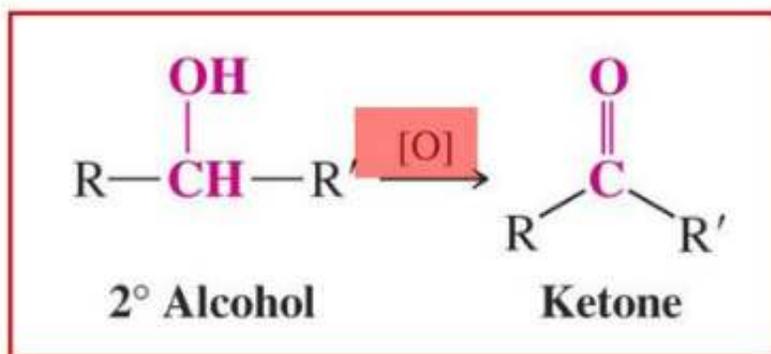
⚡ The reaction is generally carried out in aqueous solution; a brown precipitate of  $\text{MnO}_2$  indicates that oxidation has taken place



## ● Oxidation of Secondary Alcohols to Ketones

→ Oxidation of a secondary alcohol stops at the ketone

⚡ Many oxidizing agents can be used, including chromic acid ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ) and Jones reagent ( $\text{CrO}_3$  in acetone)



# **REAKSI KONDENSASI**

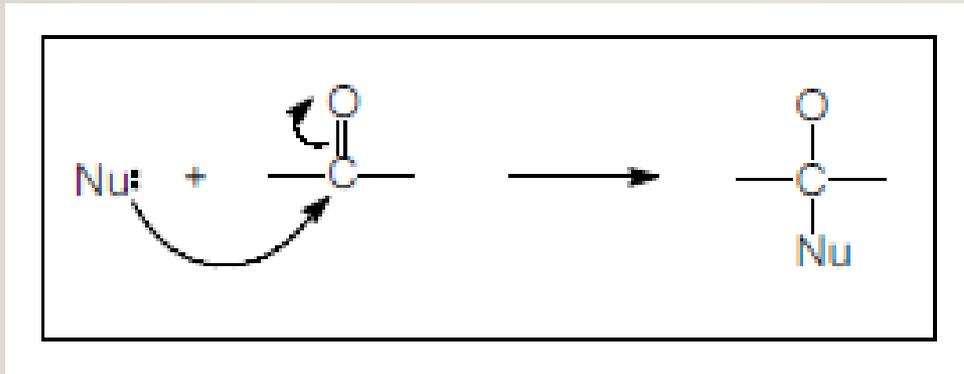
---



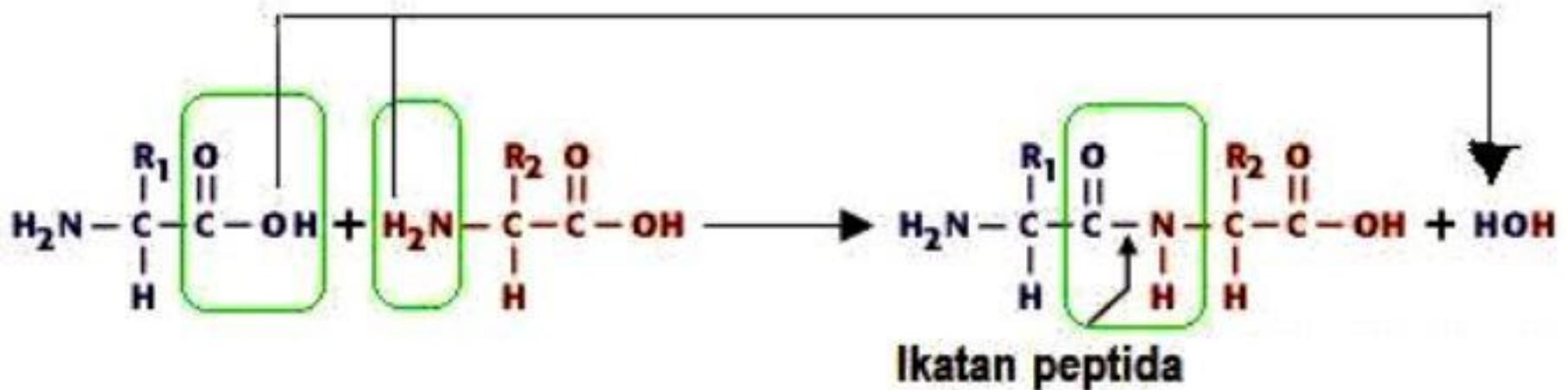
# REAKSI KONDENSASI

Yaitu: reaksi dimana dua molekul atau lebih bergabung menjadi satu molekul yg lebih besar, dgn satu atau tanpa hilangnya suatu molekul kecil (seperti air).

Jika molekul kecil yang lepas itu adalah air, maka reaksinya disebut reaksi dehidrasi. Molekul lainnya yang mungkin menyertai reaksi kondensasi seperti asam klorida, methanol dan asam asetat.



Contoh sederhana dari reaksi kondensasi ialah reaksi yang terjadi pada dua molekul asam amino yang membentuk ikatan peptide, membentuk protein dan melepaskan molekul air.



# MEKANISME REAKSI KONDENSASI



Alkohol primer,  
alkohol dengan  
rantai alkil lurus,  
tidak bercabang

Di-alkil eter

Air

Mekanisme reaksi dalam 3 tahap:

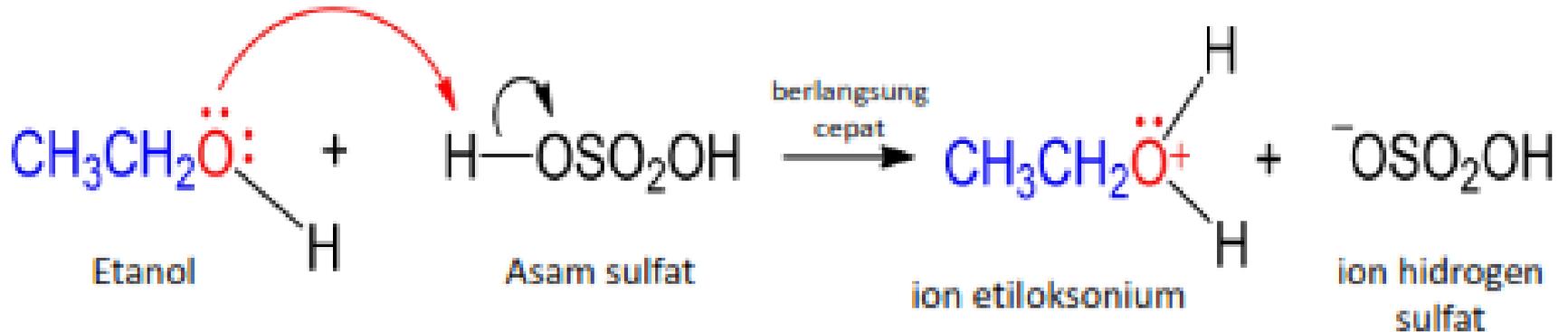
1. Transfer proton dari katalis ke oksigen pada alkohol untuk membentuk ion alkiloksonium.
2. Serangan nukleofilik dari molekul alkohol ke ion alkiloksonium dari tahap pertama.
3. Deprotonasi produk yang dihasilkan pada tahap kedua untuk membentuk suatu eter, dan katalis akan terbentuk kembali

# MEKANISME REAKSI KONDENSASI

---

## Tahap I.

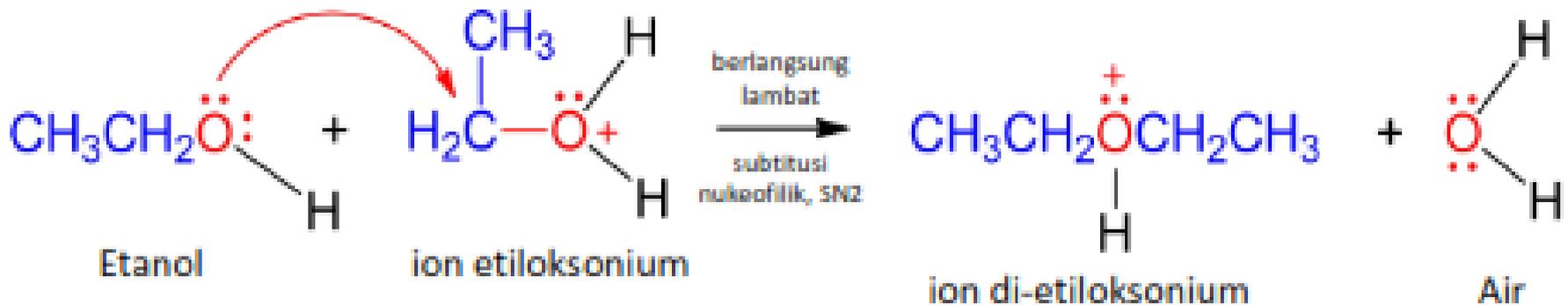
transfer proton dari katalis ke **oksigen pada alcohol** untuk membentuk **ion alkiloksonium**



# MEKANISME REAKSI KONDENSASI

## Tahap 2.

Tahap kedua ialah serangan nukleofilik dari molekul alkohol ke ion alkiloksonium dari tahap pertama.

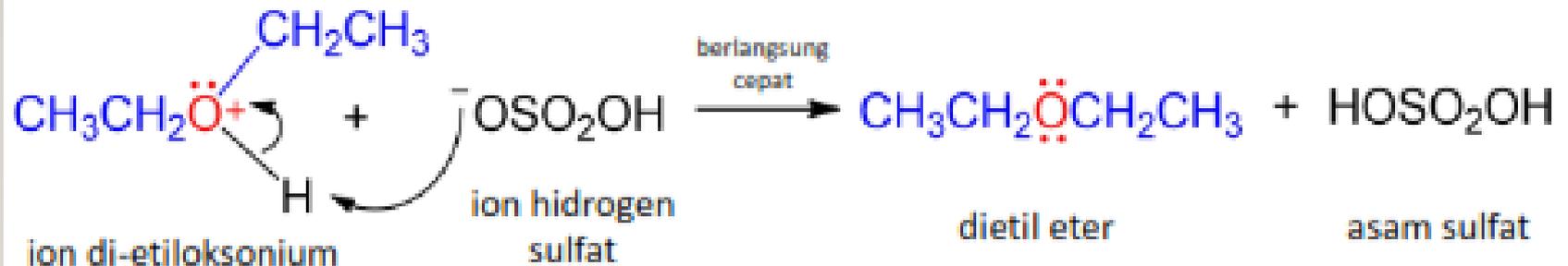


# MEKANISME REAKSI KONDENSASI

## Tahap 3.

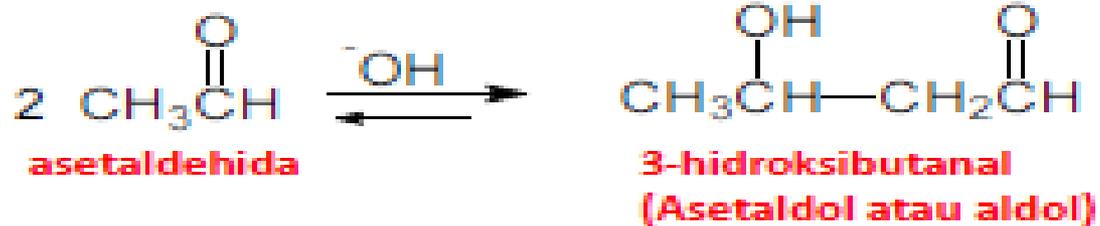
---

Tahap ketiga ialah deprotonasi produk yang dihasilkan pada tahap kedua untuk membentuk suatu eter, dan katalis akan terbentuk kembali.



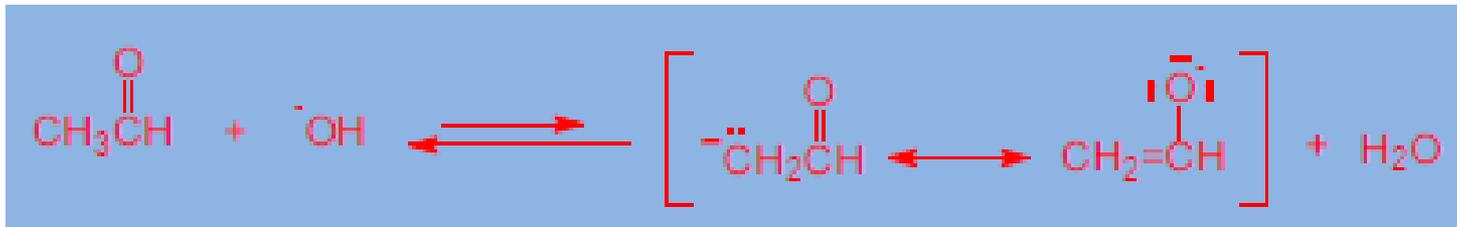
# KONDENSASI ALDOL

- Bila suatu aldehida **diolah** dengan basa spt NaOH dalam air, ion enolat yg terjadi dpt bereaksi pd gugus karbonil dari molekul aldehida yg lain.
- Hasilnya adalah : adisi suatu molekul aldehida ke molekul aldehida yg lain
- Disebut reaksi kondensasi aldol (aldehida dan alkohol)



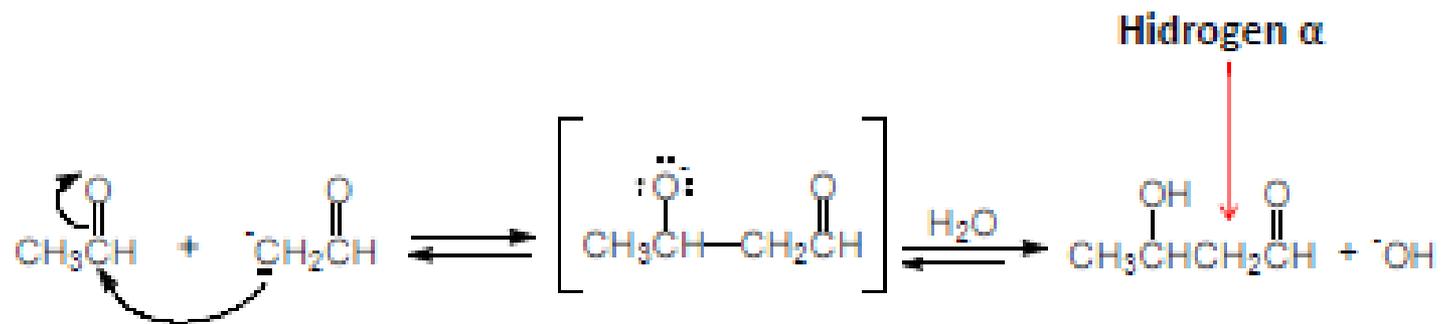
# MEKANISME REAKSI DENGAN KATALIS BASA

## 1. Pembentukan ion enolat :



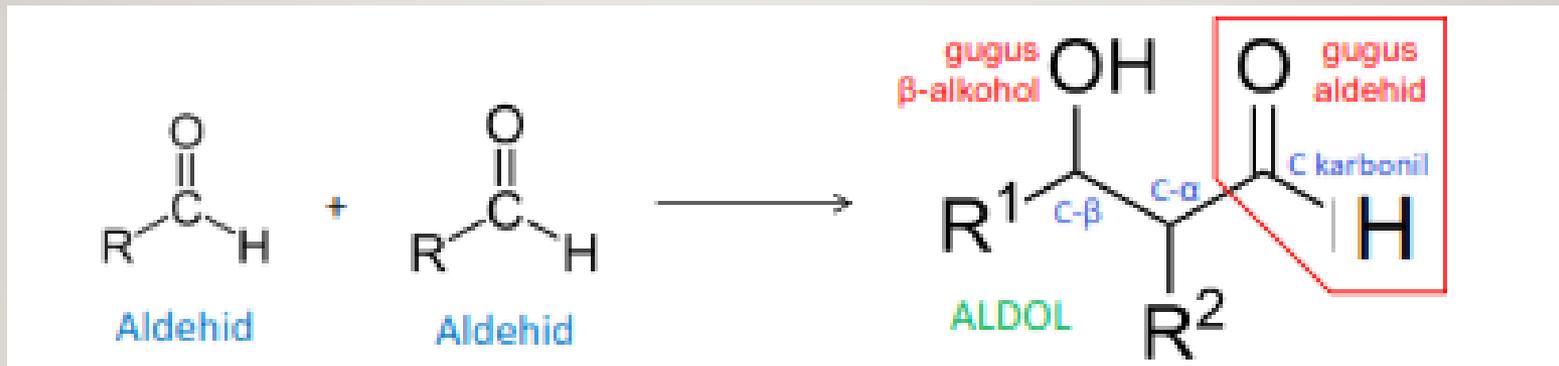
struktur resonansi ion enolat

## 2. Ion enolat bereaksi dengan molekul aldehida lain :



## Kondensasi Aldol

- Reaksi kondensasi lainnya yang sering dibicarakan ialah mengenai reaksi kondensasi aldol.
- Kondensasi aldol ialah reaksi dimana suatu spesies enol atau ion enolat dari suatu aldehida bereaksi dengan gugus karbonil dari aldehid lainnya, membentuk senyawa  $\beta$ hidroksialdehida, yaitu aldehida-alcohol atau aldol.

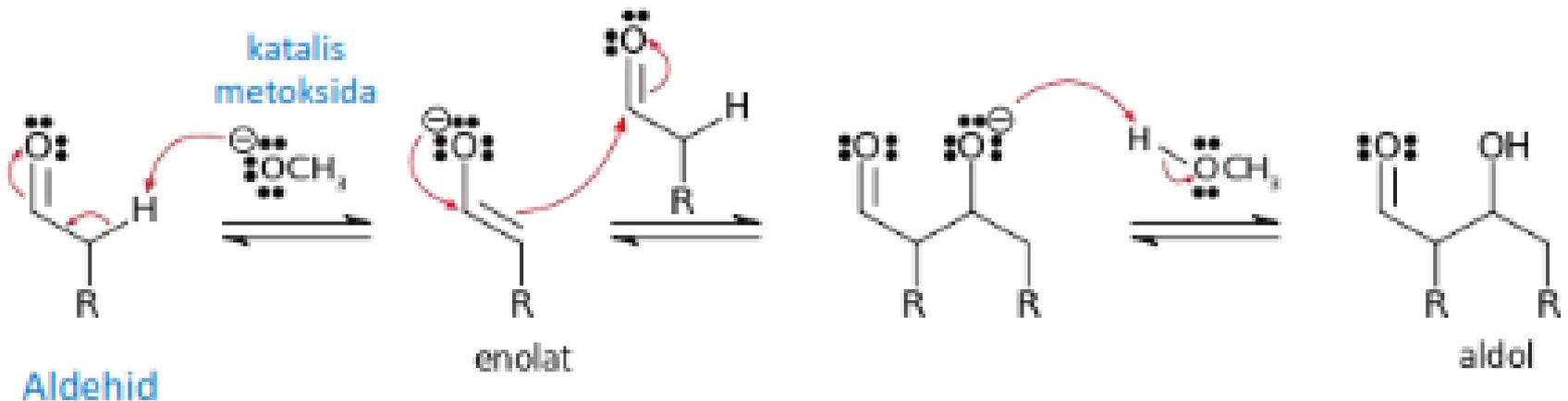


- Reaksi kondensasi aldol dapat menggunakan katalis asam maupun basa.

Mekanisme untuk kondensasi aldol dengan katalis basa, menghasilkan intermediat (senyawa antara) enolat.

Contoh katalis basa:

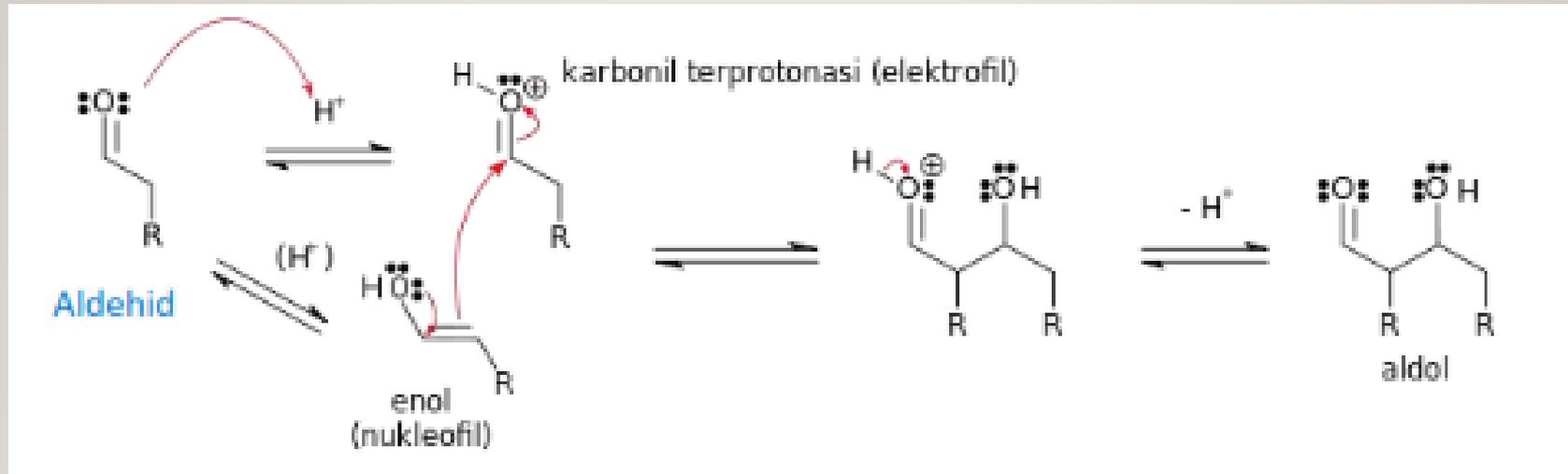
-  $\text{OCH}_3$  (metoksida)



Mekanisme untuk kondensasi aldol dengan katalis asam, menghasilkan intermediet (senyawa antara) enol.

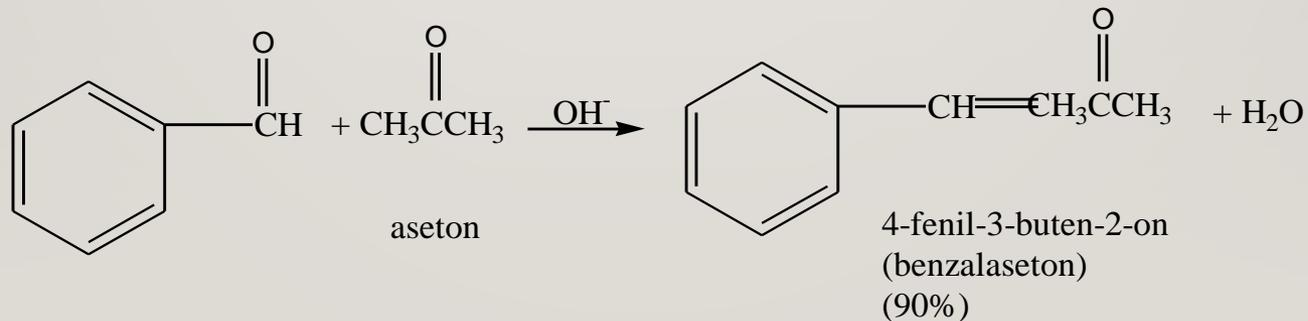
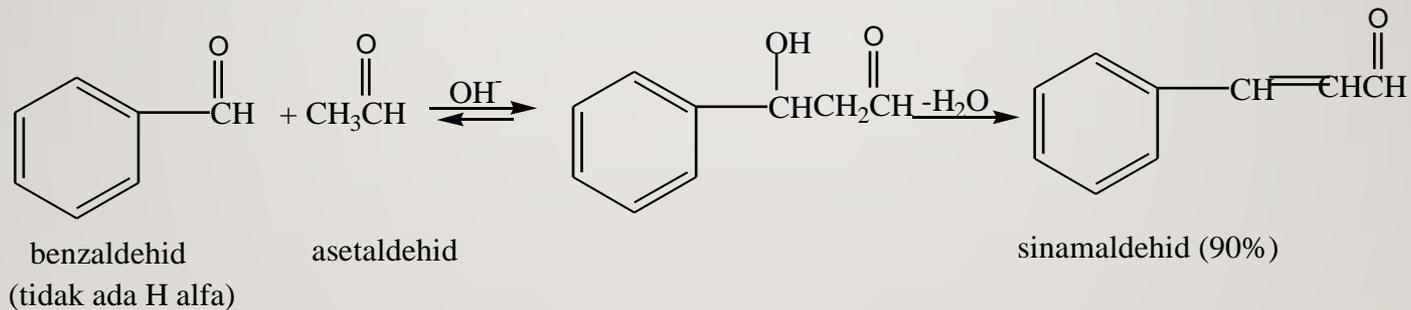
---

Katalis asam:  $H^+$



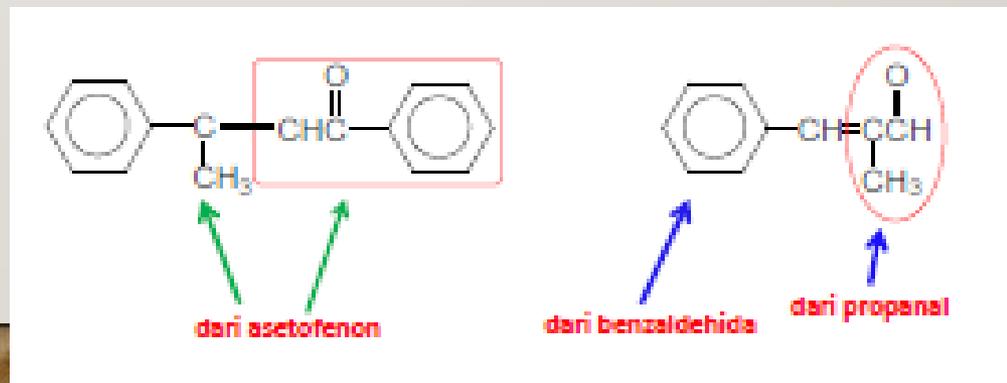
# KONDENSASI ALDOL SILANG/CAMPURAN

- Kondensasi yang terjadi pada dua senyawa yang HANYA salah satu senyawa memiliki hidrogen alfa



# SINTESIS DENGAN MENGGUNAKAN KONDENSASI ALDOL

- Dalam kondensasi aldol dihasilkan 2 tipe produk, yaitu aldehida atau keton  $\beta$ -hidroksi serta aldehida atau keton tak jenuh- $\alpha,\beta$
- Pemilihan bahan awal (aldehid atau keton) difungsikan untuk menentukan bahan mana yang akan disintesis.

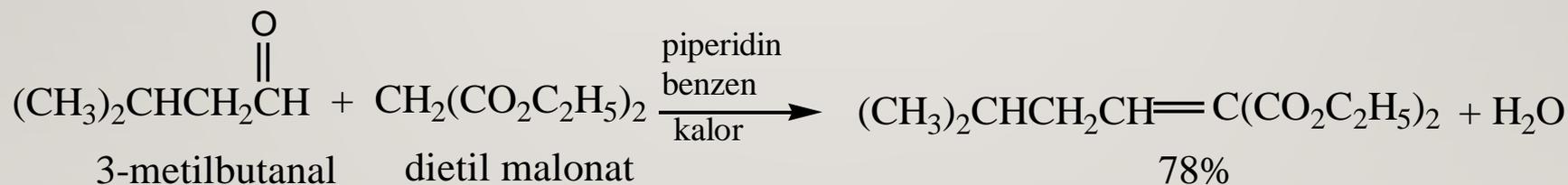


# REAKSI-REAKSI YANG BERHUBUNGAN DENGAN KONDENSASI ALDOL

---

## Kondensasi Knoevenagel:

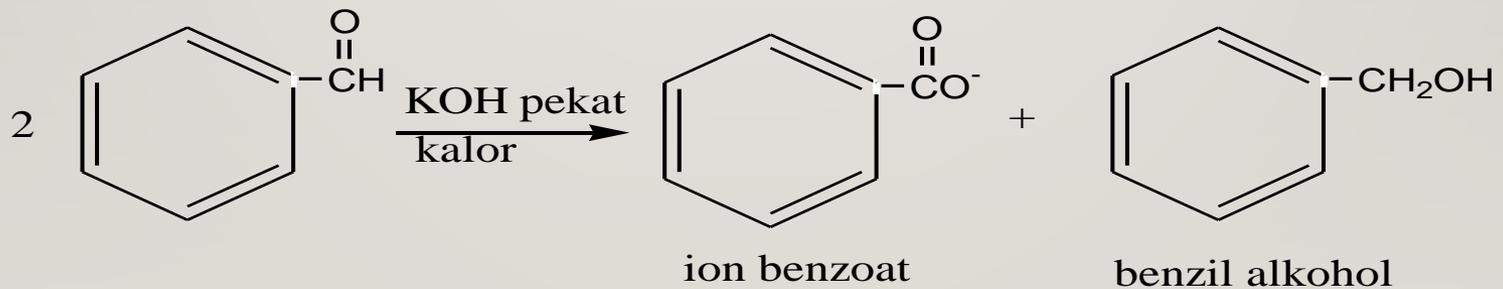
Reaksi antara sebuah aldehida dan suatu senyawa yang mempunyai H $\alpha$  terhadap 2 gugus pengaktif (seperti C=O atau C $\equiv$ N) dengan menggunakan amonia atau suatu amina sebagai katalis.



# REAKSI CANNIZARO

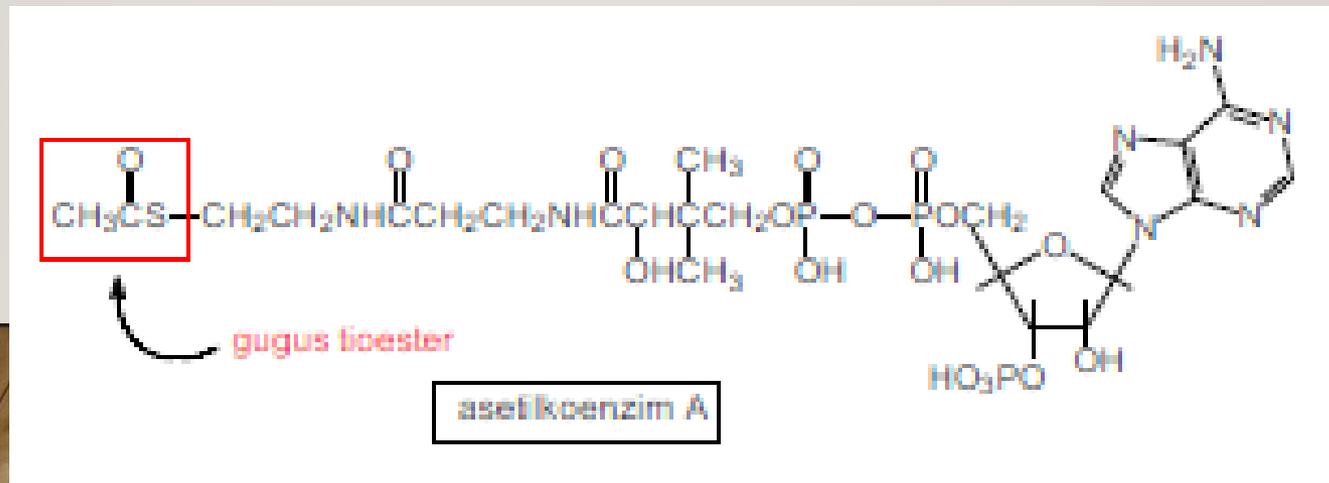
---

- Reaksi diri yang terjadi pada aldehyd yang tidak memiliki H alfa, tidak dapat membentuk produk aldol.
- Tetapi reaksi dapat berlangsung jika senyawa aldehyd yang tidak memiliki H alfa tersebut dipanasi dengan larutan hidroksida pekat. Produk berupa asam karboksilat dan alkohol.



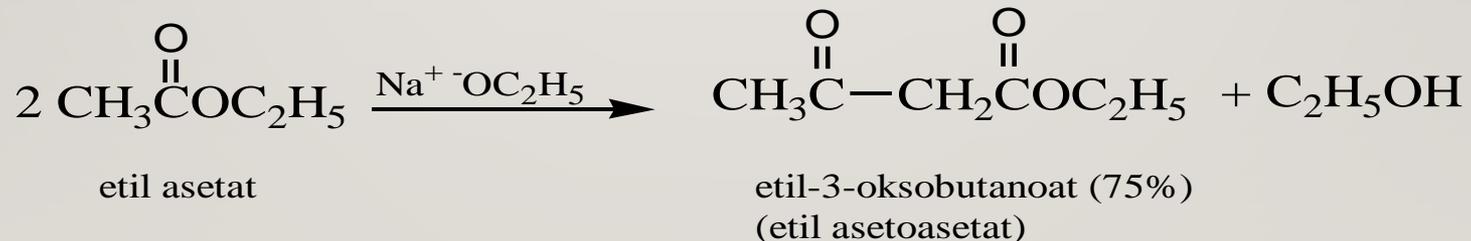
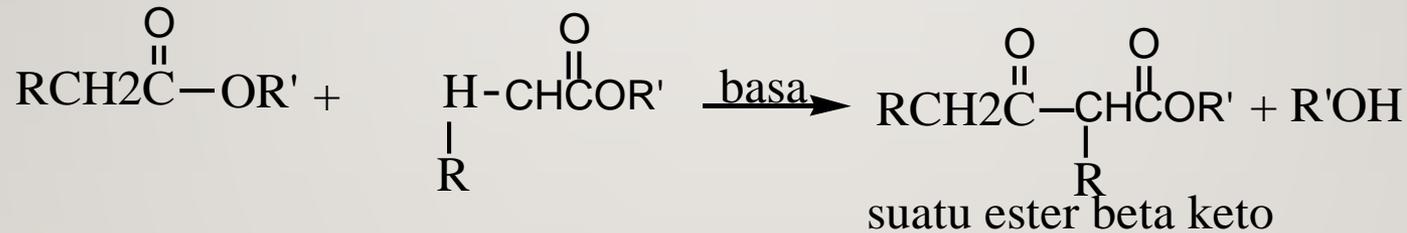
# SUATU KONDENSASIT IPE ALDOL BIOLOGIS

Ester dengan satuan disebut tioester. Tioester bereaksi, spt hidrolisis, serupa dgn ester biasa. Asetil koenzim A, yg penting dlm reaksi biologis, adalah suatu tioester



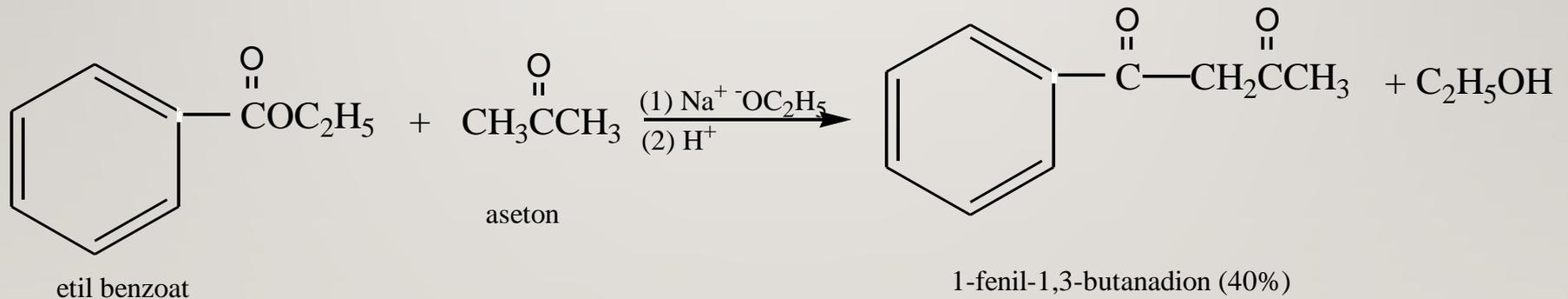
# KONDENSASI ESTER

Ester dgn H $\alpha$  dpt bereaksi kondensasi diri menghasilkan ester  $\beta$ -keto  $\rightarrow$  kondensasi Claisen (-OR pada ester merupakan gugus pergi, sehingga hasil reaksi merupakan produk substitusi BUKAN eliminasi seperti kondensasi aldol)



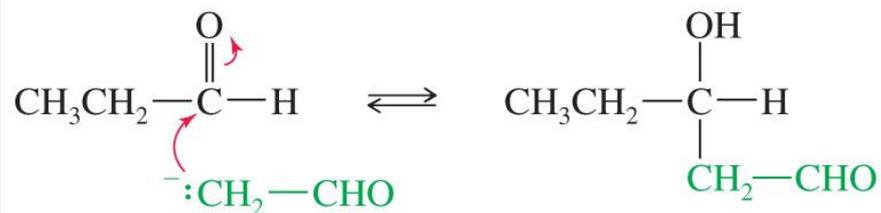
# KONDENSASI CLAISEN SILANG

- Terjadi antara ester berlainan
- Untuk mendapatkan hasil terbaik, salah satu ester yang digunakan tidak memiliki H alfa

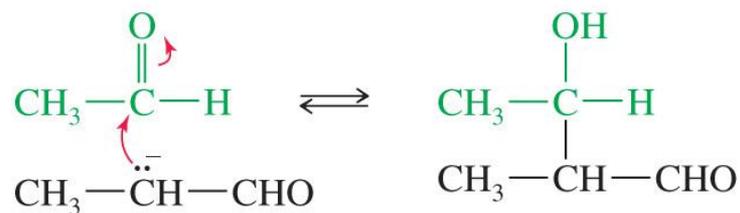


# KONDENSASI ALDOL SILANG

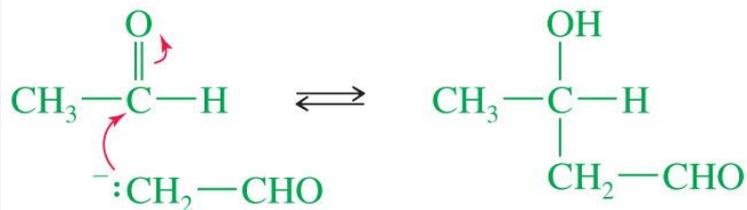
*Enolate of ethanal adds to propanal*



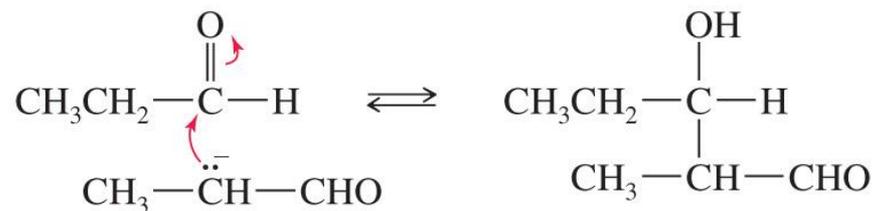
*Enolate of propanal adds to ethanal*



*Self-condensation of ethanal*



*Self-condensation of propanal*



# SINTESIS MENGGUNAKAN KONDENSASI ESTER

---

- Karena produk kondensasi ester antara dua ester adalah suatu beta keto, maka tidaklah sukar untuk memutuskan mana bahan awal yang akan digunakan. Gugus keto berasal dari suatu ester awal, gugus ester dengan lekatannya berasal dari ester awal yang lain.

---

Selamat belajar



# ASAM LEMAK, LEMAK, DAN ASAM NUKLEAT



# LIPID/LEMAK

Berbeda dengan karbohidrat dan protein, lipid bukan merupakan suatu polimer. Suatu molekul dikategorikan dalam **lipid** karena :

1. mempunyai **kelarutan yg rendah di dlm air**
2. larut dalam **pelarut organik** (eter, kloroform)
3. terdiri dari **C, H, O**

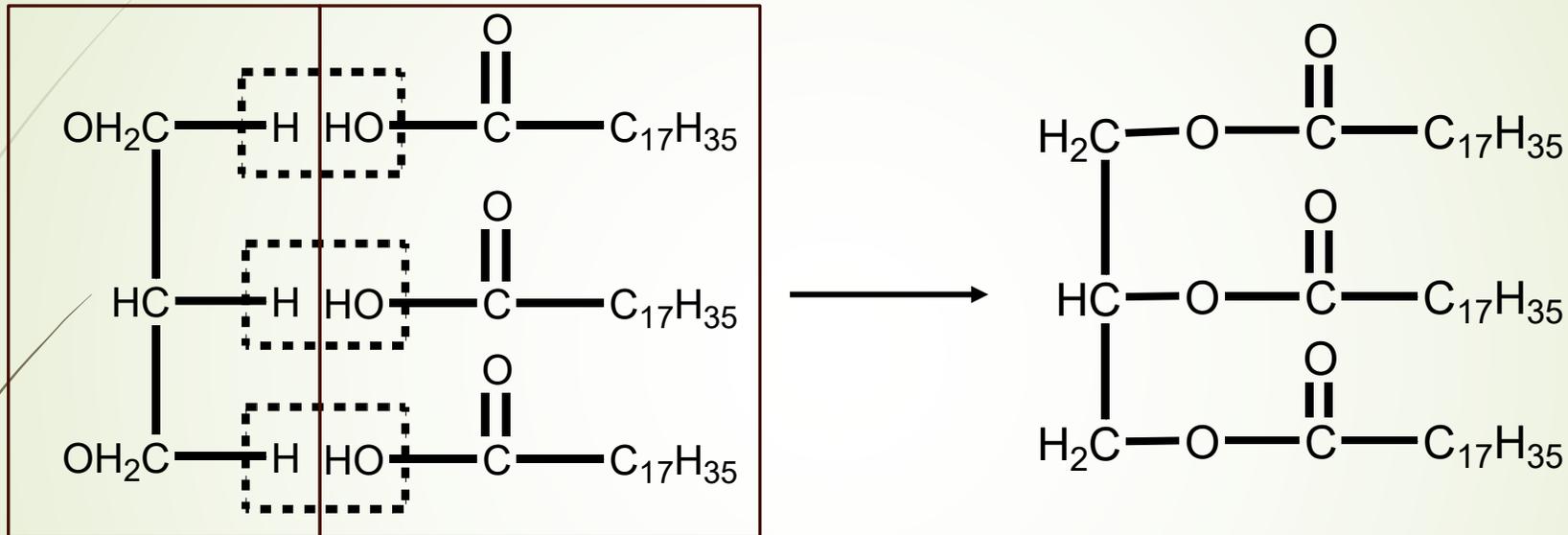
Lipid merupakan komponen utama **membran**.

Komponen unit pembangun yang khas pada kebanyakan lipid adalah **asam lemak**.

# LIPID

- Komposisi : C, H dan O (umum), kadang : N, P
- **Tidak memiliki gugus fungsional khusus**
- Merupakan **ester dari asam karboksilat** rantai panjang dengan alkohol (gliserol)

LIPID : **ester** (R-CO-O-R) dari asam karboksilat rantai panjang dengan alkohol (gliserol)



Gliserol + Asam stearat  
**Alkohol**                      **Asam**

Tristearin  
**Lipid**

Lipid → sederhana dan campuran.

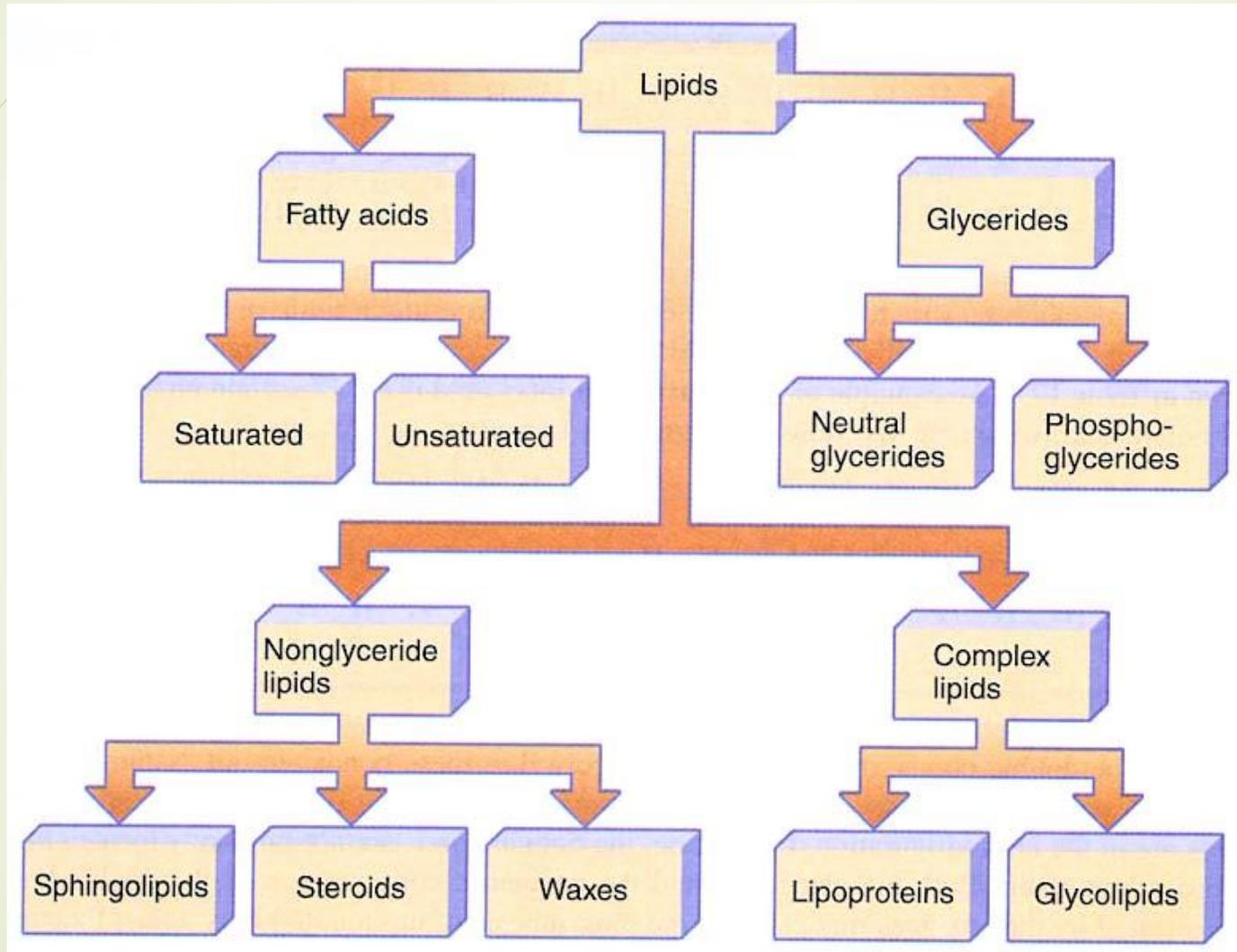
- Lipid sederhana : asam lemak sejenis
- Lipid campuran : asam lemak tidak sejenis



**Berdasarkan strukturnya, lipid dapat dibagi menjadi 2 :**

- 1. Lipid dengan rantai hidrokarbon terbuka.**  
contohnya : asam lemak, Triasilgliserol (lemak atau minyak), spingolipid, fosfoasilgliserol, glikolipid
- 2. Lipid dengan rantai hidorkarbon siklis**  
contohnya : steroid (kolesterol)

# Klasifikasi Lipid/LEMAK





Berdasarkan **fungsinya**, lipid dapat dibagi menjadi :

**1. Lipid simpanan** (storage lipid)  
contohnya : Asam lemak dan  
Triasilgliserol (TAG)

**2. Lipid struktural** (penyusun membran)  
contohnya : phospholipid dan glikolipid

**3. Lipid fungsional** (sbg tanda / signal,  
kofaktor dan pigment)

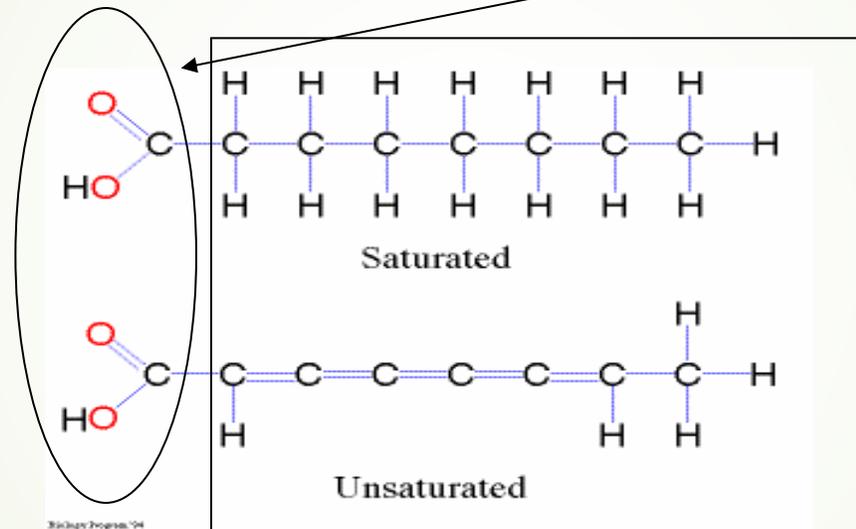


## Fungsi Lipid :

- Sumber energi
- Energi simpanan
- Komponen struktur membran sel
- Hormon
- Vitamin
- Absorpsi vitamin
- Lapisan pelindung

# ASAM LEMAK

Asam lemak merupakan sekelompok **senyawa hidrokarbon** yang berantai panjang dengan gugus **karboksilat** pada ujungnya.



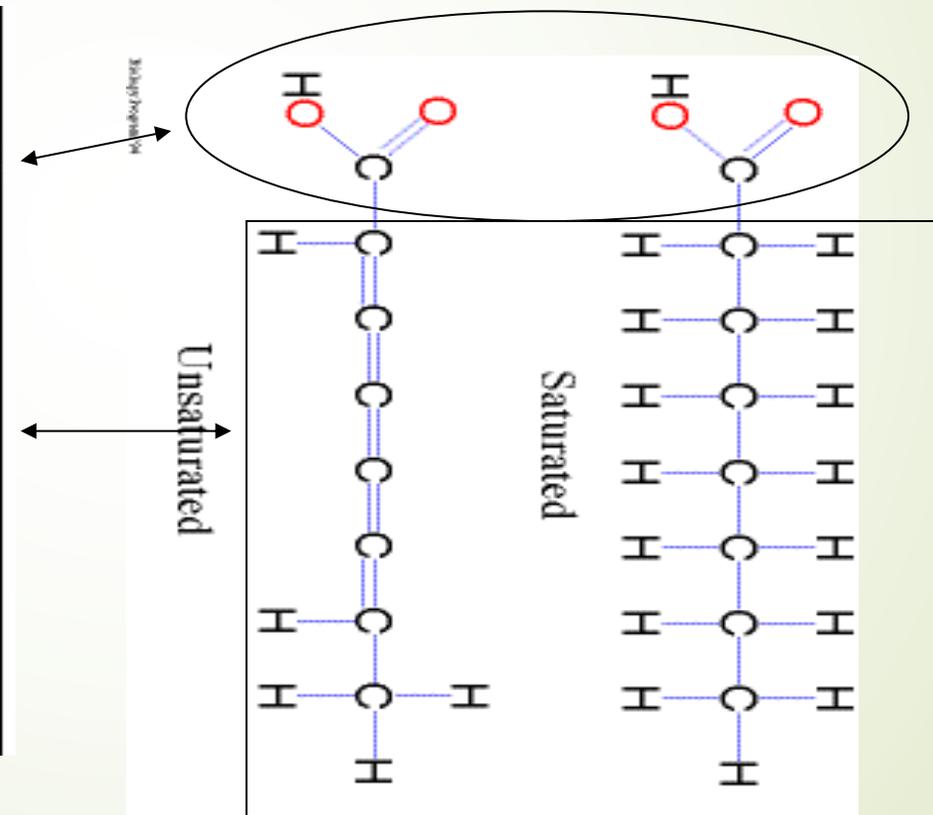
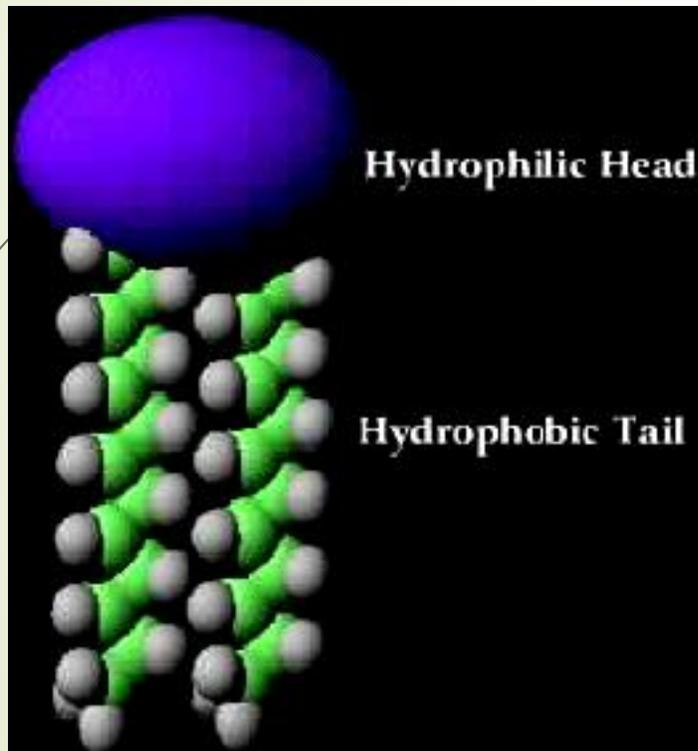
Asam lemak yang sering ditemui di alam pada umumnya mempunyai jumlah karbon genap

**Struktur umum asam lemak:**

**Kepala : hidrofilik**

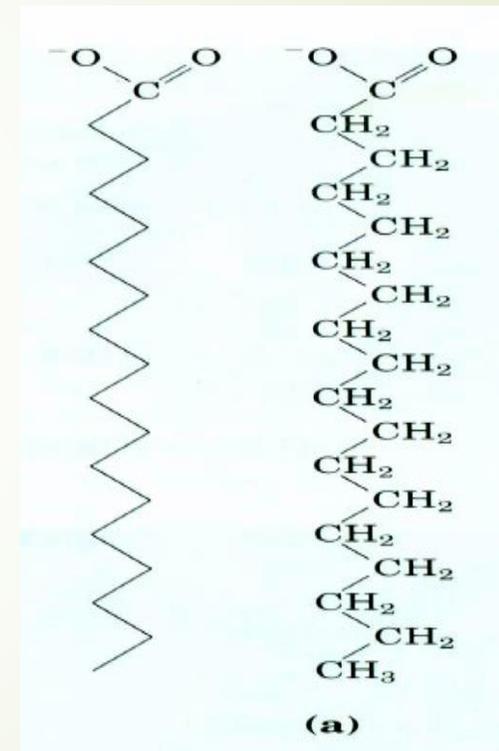
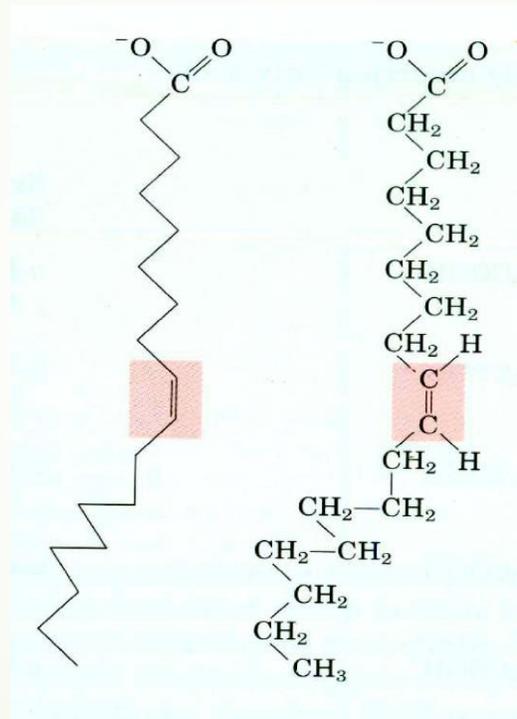
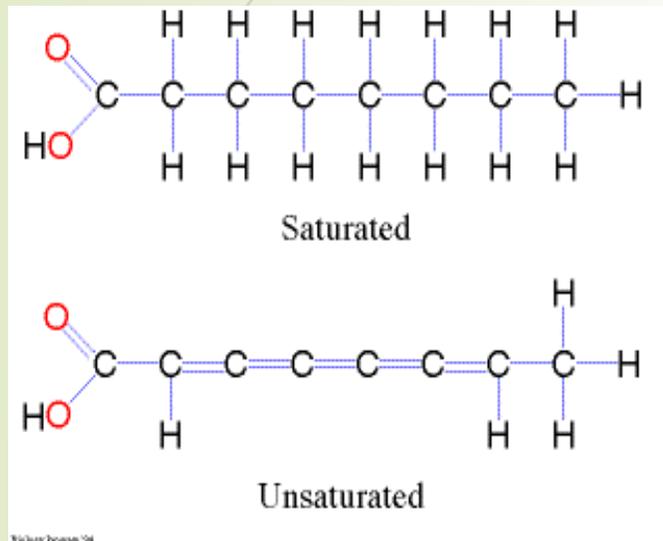
**Ekor : hidrofobik**

**Sehingga asam lemak dikatakan mempunyai sifat amfipatik**



Berdasarkan ikatannya, dapat digolongkan menjadi 2:

1. Asam lemak jenuh = tidak mempunyai ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya
2. Asam lemak tak jenuh = mempunyai ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya



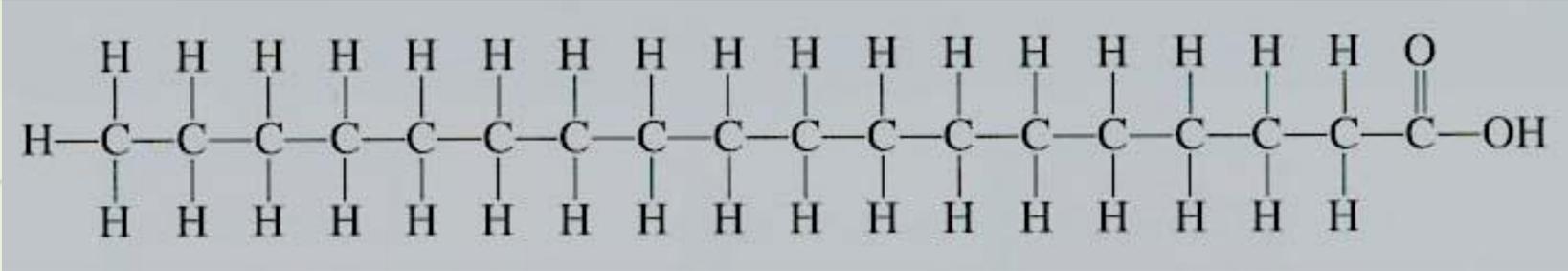
Ikatan rangkap yang sering ditemui di alam adalah : **cis** bukan trans.

Biasa terletak pd C 9, 12, 15, kcl arachidonat

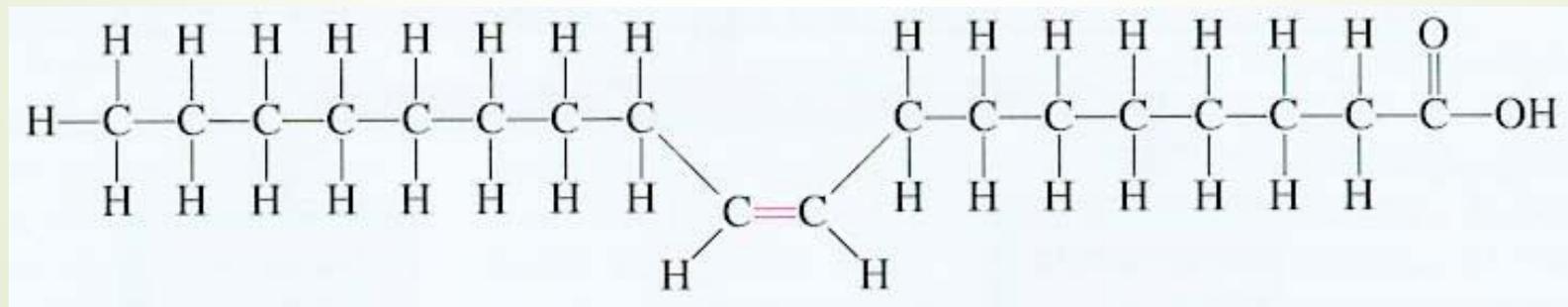
Tata nama :  $\Sigma$  C :  $\Sigma$  iktn rangkap  $\Delta$ letak ikatan rangkap

# I. Asam Lemak

Struktur dan sifat asam lemak :



Asam lemak jenuh



Asam lemak tak jenuh

## Asam Lemak Jenuh

| Nama          | Rumus              |
|---------------|--------------------|
| Asam butirat  | $C_3H_7COOH$       |
| Asam kaporat  | $C_{15}H_{31}COOH$ |
| Asam palmitat | $C_{16}H_{33}COOH$ |
| Asam stearat  | $C_{17}H_{35}COOH$ |

## Asam Lemak Tidak Jenuh

| Nama           | Rumus              |
|----------------|--------------------|
| Asam oleat     | $C_{17}H_{33}COOH$ |
| Asam linoleat  | $C_{17}H_{31}COOH$ |
| Asam linolenat | $C_{17}H_{29}COOH$ |



## Perbedaan Asam Lemak jenuh dengan asam lemak tak jenuh :

- Asam lemak **tak jenuh** memiliki titik **leleh lebih rendah** daripada asam lemak jenuh
- Asam **lemak jenuh** umumnya banyak ditemukan dalam **lemak hewan**
- **Asam lemak tak jenuh** umumnya banyak ditemukan dalam **minyak tanaman**



- **Sifat kimia asam lemak dan senyawa yang mengandung asam lemak ditentukan terutama oleh**

- **Panjang rantai hidrokarbon**
- **Derajat ketidak jenuhan dari rantai hidrokarbon**

- **Semakin panjang rantai asam lemak**
- **Semakin sedikit ikatan rangkap**

**Smkn  
rendah  
kelarutan  
nya di air**

# Peranan Asam Lemak

- Asam lemak merupakan unit penyusun lemak/minyak, **fosfolipid dan glikolipid**.
- Banyak protein dimodifikasi oleh ikatan kovalen asam lemak, yang **menempatkan protein-protein tersebut ke lokasi-lokasinya pada membran** .
- Asam lemak merupakan molekul **bahan bakar** bagi setiap makhluk hidup.
- Derivat asam lemak berperan sebagai **hormon** dan cakra intrasel.
- Bahan baku Biodiesel
- Bahan baku sabun

# Sifat Lemak/LIPID

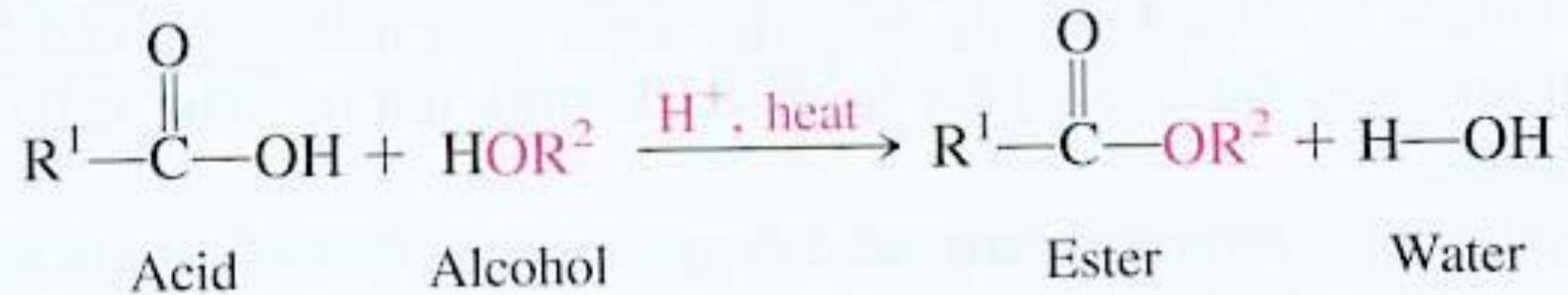
- Lemak hewan bersifat padat, tumbuhan bersifat cair.
- Proses hidrolisis lemak dapat menghasilkan asam lemak dan gliserol.
- Proses hidrolisis yang menggunakan basa menghasilkan sabun.
- Apabila dibiarkan lama di udara maka akan tercipta bau yang tidak enak.

## Fungsi Lemak

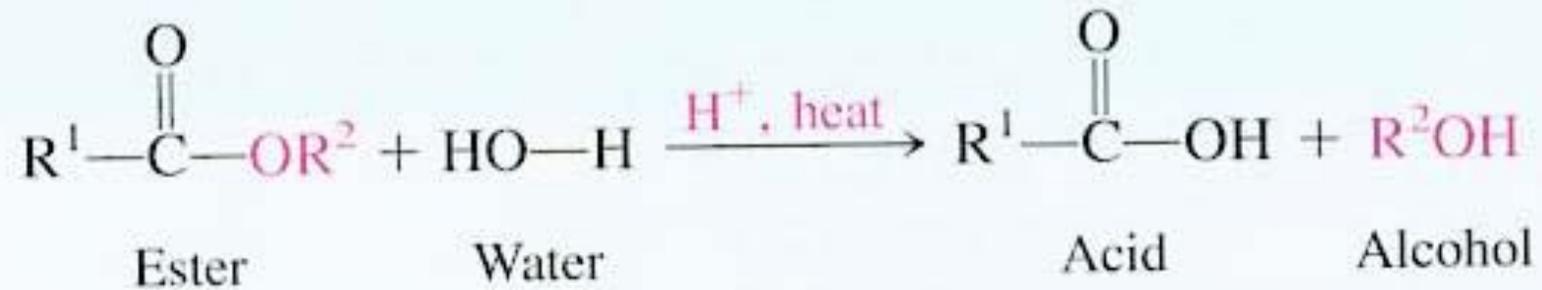
- Sebagai sumber energi.
- Bahan baku hormon.
- Membantu transport vitamin yang larut dalam lemak.
- Sebagai bahan insulasi terhadap suhu.
- Pelindung organ-organ tubuh bagian dalam.

## Reaksi Kimia yang melibatkan Asam Lemak/lemak

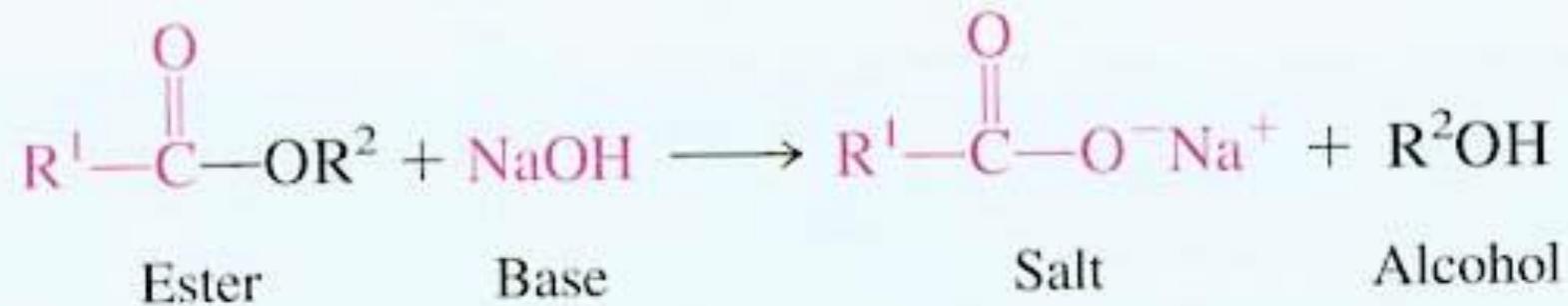
### 1. Esterifikasi



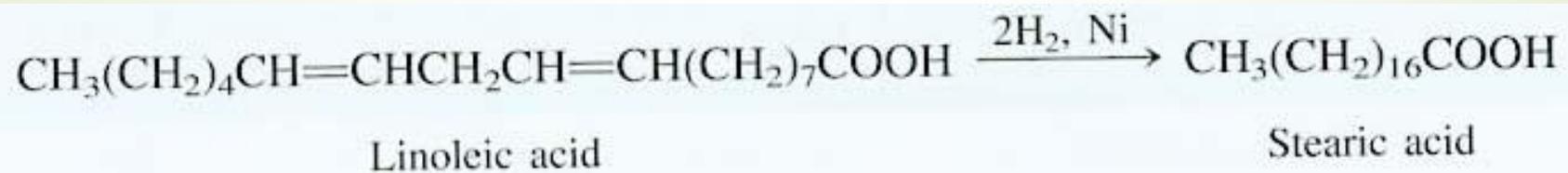
### 2. Hidrolisis



### 3. Saponifikasi



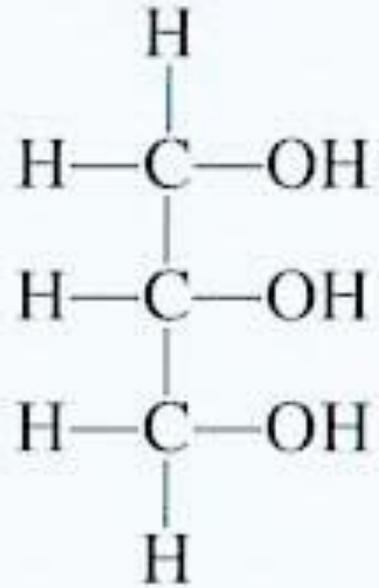
### 4. Reaksi pada ikatan kimia rangkap : hidrogenasi



## ANALISIS LEMAK

- **Angka penyabunan** : banyaknya **miligram KOH** yang dibutuhkan untuk menghidrolisis **1 gram lemak**. Besarnya angka penyabunan menunjukkan berat mol rata-rata dari lemak/minyak.
- **Angka lod** : **menunjukkan ketidakjenuhan** asam lemak.  
Angka lod → banyaknya gram iodin yang dapat bereaksi dengan 100 gram lemak.
- **Angka asam** : **banyaknya mg KOH yang dapat bereaksi dengan asam lemak bebas** yang terdapat dalam 1 gram lemak/minyak.

## II. GLISERIDA

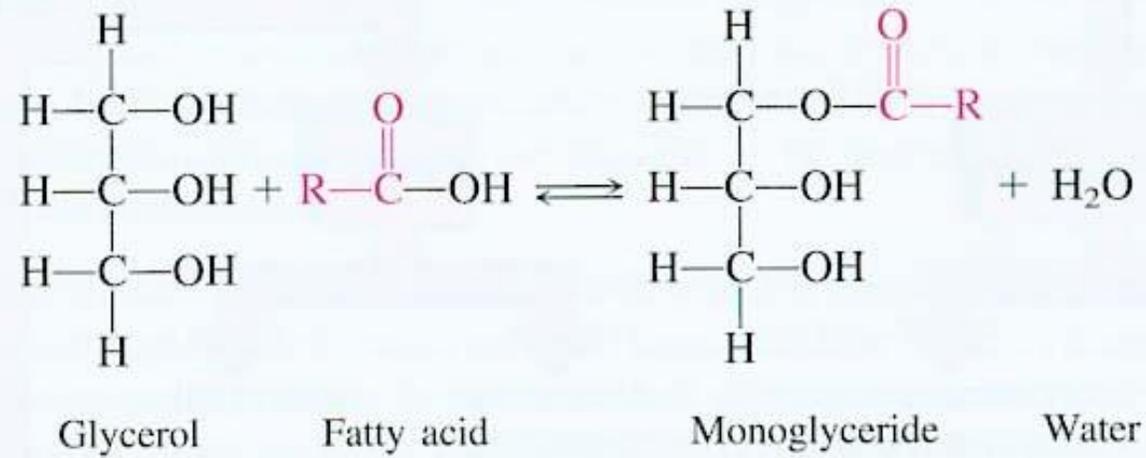


Glycerol

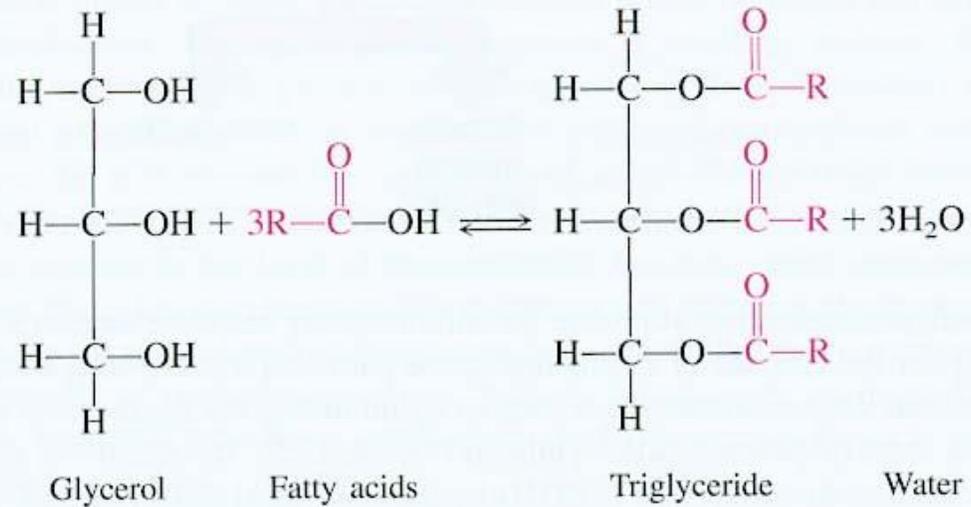
Alkohol

## Sintesis monogliserida

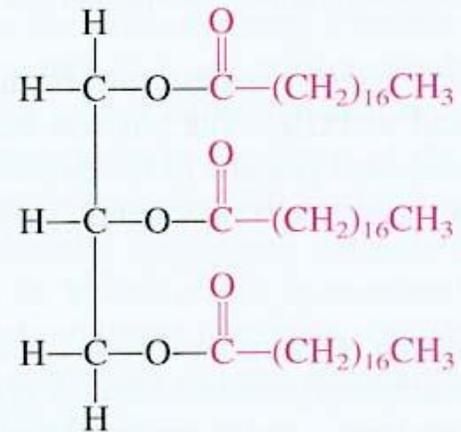
### Solution



## Pembentukan trigliserida



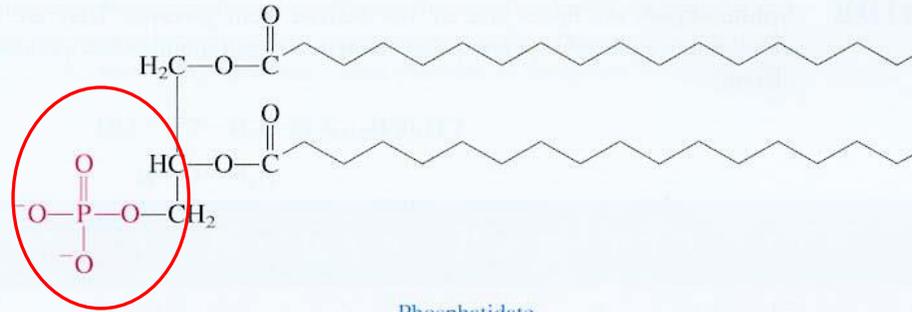
A common example of a triglyceride is glyceryl tristearate:



Glyceryl tristearate (tristearin)

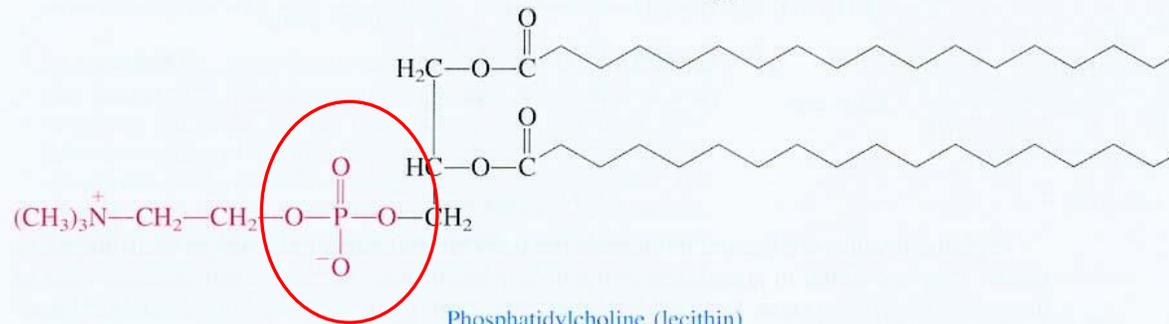
# Fosfoliserida

(cephalin).



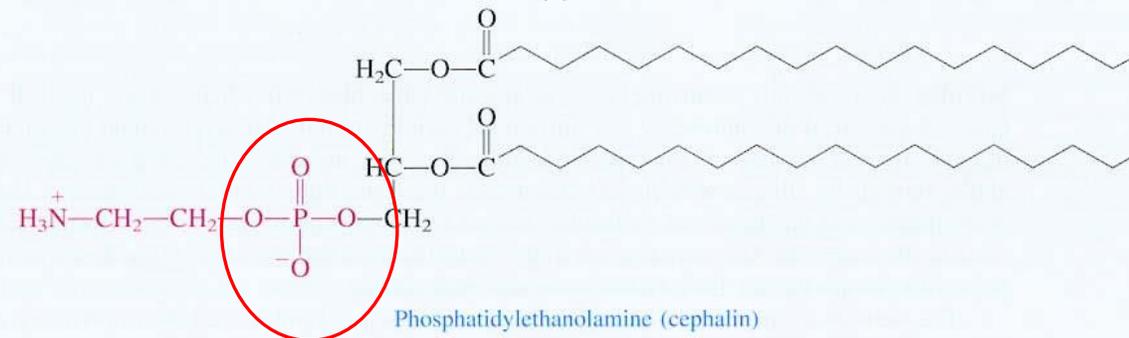
Phosphatidate

(a)



Phosphatidylcholine (lecithin)

(b)

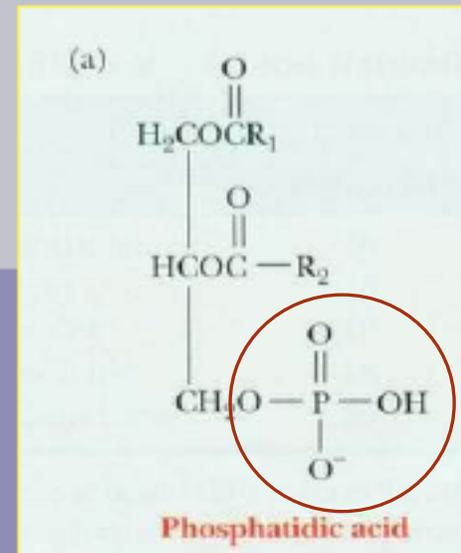


Phosphatidylethanolamine (cephalin)

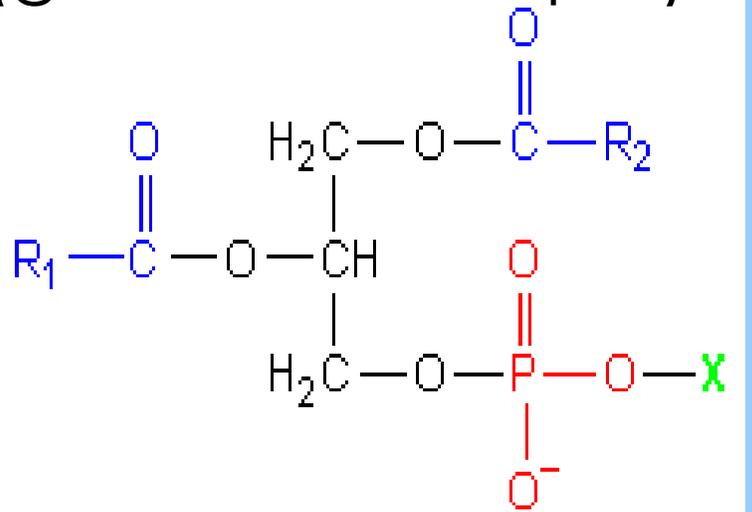
(c)

## Gliserofosfolipid / fosfogliserat

- Ketika salah satu dari gugus alkohol dr gliserol diesterifikasi oleh asam fosfat → **asam fosfatidat**
- asam fosfat mampu membentuk lebih dr 1 iktn ester shg mampu mengikat molekul alkohol lain → **fosfogliserat**



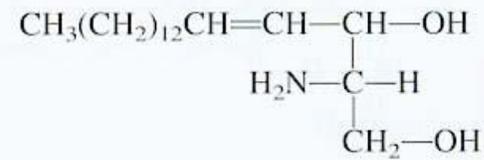
# Struktur dasar gliserofosfolipid (gliserol, fosfat, lipid)



glycerophospholipid

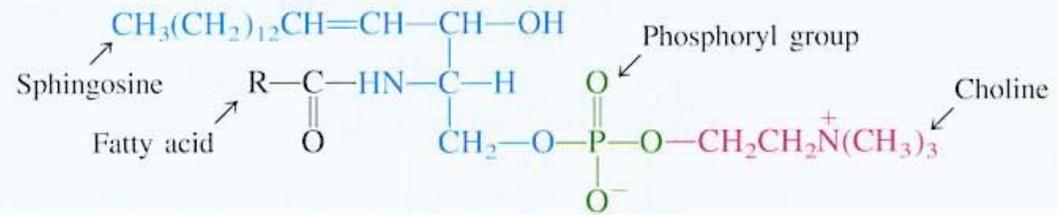
# III. LIPID NON GLISERIDA

## Sphingolipids



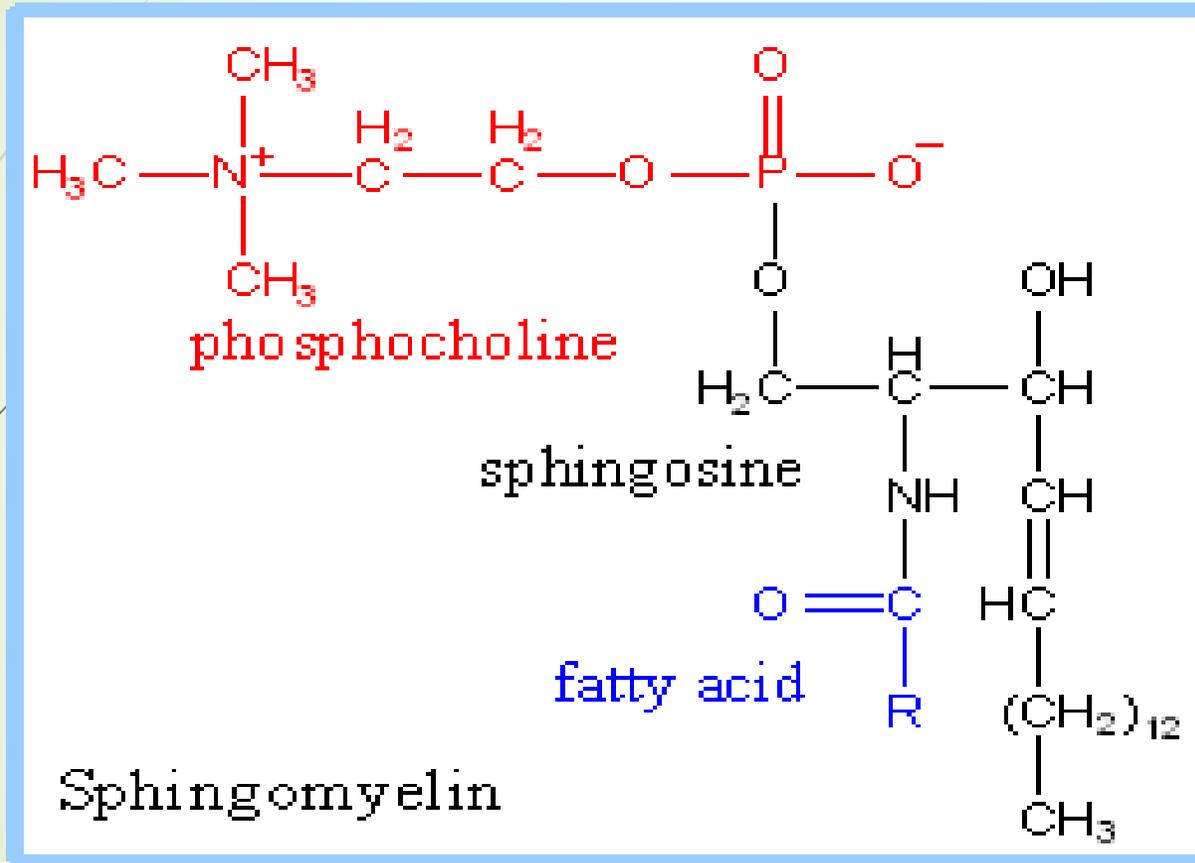
Sphingosine

The **sphingomyelins** are an important class of sphingolipids:



Sphingomyelin

## Contoh Sphingofosfolipid : sphingomyelin



# Spingolipid

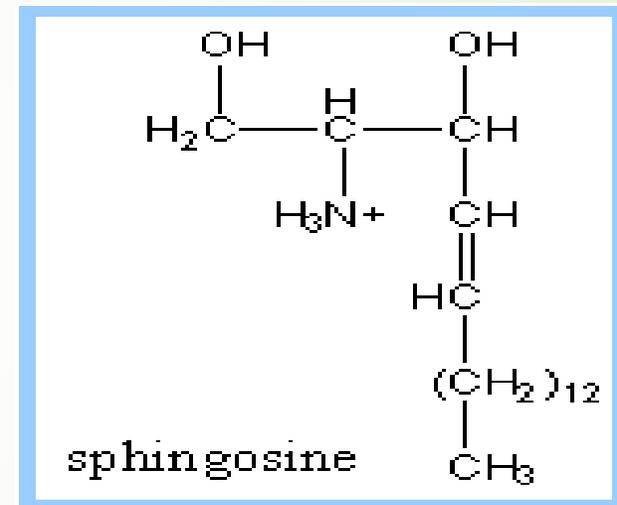
- Merupakan derivat spingosin
- Tidak mengandung gliserol
- Mengandung spingosine (amino alkohol berantai panjang)
- Ditemukan baik pd tumbuhan dan hewan
- Banyak ditemukan pd sistem saraf
- Yg paling sederhana = ceramids → 1 asam lemak terhubung dengan gugus amino dari spingosine dengan ikatan amida

Sphingofosfolipid → fosfolipid yang mengandung alkohol berupa sphingosin

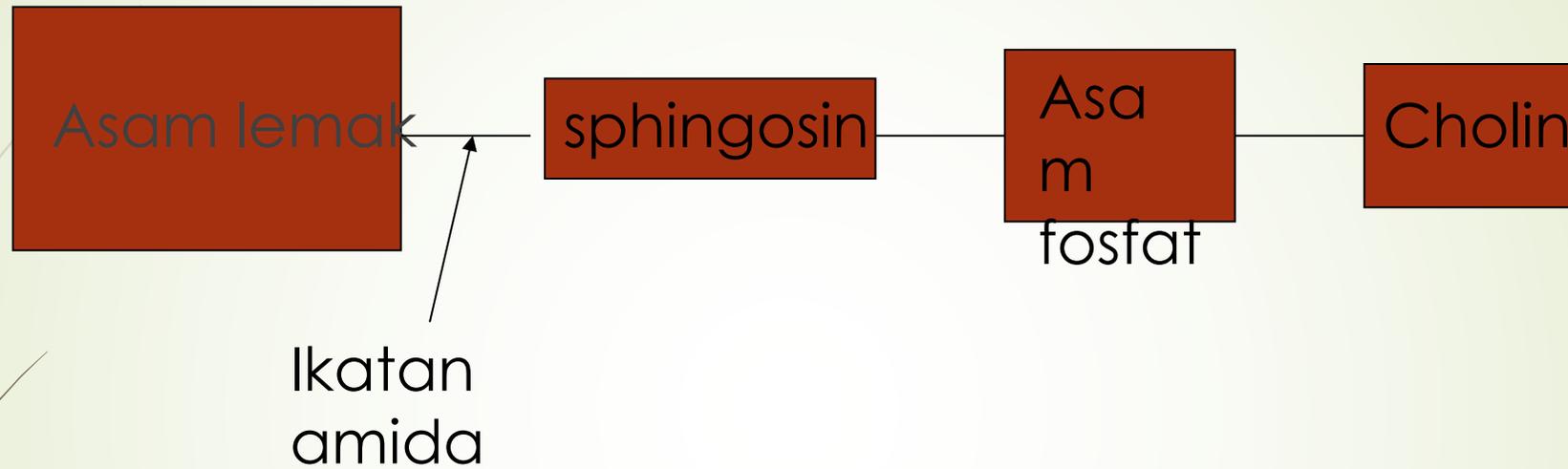
**Sphingofosfolipid terdiri dari :**

- Alkohol berupa sphingosin →
- Asam lemak
- Asam fosfat
- Cholin

Cholin : OH - CH<sub>2</sub>- CH<sub>2</sub> - N<sup>+</sup> - (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>



## Struktur Sphingofosfolipid

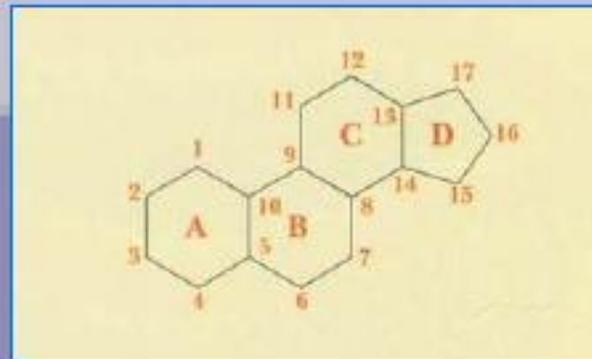


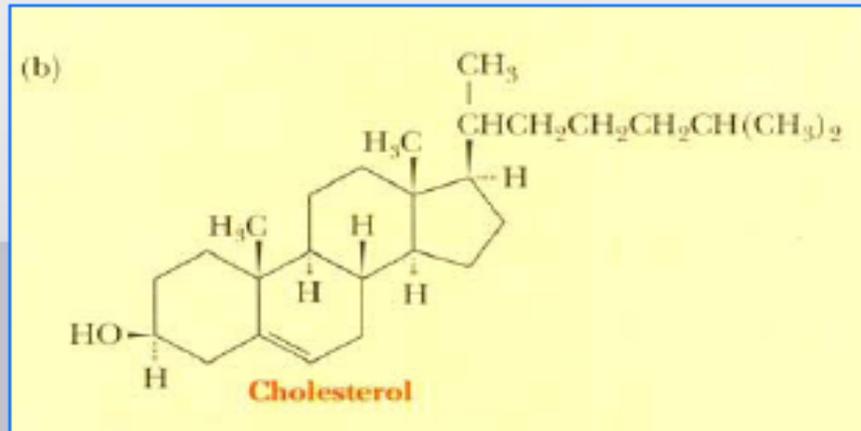
2. Glikolipid → terdiri dari : **molekul gula, alkohol**  
**berupa**

**gliserol/sphingosin dan asam lemak.**

# Steroid

- Terdiri dari 4 cincin hidrokarbon yang menyatu :
  - 3 cincin mempunyai 6 karbon
  - 1 cincin mempunyai 5 karbon





- Steroid / sterol utama pada hewan
- Gugus yg bsft hidrofilik → C3 (gugus hidroksil) → shg sangat hidrofobik
- Sebagai penyusun membran
- Prekursor steroid yang lain dan vit D<sub>3</sub>
- Dikenal mempunyai efek buruk utk kesehatan manusia

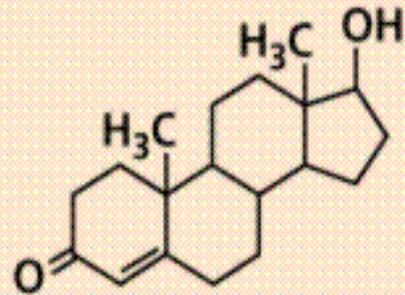


## Steroid

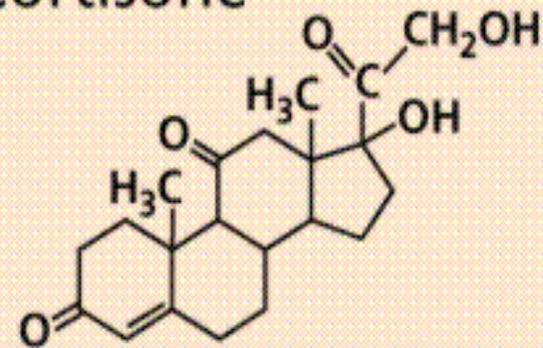
- Kegunaan :
  - 10% otak
  - 10 -15% sumsum tulang
  - Mencegah hilang air dan zat-zat terlarut dalam air
  - Tinggi dalam kuning telur
- Termasuk steroid : hormon sex, vitamin D dan hormon adrenal, kolesterol.

## Struktur steroid

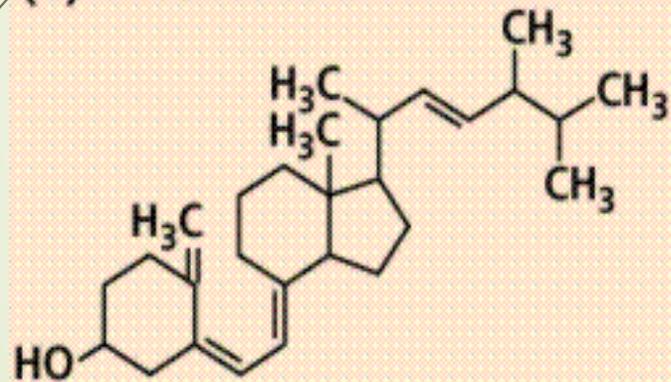
(a) Testosterone



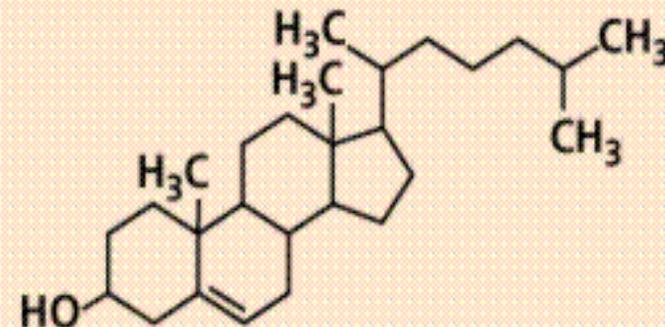
(b) Cortisone



(c) Vitamin D

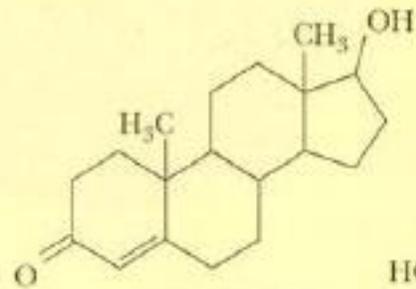


(d) Cholesterol

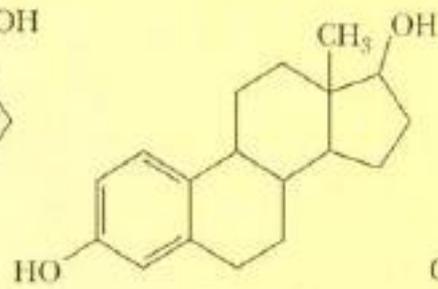


Steroid merupakan lemak yang tidak tersabunkan

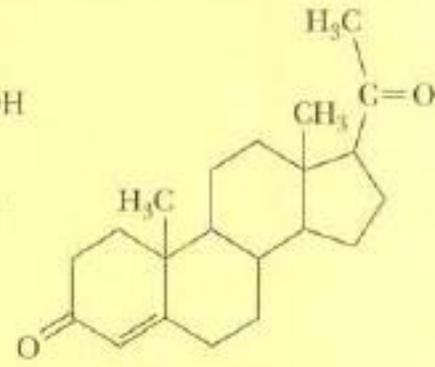
(c)



Testosterone



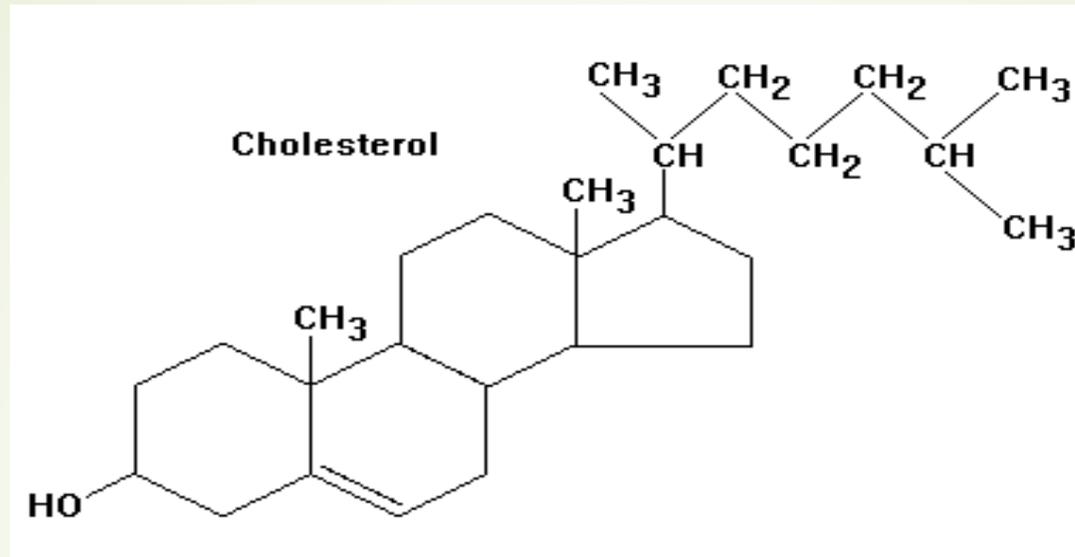
Estradiol



Progesterone

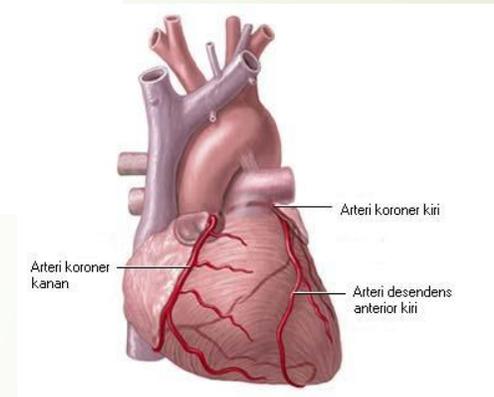
- Sebagai prekursor berbagai senyawa penting spt asam empedu, sex hormone dll

# KOLESTEROL



Struktur ini tersusun atas 4 cincin.

Kolesterol terdapat dalam darah, empedu, dan jaringan syaraf.



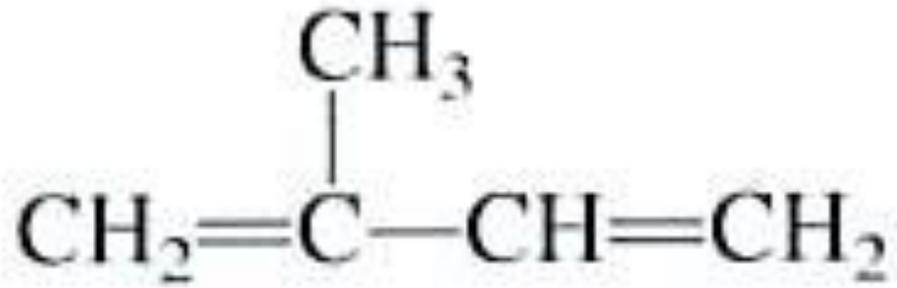


## Sifat Kolesterol

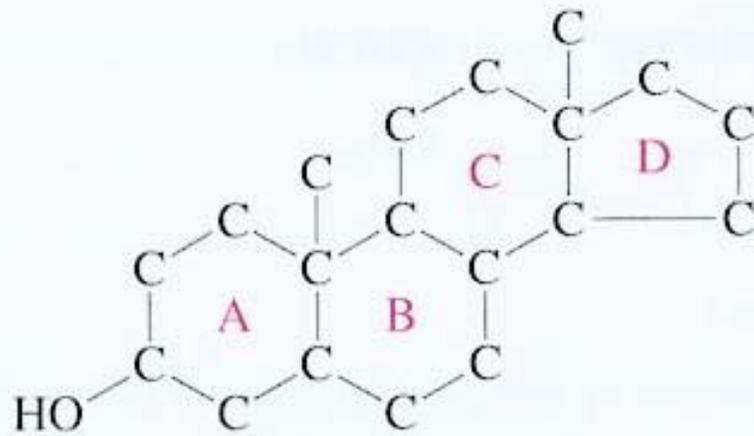
- Dapat **larut dalam pelarut lemak**.
- Dapat **mengkristal** apabila dalam konsentrasi yang tinggi.

## Fungsi Kolesterol

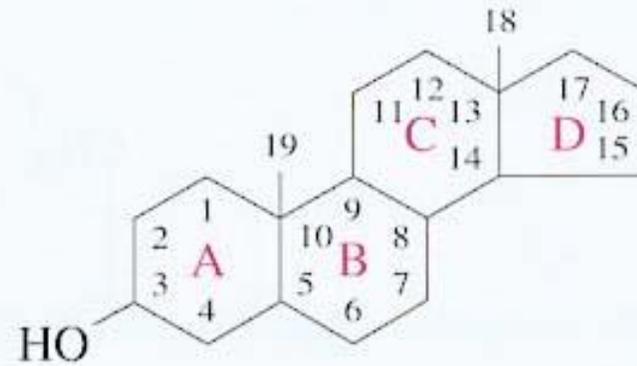
- Sebagai pembentuk **dinding sel**
- Membuat **hormon seks** (progesteron dan estrogen)
- Hormon **korteks adrenal** (penting pada metabolisme dan keseimbangan garam dalam tubuh)
- **Vitamin D** (untuk menyerap kalsium dalam tubuh),
- Membuat **Garam empedu** (membantu usus menyerap lemak).



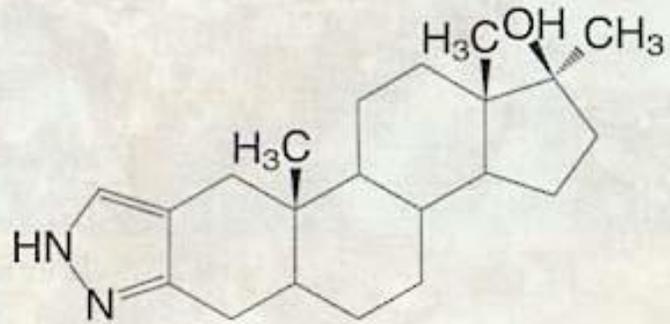
Isoprene



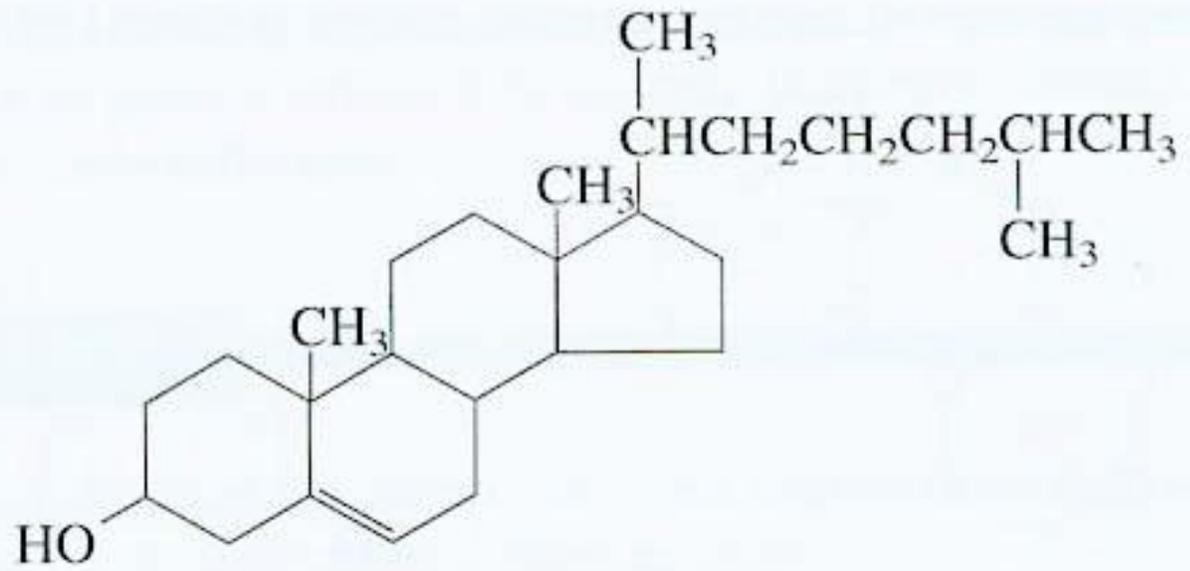
Carbon skeleton of the steroid nucleus



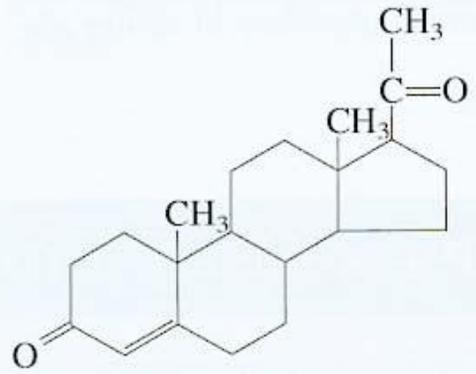
Steroid nucleus



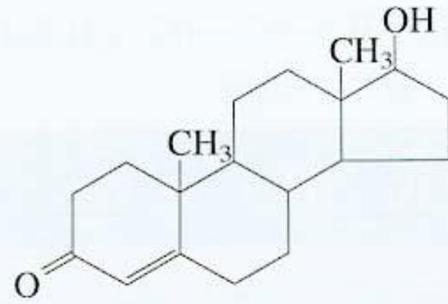
Stanozolol



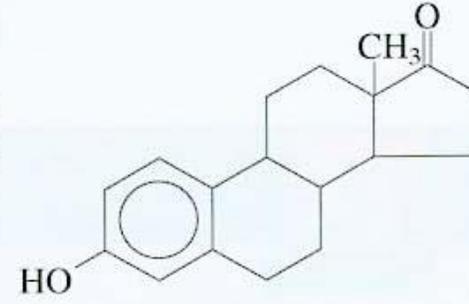
Cholesterol



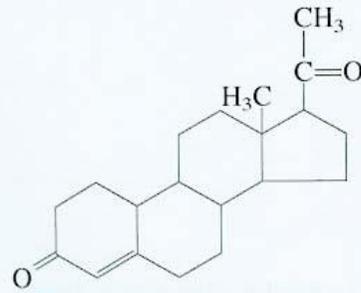
Progesterone



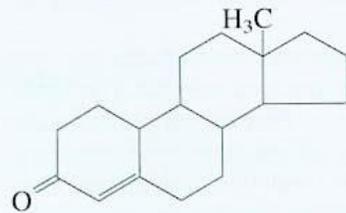
Testosterone



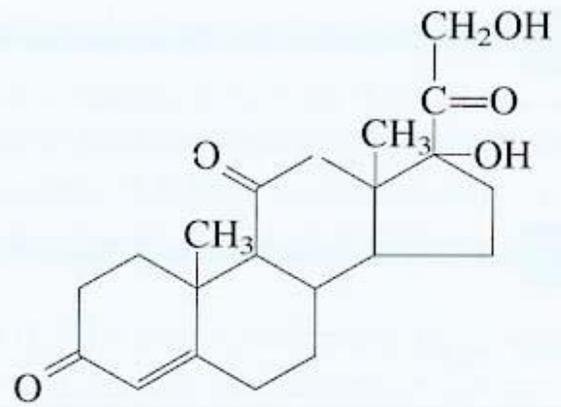
Estrone



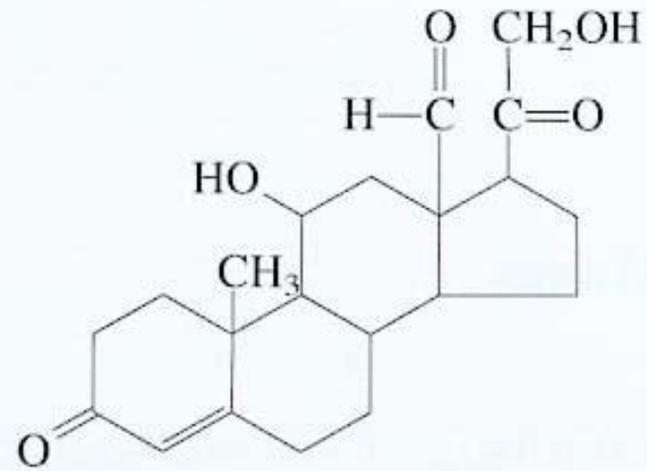
19-Norprogesterone



Norlutin

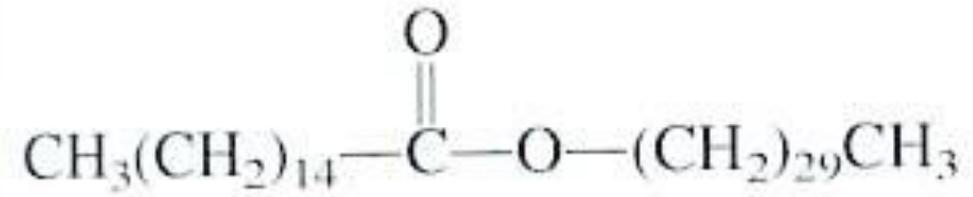


Cortisone

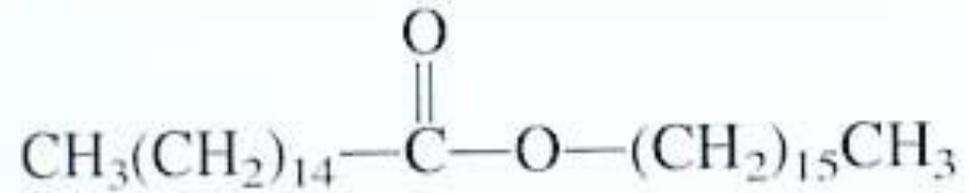


Aldosterone

## Lilin

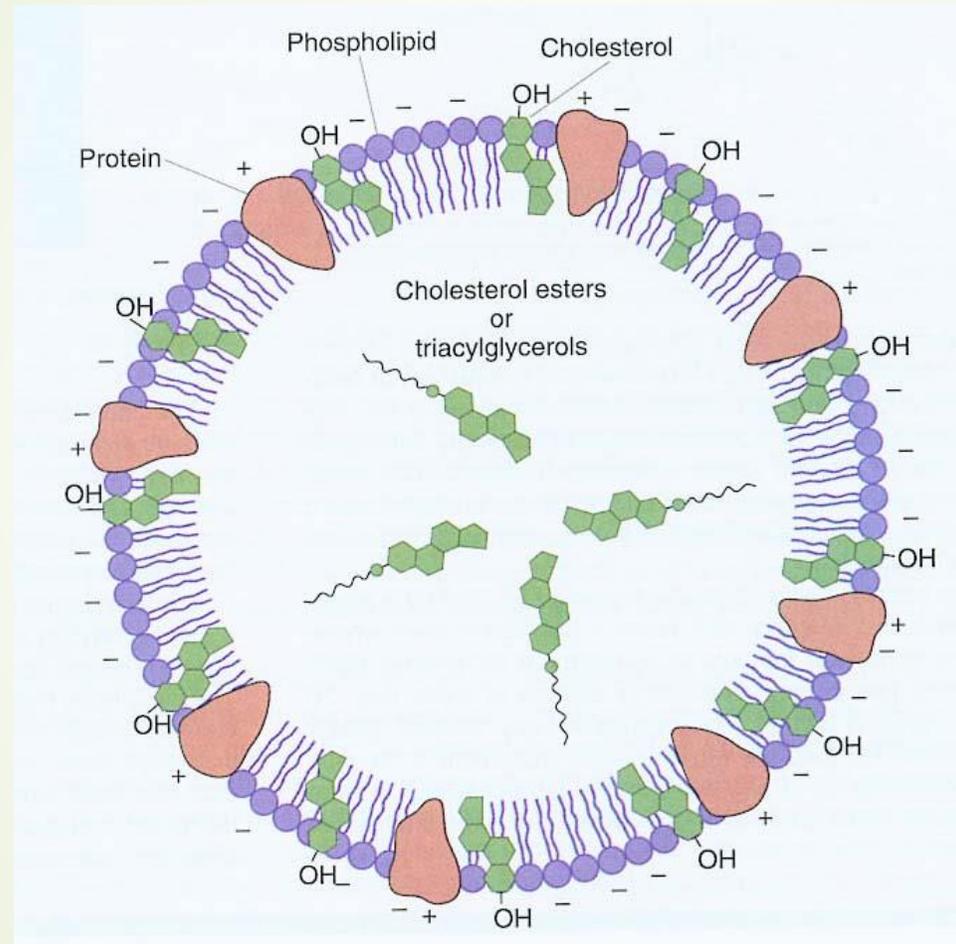


Myricyl palmitate  
(beeswax)



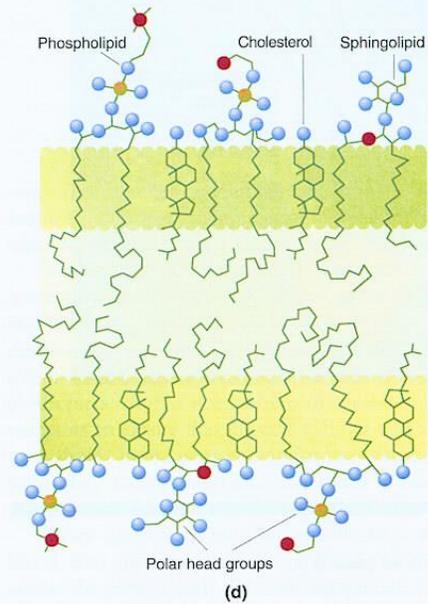
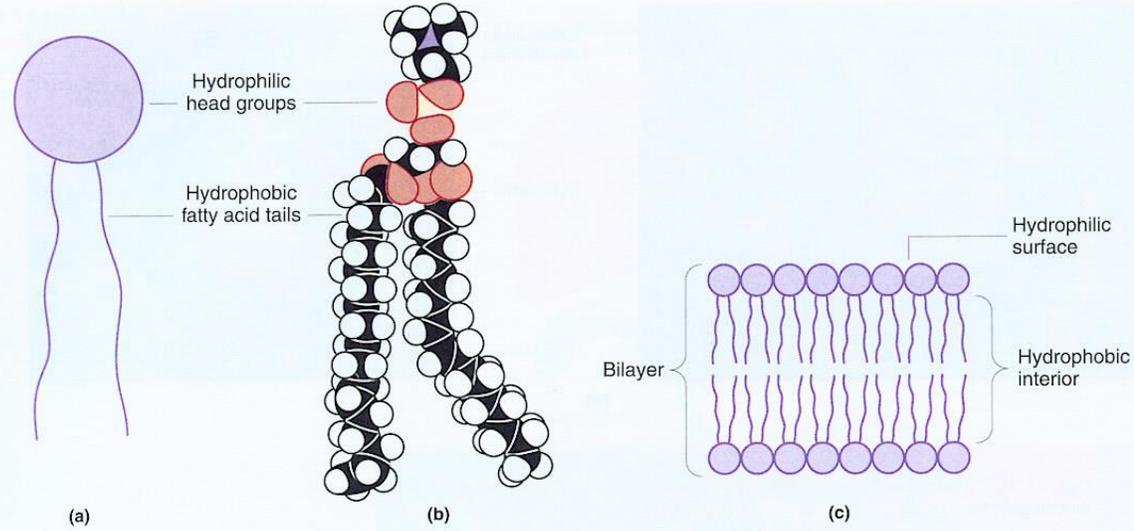
Cetyl palmitate  
(whale oil)

## IV. LIPID KOMPLEKS



Gambar. Struktur plasma lipoprotein

# Struktur membran biologis



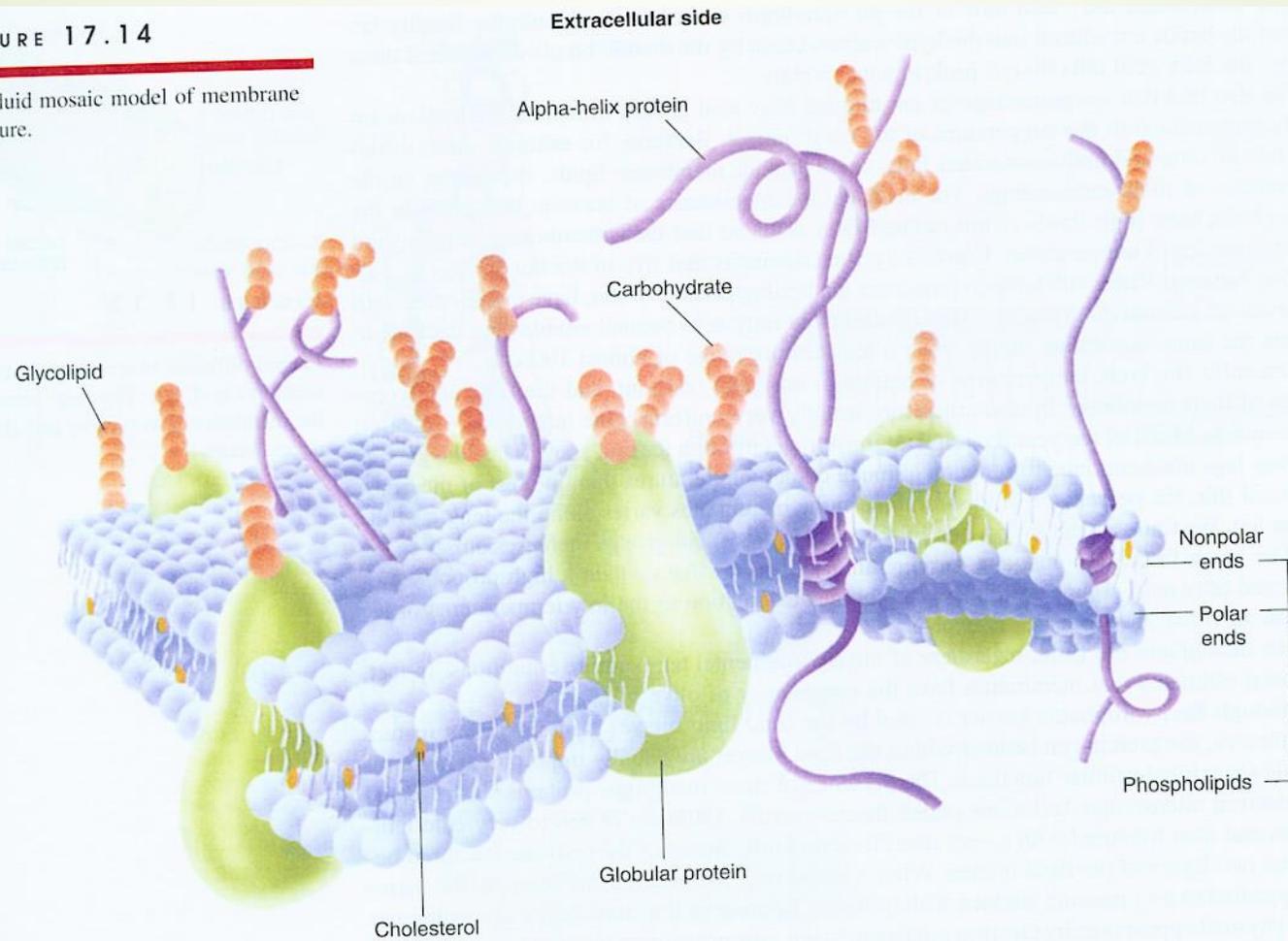
**FIGURE 17.12**

(a) Cartoon drawing of a phospholipid. (b) Space-filling model of a phospholipid. (c) Cartoon of a phospholipid bilayer membrane. (d) Line formula representation of a bilayer membrane composed of phospholipids, cholesterol, and sphingolipids.

# Model mosaik struktur membran

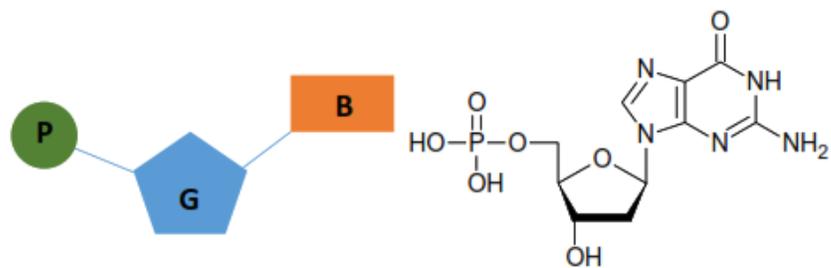
FIGURE 17.14

The fluid mosaic model of membrane structure.



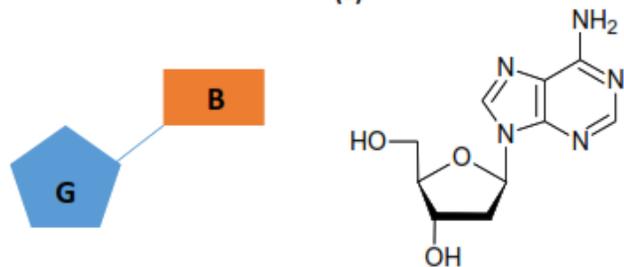
# ASAM NUKLEAT

- Asam nukleat adalah senyawa organik kompleks yang ditemukan di semua organisme hidup. Merupakan makromolekul yang tersusun dari **polimer nukleotida**. Bahan penyusun dari organisme hidup.



P: gugus fosforik; G: Gula Pentosa; B: Basa Nitrogen Heterosiklik

(a)



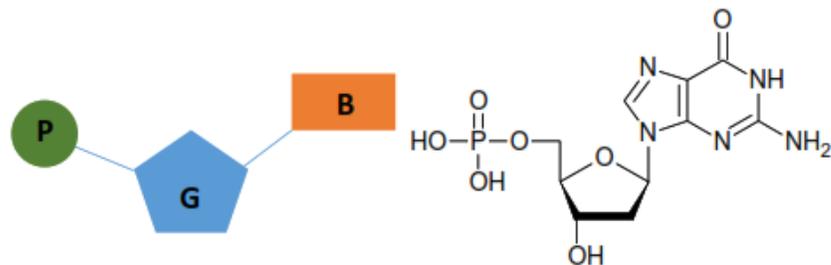
PG: Gula Pentosa; B: Basa Nitrogen Heterosiklik

(b)

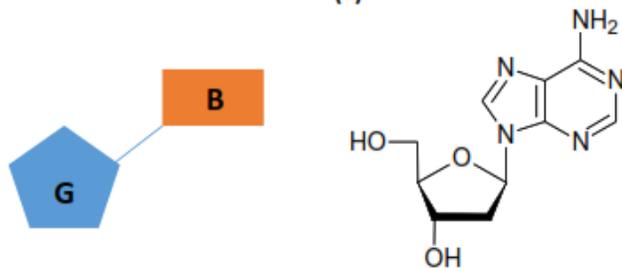
Gambar 3.1 Struktur (a) Nukleotida; (b) Nukleosida

# Struktur Asam Nukleat

- Asam nukleat adalah **makromolekul** yang terdapat sebagai polimer yang disebut **polinukleotida**.
- Setiap polinukleotida terdiri atas monomer-monomer yang disebut **nukleotida**.
- Nukleotida tersusun dari **basa nitrogen, gula pentosa, dan gugus fosfat**. Sedangkan Nukleotida **tanpa gugus fosfat** disebut **nukleosida**.



(a)



(b)

Gambar 3.1 Struktur (a) Nukleotida; (b) Nukleosida

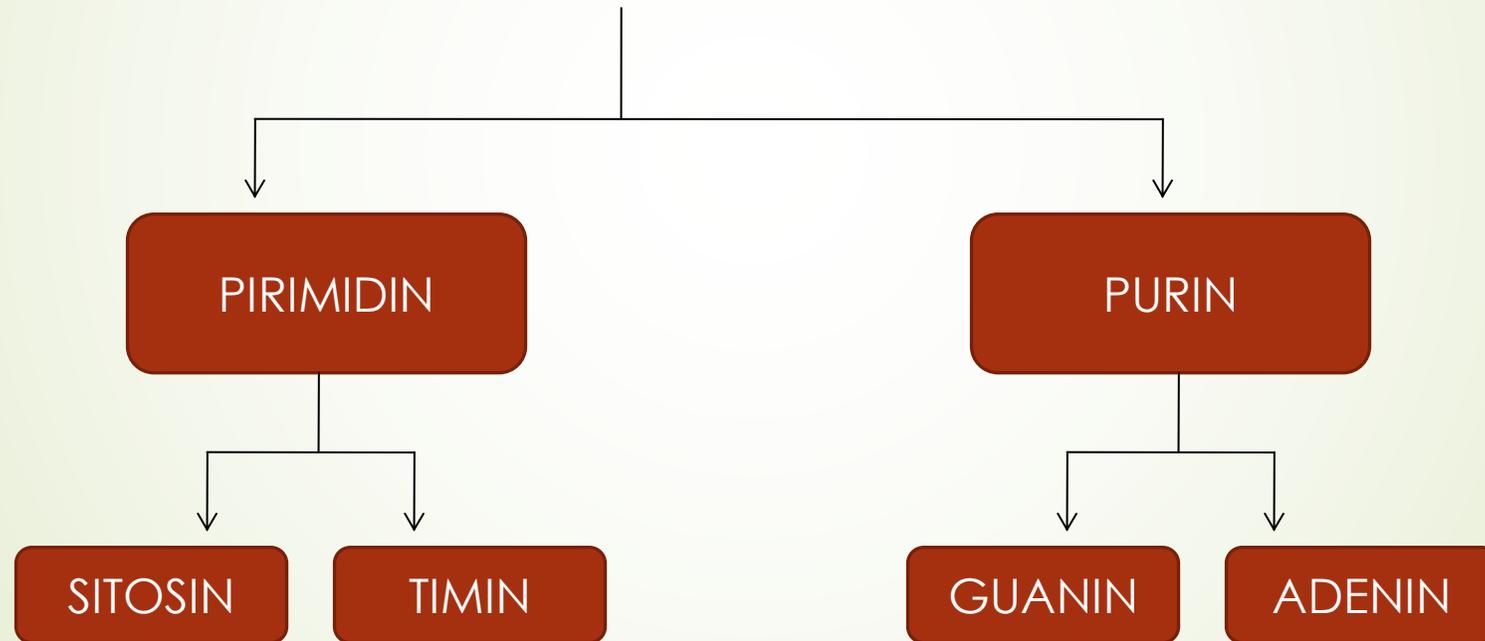
- Ada dua jenis utama asam nukleat: **asam deoksiribonukleat** juga dikenal sebagai **DNA**, dan **asam ribonukleat** juga dikenal sebagai **RNA**.

- 
- **DNA** atau Deoxyribonucleic Acid adalah **asam nukleat yang berperan sebagai materi genetik** dalam tubuh organisme. DNA berbentuk **rantai ganda heliks** dan tersusun dari **satu gula deoksiribosa, satu gugus fosfat dan basa nitrogen Adenin, Guanin, Timin, dan Sitosin.**
  - **RNA** atau Ribonucleic Acid adalah asam nukleat yang juga berperan sebagai **materi genetik yang ditranskripsikan** dari DNA. RNA berbentuk rantai tunggal dan tersusun dari **satu gula ribosa, satu gugus fosfat dan basa nitrogen Adenin, Guanin, Urasil dan Sitosin.**
  - **ATP** atau **Adenosin Triphosphate** adalah asam nukleat yang berperan sebagai **koenzim**. Koenzim akan bekerjasama dengan enzim untuk melakukan sebuah fungsi. ATP tersusun dari tiga gugus fosfat, satu gula pentosa, dan satu basa nitrogen adenin. ATP dapat terhidrolisis menjadi ADP atau Adenosin Diphosphate melalui hidrolisis.
  - Sedangkan **koenzim lainnya adalah NAD atau disebut Nicotinamide-adenine Dinucleotide** yang terdiri dari dua nukleotida yang dihubungkan dengan dua gugus fosfat dan mengandung basa nitrogen adenin dan yang lain adalah nikotinamida. NAD dapat berubah menjadi NADH. Jika NAD berfungsi sebagai oksidator, maka NADH berfungsi sebagai reduktor

# STRUKTUR ASAM NUKLEAT

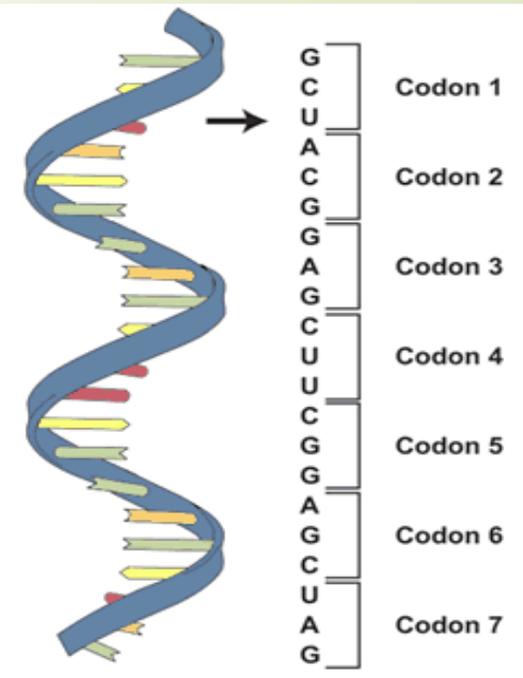
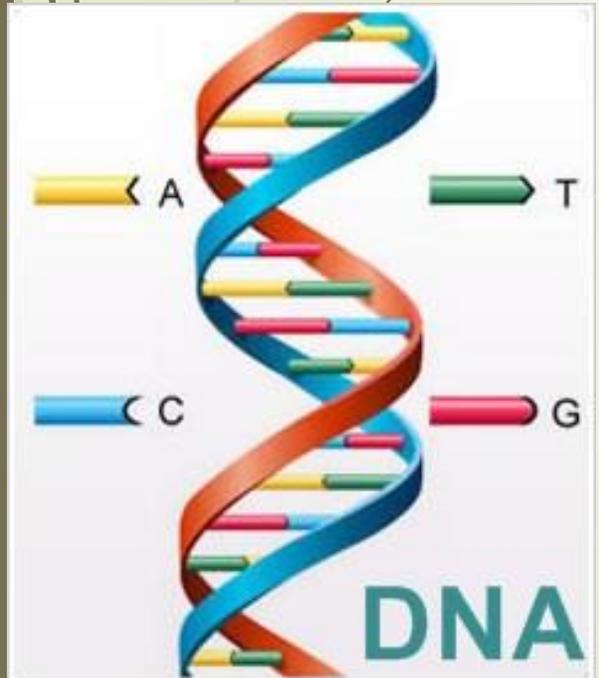
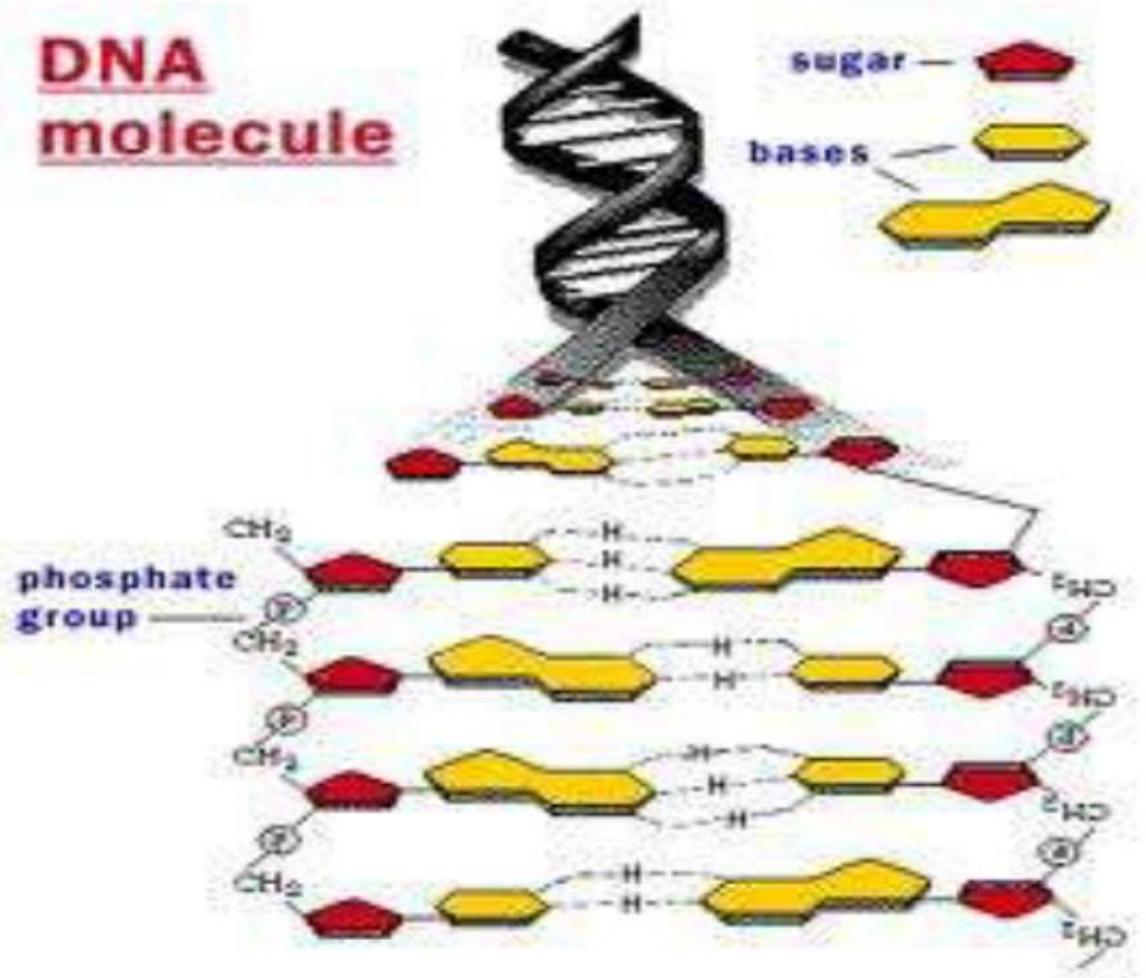
## 1. Struktur DNA

- **1. Gugus gula deoksiribosa**
- **2. basa nitrogen**



- **3. Pospat**

# DNA molecule



## 2. Struktur RNA

### ➤ 1. Basa Nitrogen



### ➤ 2. Gula Ribosa

### ➤ 3. Phospat



| No. | DNA   | RNA   |
|-----|---|---|
| 1.  | Rantainya panjang   | Rantainya pendek  |
| 2.  | 2 rantai terpilin   | Rantai tunggal  |
| 3.  | Gula dioxyribosa  | Gula ribosa   |
| 4.  | 1 macam   | 3 macam (RNAm, RNAr, RNAt)  |
| 5.  | Basa nitrogen:<br>Purin: Guanin , Adenin<br>Pirimidin: <b>Timin</b> , Sitosin | Basa nitrogen:<br>Purin: Guanin, Adenin<br>Pirimidin: <b>Urasil</b> , Sitosin |
| 6.  | Lokasi hanya ada pada nukleus   | Lokasi ada pada nukleus dan <b>sitoplasma</b>                                 |

- 
- **Struktur asam nukleat DNA dan RNA adalah mirip.** Struktur ini dibagi menjadi empat tingkatan yang berbeda, primer, sekunder, tersier dan kuarterner.



# Struktur primer

- ▶ Struktur primer asam nukleat merupakan **urutan linear nukleotida**, yang dihubungkan satu sama lain dengan sambungan fosfodiester.
- ▶ Nukleotida terdiri dari tiga komponen – basa nitrogen, gula 5-karbon dan gugus fosfat.
- ▶ Basa nitrogen adalah purin (adenin, guanin) dan pirimidin sitosin, timin/urasil.
- ▶ Gula 5 karbon adalah deoksiribosa untuk DNA dan gula ribosa pada RNA.

# Struktur Sekunder

- ▶ Struktur sekunder adalah interaksi antara basa. Struktur ini menunjukkan bagian mana **helai terikat satu sama lain**. Kedua untai DNA dalam double heliks DNA terikat satu sama lain dengan batas hidrogen. Nukleotida pada pasangan basa satu untai dengan nukleotida untai lainnya. Struktur sekunder DNA didominasi pasangan basa dua helai polinukleotida membentuk double heliks.

# Struktur tersier

- Struktur Kuarter adalah tingkat yang lebih tinggi dari organisasi asam nukleat. Struktur ini mengacu pada interaksi asam **nukleat dengan molekul lain**. Organisasi yang paling sering terlihat adalah bentuk kromatin yang menunjukkan interaksi dengan protein histon kecil.

## Struktur Kuarter

- Struktur tersier adalah bentuk **tiga dimensi di mana seluruh rantai dilipat**. Pengaturan struktur tersier berbeda dalam empat bentuk struktural:
- Tangan Kiri atau kanan
- Panjang pergantian heliks.
- Jumlah pasangan basa per giliran.
- Perbedaan ukuran antara utama dan alur kecil.

# Fungsi Asam Nukleat

- Asam nukleat memiliki fungsi utama dalam tubuh yaitu sebagai **materi genetik** dan juga koenzim.
- Untuk menggunakan informasi genetik untuk mengarahkan **sintesis protein baru**.
- **Asam deoksiribonukleat adalah penyimpanan** untuk tempat untuk informasi genetik dalam sel.
- DNA mengontrol **sintesis RNA** di dalam sel.
- Informasi genetik yang ditransmisikan dari DNA ke pembentukan protein dalam sel.
- **RNA juga mengarahkan produksi protein baru** dengan mengirimkan informasi genetik pada struktur bangunan protein.
- **Fungsi dari urutan basa nitrogen dalam tulang punggung DNA** menentukan protein yang disintesis.
- **Fungsi dari heliks ganda DNA adalah bahwa tidak ada gangguan terjadi pada informasi genetik jika hilang atau rusak.**
- RNA mengarahkan **sintesis protein**.
- m-RNA mengambil pesan genetik dari **RNA**.
- transfer t-RNA **mengaktifkan asam amino**, ke tempat sintesis protein.
- **r-RNA sebagian besar hadir dalam ribosom**, dan bertanggung jawab atas stabilitas m-RNA.



SELAMAT BELAJAR

# REAKSI SAKARIDA/KARBOHIDRAT, ASAM AMINO, DAN PROTEIN

---

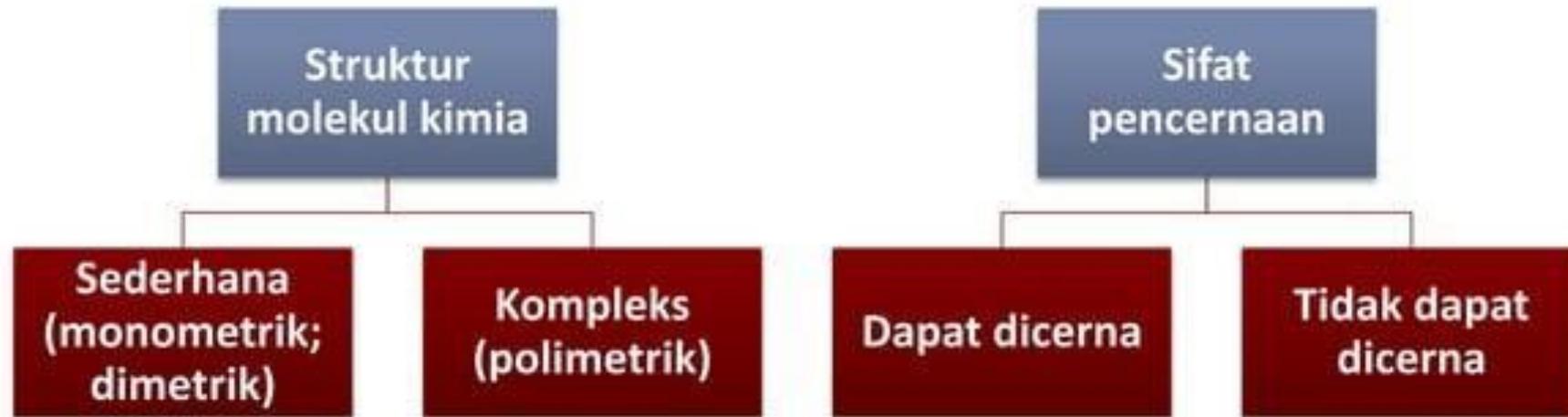


# KARBOHIDRAT

---

Karbohidrat adalah salah satu jenis nutrisi penting yang dibutuhkan tubuh untuk menghasilkan energi. Karbohidrat terdiri dari atom **karbon, hidrogen, dan oksigen**, dan merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Karbohidrat terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu **karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks**.

# KLASIFIKASI KARBOHIDRAT



# Gula

```
graph TD; Gula --> GulaTunggal["Gula tunggal  
(single sugar)"]; Gula --> GulaGanda["Gula ganda  
(double sugar)"]; GulaTunggal --> Monosakarida["Monosakarida;  
disakarida"]; GulaGanda --> Polisakarida["Polisakarida"]; Polisakarida --> Pati["Pati  
(starches)"]; Polisakarida --> Serat["Serat  
(fibers)"];
```

Gula tunggal  
(*single sugar*)

Gula ganda  
(*double sugar*)

Monosakarida;  
disakarida

Polisakarida

Pati  
(*starches*)

Serat  
(*fibers*)

## Monosakarida

- Tidak dapat dihidrolisis dalam bentuk yang lebih sederhana lagi

## disakarida

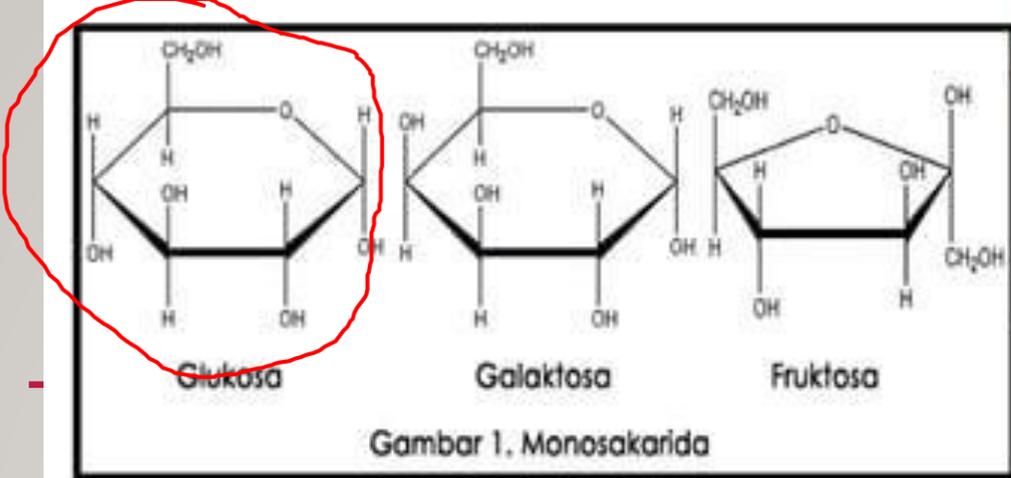
- Dapat dihidrolisis dan menghasilkan 2 molekul monosakarida

## Oligosakarida

- Dihidrolisis menghasilkan 3 s/d 9 monosakarida

## Polisakarida

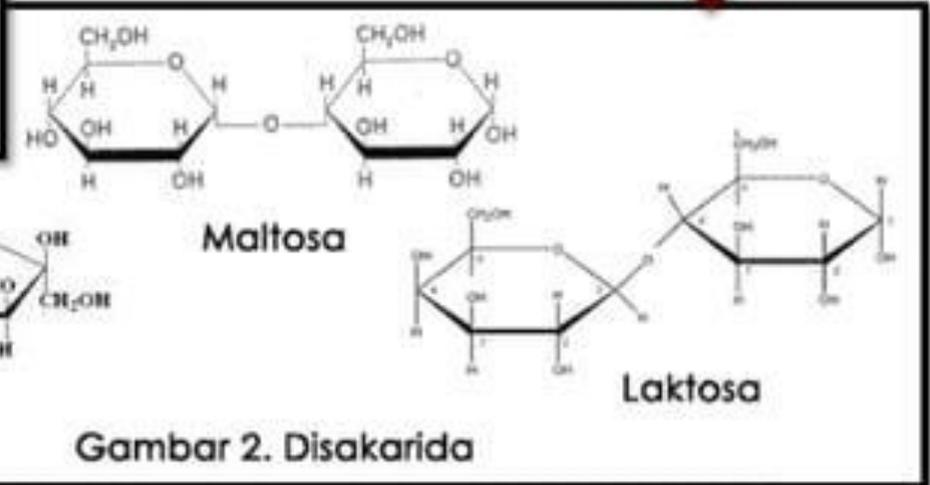
- Menghasilkan >10 unit s/d 10.000 unit atau lebih



Gambar 1. Monosakarida

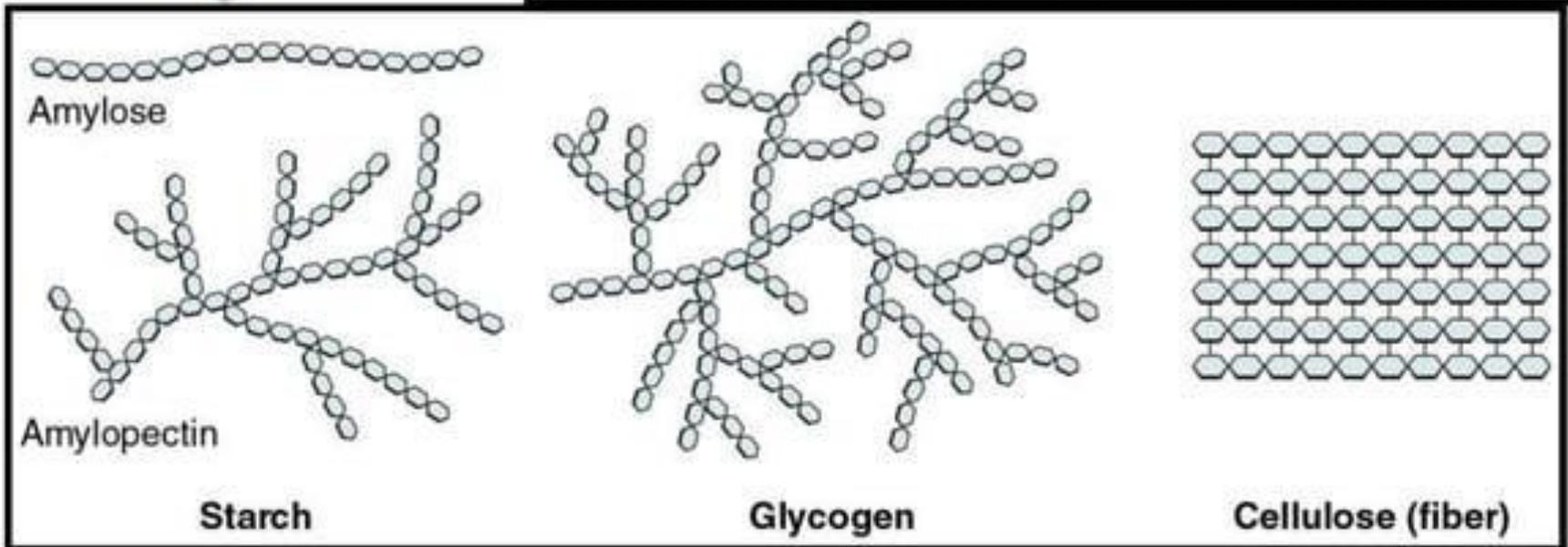
← monosakarida

disakarida  
↓



Gambar 2. Disakarida

polisakarida  
↓



# Monosakarida (I)

## Glukosa



- Gula yang terpenting utk metabolisme tubuh
- Dari hidrolisis karbohidrat kompleks
- Dalam sel menghasilkan energi
- Disimpan dalam hati dan otot sbg glikogen
- Sumber: buah-buahan dan madu

## fruktosa



- Gula termanis dibandingkan yg lain
- Dikenal sbg gula asal buah-buahan "livolosa"
- Sumber: gula tebu yg dibuat dgn teknologi

# Monosakarida (II)

## Galaktosa



- Gula khusus yg tdk terdapat dalam bentuk bebas di alam
- Terdapat pada bahan hewani: air susu dgn cara hidrolisis dlm proses pencernaan

## Manitol dan sorbitol



- Merupakan alkohol heksahidrik
- Turunan glukosa dan mannososa
- Taraf kemanisan sama dgn glukosa
- Nilai kalori sama dgn glukosa
- Terdapat pada: buah-buahan dan produk diet

# Disakarida



## SUKROSA

- Terdapat dalam sari tebu, beet root, molases, sorgum.
- Dalam usus halus, sukrosa dihidrolisis menjadi fruktosa dan glukosa



## MALTOSA

- Tidak terdapat dlm bentuk bebas di alam
- Dikenal dgn gula malt/gula biji, krn merupakan produk pencernaan pati dgn bantuan enzim diastase (enzim dari kecambah)
- Dlm usus maltosa dipecah menjadi 2 molekul glukosa



## LAKTOSA

- Gula utama yg tidak terdapat dlm tanaman
- Dijumpai pada susu sapi (4-6%) laktosa, dan ASI (5-8%) laktosa
- Dlm usus dipecah menjadi glukosa dan galaktosa

# Polisakarida I



## PATI

- Karbohidrat dlm tanaman terdapat 2 bentuk (amilosa;amilopektin) kandungan kalori 4kkal/gram
- Terdapat dlm biji-bijian, akar, sayuran, buah-buahan blm matang



## DEKSTRIN

- Hasil pencernaan pati → menjadi maltosa → glukosa; memiliki sifat mudah larut dan manis daripada pati biasa
- Produknya hasil degradasi pati seperti sirup jagung



## GLIKOGEN

- Dikenal dgn *animal starch* menyerupai amilopektin berat molekul 1-4juta. Disimpan dlm hati dan jaringan otot
- Glikogen dlm tubuh dipergunakan untuk menyuplai energi bagi jaringan tubuh

# Polisakarida II



## SELULOSA

- Terdiri dari banyak molekul glukosa. Mempunyai sifat tdk dapat dicerna krn manusia tidak cukup enzim untuk menghidrolisis
- Selulosa merupakan kerangka tanaman, bnyk terdapat di lapisan luar sayuran, biji-bijian, dan buah-buahan



## HEMISELULOSA

- Hemiselulosa terdiri dari: heksosa, pentosa, dan bentuk asam kedua komponen tsb. Klasifikasi: pektin dan agar
- Pektin → buah-buahan matang dan biji buah; agar-agar → ekstrak dari rumput laut

# Polisakarida III



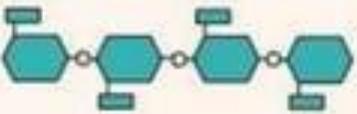
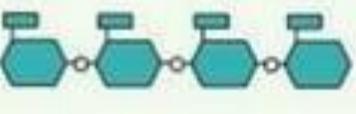
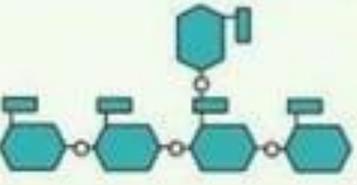
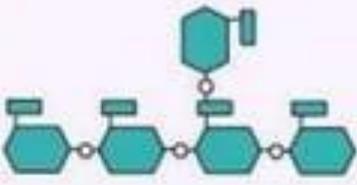
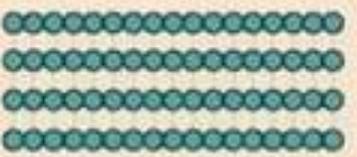
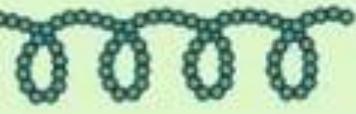
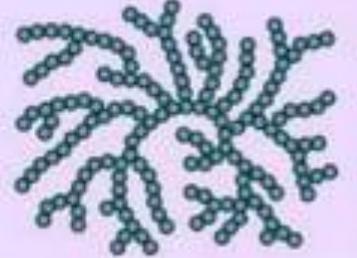
## FIBER (Serat Makanan)

Fiber merupakan salah satu zat non gizi yang **tidak dapat dicerna** tetapi selalu **dipertimbangkan kecukupannya** dalam menu sehari-hari. Sifatnya **membantu memindahkan makanan** dalam **saluran pencernaan** dari lambung ke anus.

Komponen serat sangat kompleks terdiri dari → polisakarida, oligosakarida, lignin, dan senyawa lain dengan proporsi terbesar komponen **polisakarida dan selulosa**.

Serat dibedakan menjadi **serat larut air** dan **tidak larut air**. Keduanya tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan, tetapi serat terlarut difermentasi dlm usus besar.

# Macam-macam polisakarida

|          | Cellulose   | Starch  |   | Glycogen  |
|----------|---|---|---|---|
|          |   | Amylose   | Amylopectin   |   |
| Source   | Plant   | Plant   | Plant   | Animal  |
| Subunit  | $\beta$ -glucose  | $\alpha$ -glucose   | $\alpha$ -glucose   | $\alpha$ -glucose   |
| Bonds    | 1-4   | 1-4   | 1-4 and 1-6   | 1-4 and 1-6   |
| Branches | No  | No  | Yes<br>(~per 20 subunits)   | Yes<br>(~per 10 subunits)   |
| Diagram  |   |   |   |   |
| Shape    |  |  |  |  |

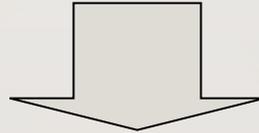
---

# KIMIA KARBOHIDRAT



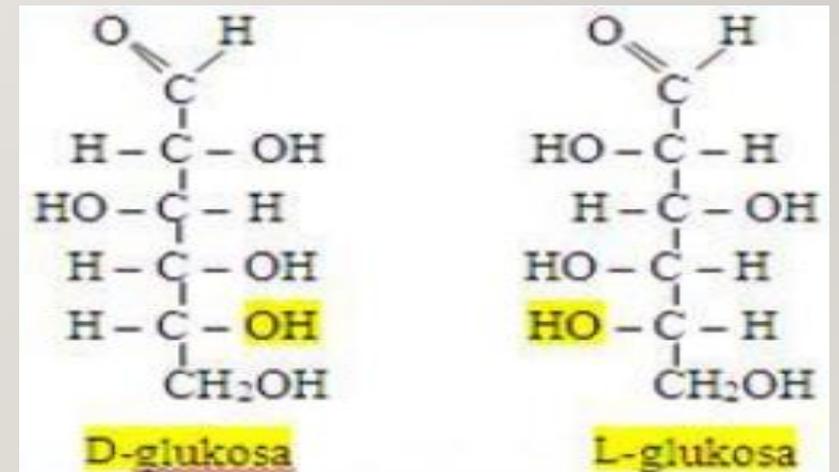
# RUMUS PROYEKSI FISCHER DARI MONOSAKARIDA

- ❑ **Struktur monosakarida** dapat digambarkan dengan rumus **proyeksi Fischer**. Rantai atom karbon disusun **vertikal** dan **gugus aldehyd diletakkan paling atas**
- ❑ Jika posisi **gugus hidroksil pada atom C asimetrik terakhir** terletak di sebelah:



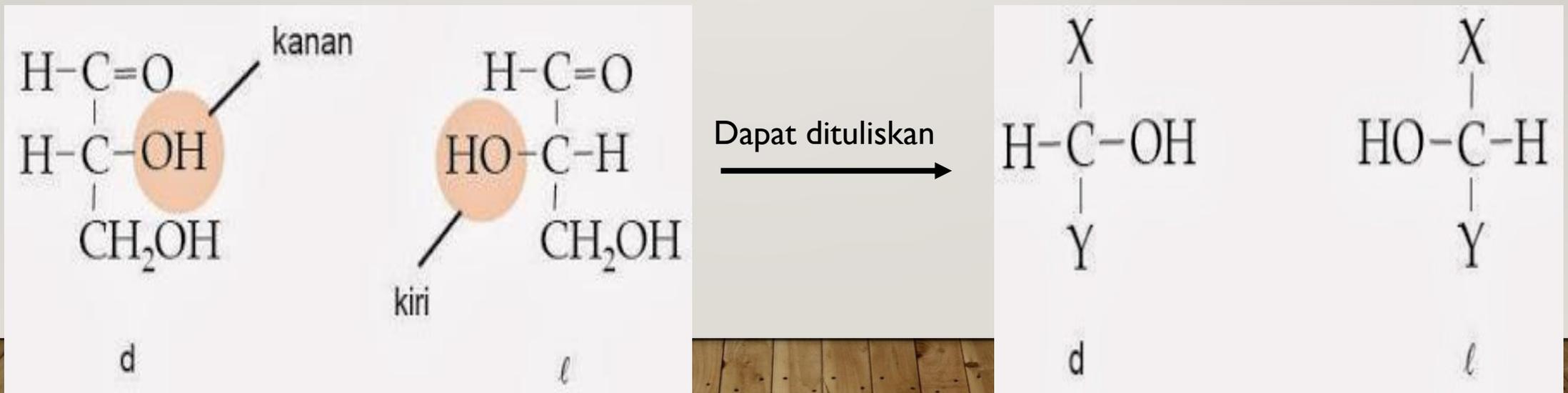
➤ Kanan  $\Rightarrow$  D

➤ Kiri  $\Rightarrow$  L

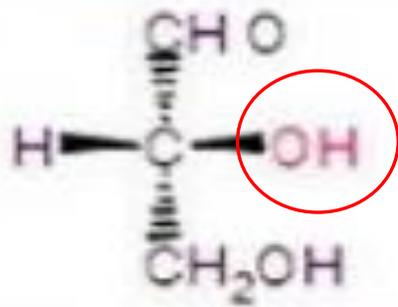


# PROYEKSI FISCHER

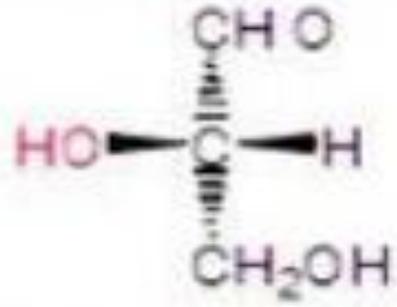
- Di dalam fischer digunakan istilah dekstro (d) dan levo (l).
- Biasanya dituliskan huruf d atau l ditulis di depan nama gula sederhana.
- Bentuk l merupakan bayangan cermin dari bentuk d.
- Contoh Fischer :



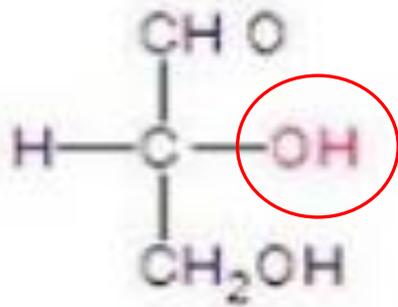
- 
- Meskipun terdapat dalam bentuk *d* dan *l*, tetapi monosakarida yang terdapat **di alam pada umumnya berbentuk *d***, dan jarang sekali dalam bentuk *l*, kecuali *l*-fruktosa yang terdapat dalam bentuk mukopolisakarida dan mukoprotein.
  - Fischer menggunakan (***d***) untuk menyatakan **konfigurasi (+)** gliseraldehida, dengan **gugus hidroksil di sebelah kanan**, enantiomernya dengan gugus hidroksil di sebelah kiri, ditetapkan sebagai *l* (-) gliseraldehida.



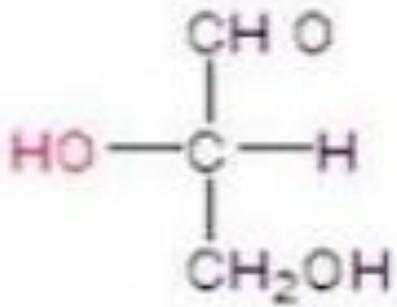
D-gliseraldehida



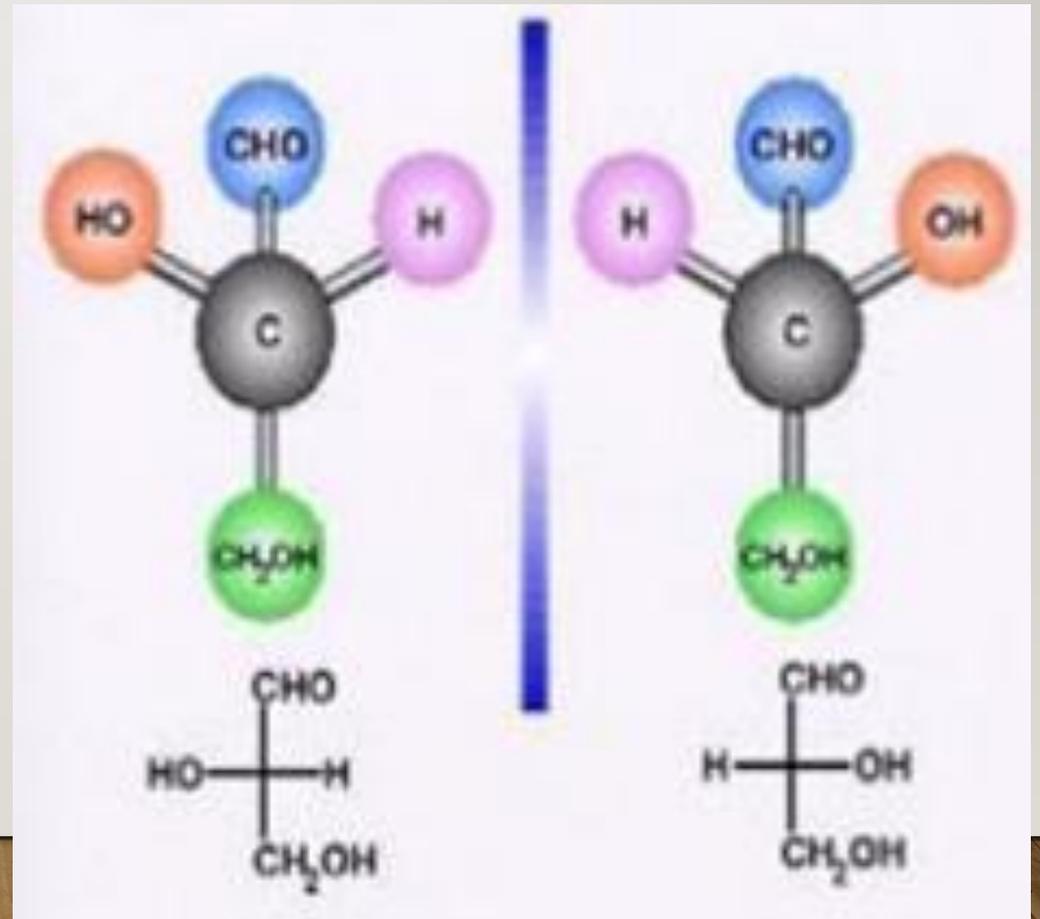
L-gliseraldehida



D-glyceraldehyde

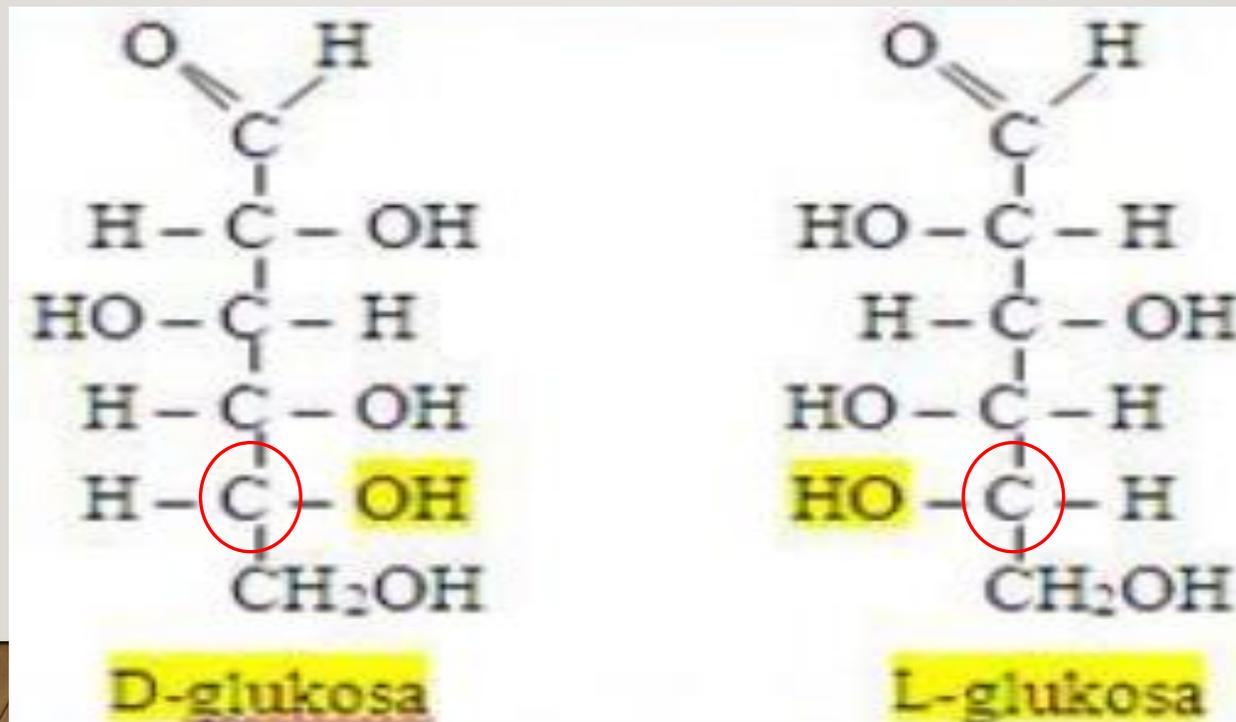


L-gliseraldehida



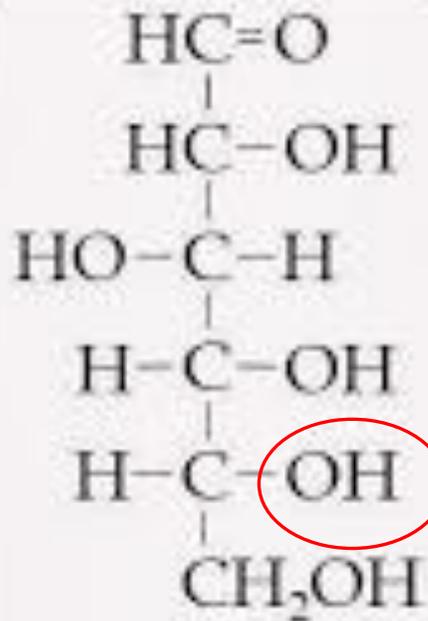
- 
- Dekstrosa terbentuk akibat larutan **D-glukosa** berotasi **terpolarisasi cahaya ke kanan**. Dalam kasus yang sama **L-fruktosa** disebut “levulosa” karena larutan levulosa berotasi **terpolarisasi cahaya ke kiri**.
  - Faktor yang menjadi penentu dari bentuk glukosa ini adalah posisi gugus hydrogen (-H) dan alkohol (-OH) dalam struktur molekulnya.

- 
- Untuk gula dengan atom C asimetrik lebih dari 1, notasi D atau L ditentukan oleh atom C asimetrik terjauh dari gugus aldehid atau keton.

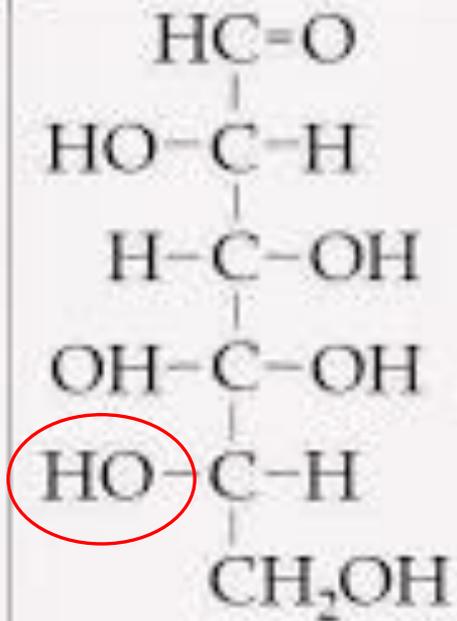


# CONTOH FISCHER :

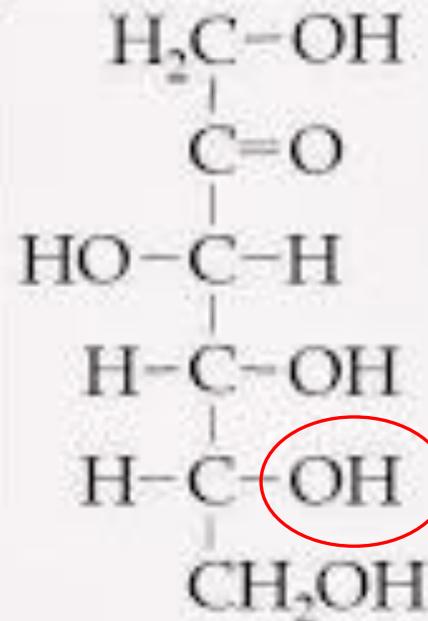
---



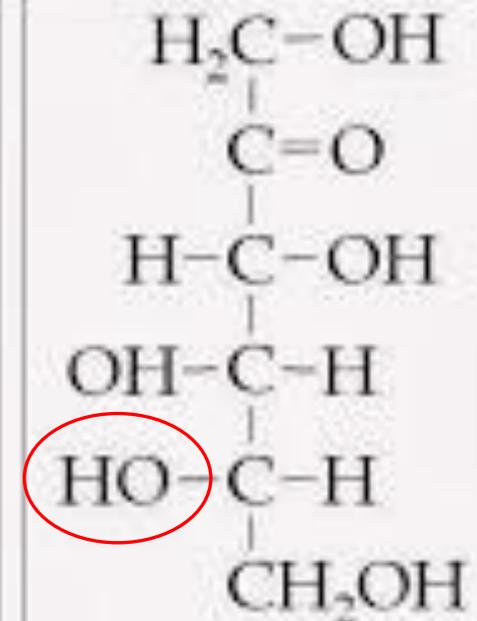
d-glukosa



l-glukosa



d-fruktosa



l-fruktosa

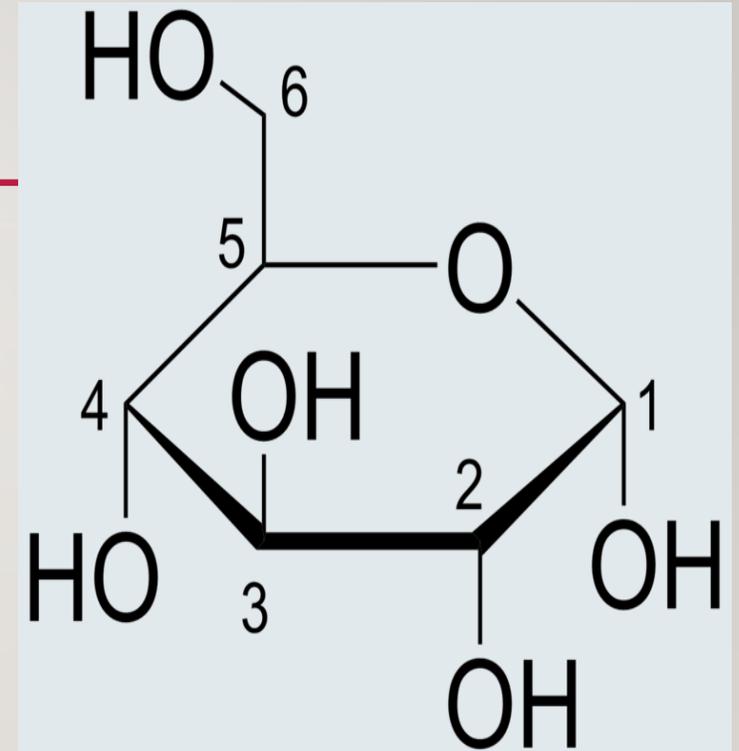
# PROYEKSI HAWORTH

---

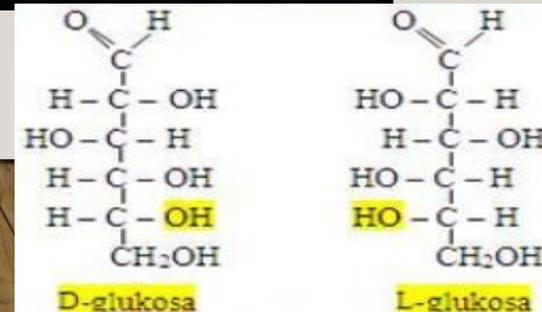
- Proyeksi Haworth dinamai oleh kimiawan Inggris : **Sir Walter N. Haworth.**
- Proyeksi Haworth : cara umum menggambarkan struktur lingkaran monosakarida dengan perspektif **tiga dimensi** sederhana.

# CIRI-CIRI PROYEKSI HAWORTH

- Karbon ialah jenis implisit atom. Dalam contoh di sebelah kanan, atom-atom diberi **angka 1 sampai 6**, semuanya atom karbon. Karbon 1 dikenal sebagai **karbon anomer**
- Atom hidrogen pada karbon itu implisit. Dalam contoh ini, atom 1-6 memiliki atom hydrogen aktra yang tak digambarkan
- Garis yang dipertebal menandai atom yang lebih dekat ke pengamat. Dalam contoh ini di kanan, atom 2 dan 3 (dan grup OH yang berhubungan) paling dekat ke pengamat, atom 1 dan 4 lebih jauh dari pengamat dan akhirnya atom sisanya (5, dsb) ialah yang terjauh



$\alpha$  - D - glukopiranososa

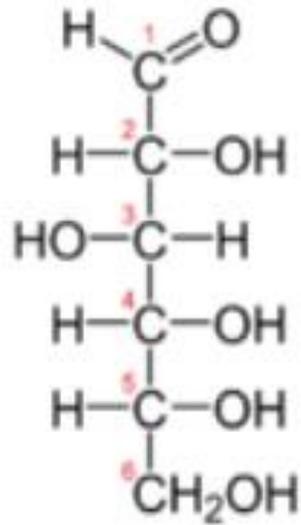


D-glukosa

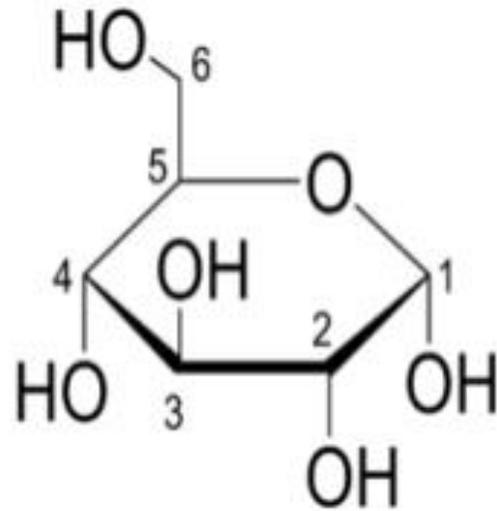
L-glukosa

# PROYEKSI FISCHER DAN HAWORTH

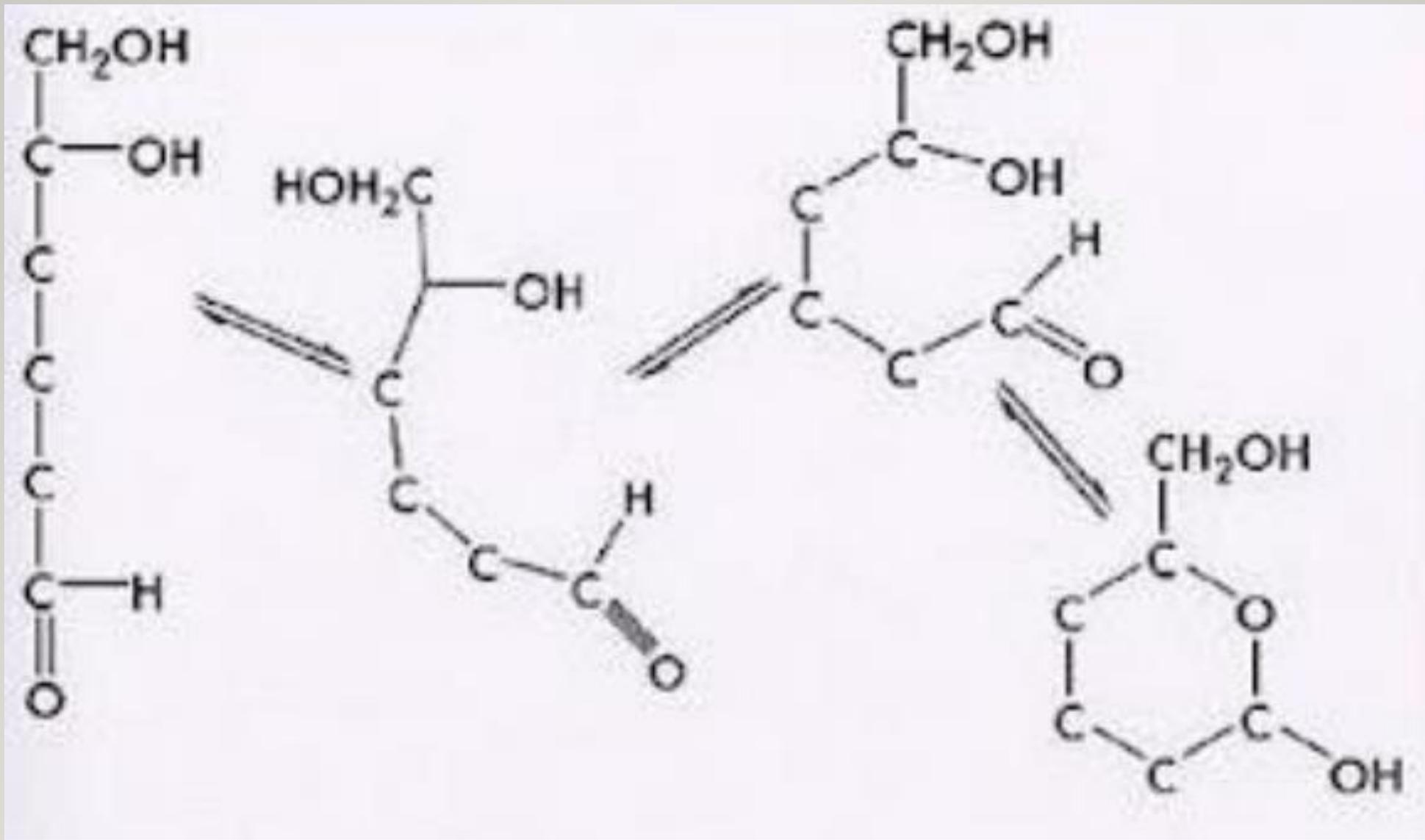
---



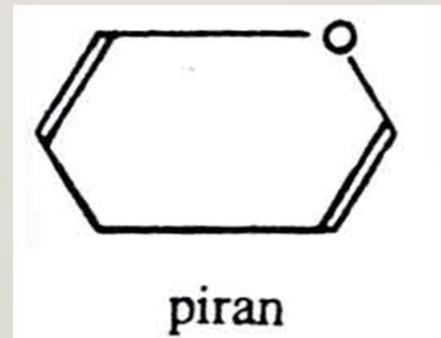
proyeksi fischer

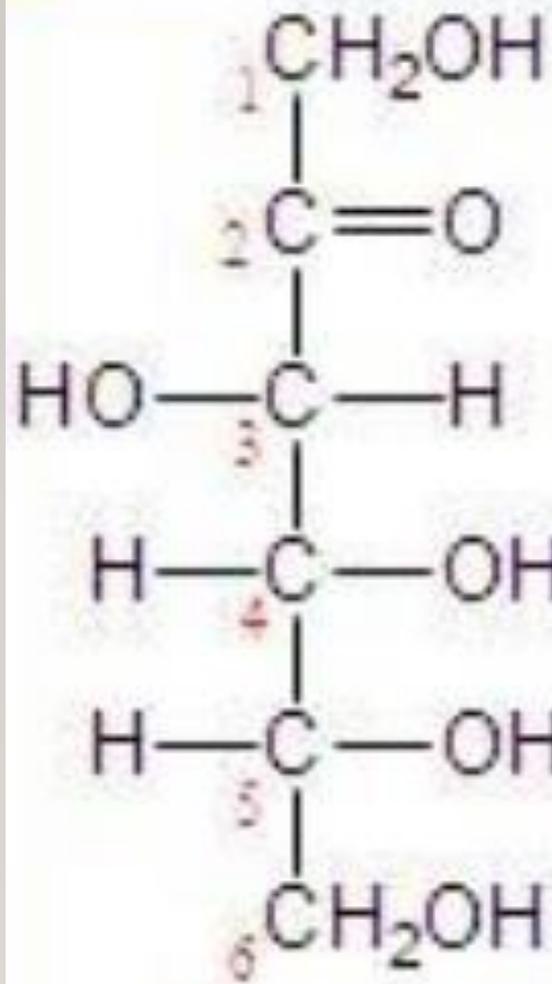


proyeksi haworth

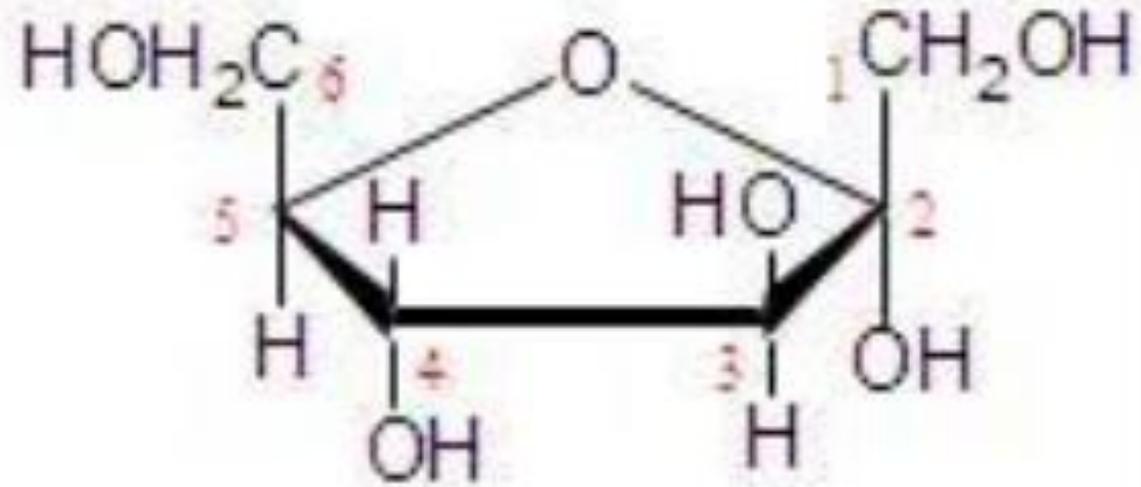


- 
- Reaksi antara C-1 dan C-5 menciptakan sebuah molekul dengan cincin beranggota enam, disebut pyranose
  - Reaksi antara C-1 dan C-4 menciptakan sebuah molekul dengan cincin beranggota lima, yang disebut furanose





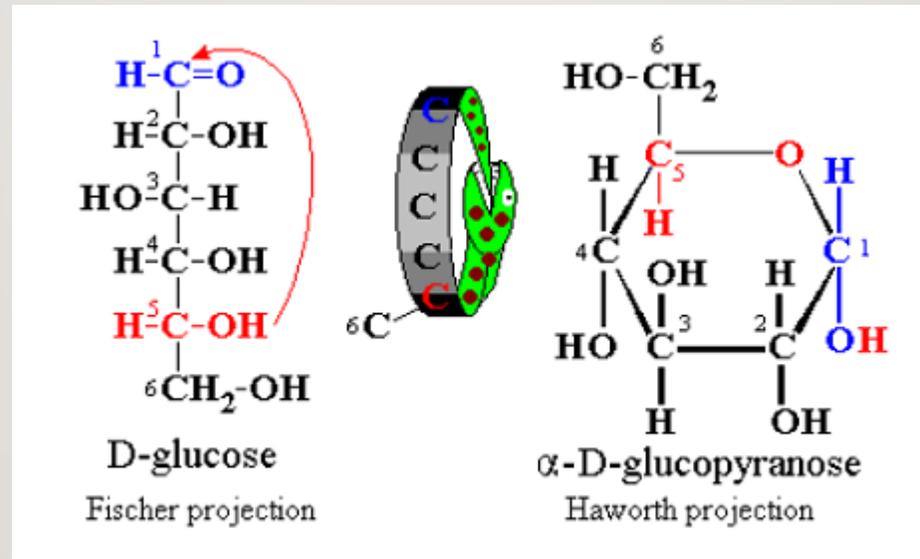
D-fruktosa(linear)



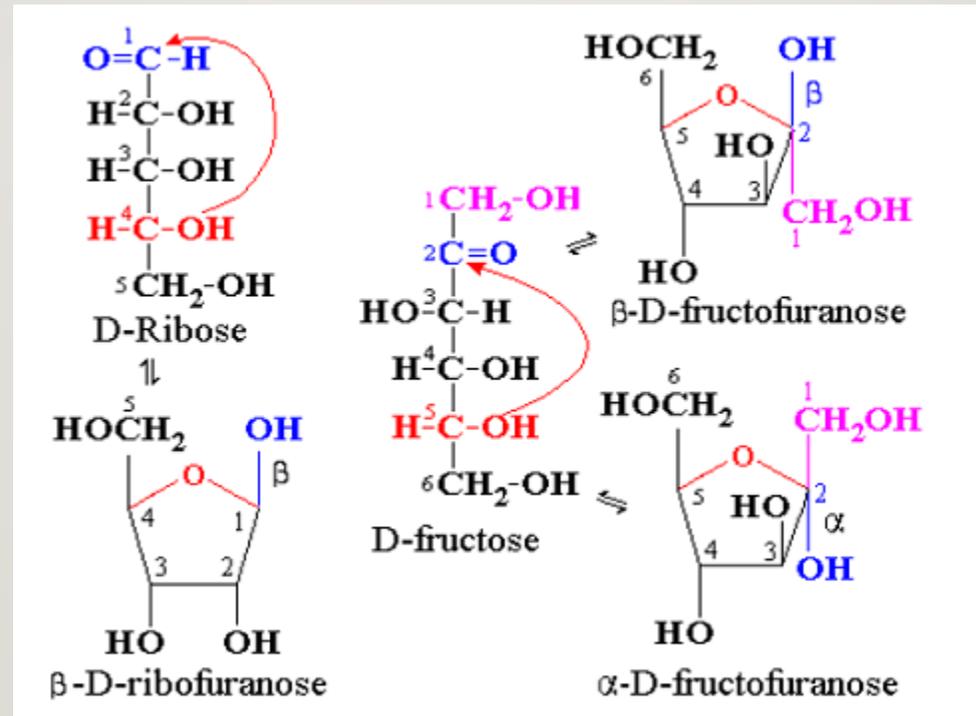
α-D-fruktofuranosa

# PEMBENTUKKAN CINCIN PIRANOSA DARI HEKSOSA

---



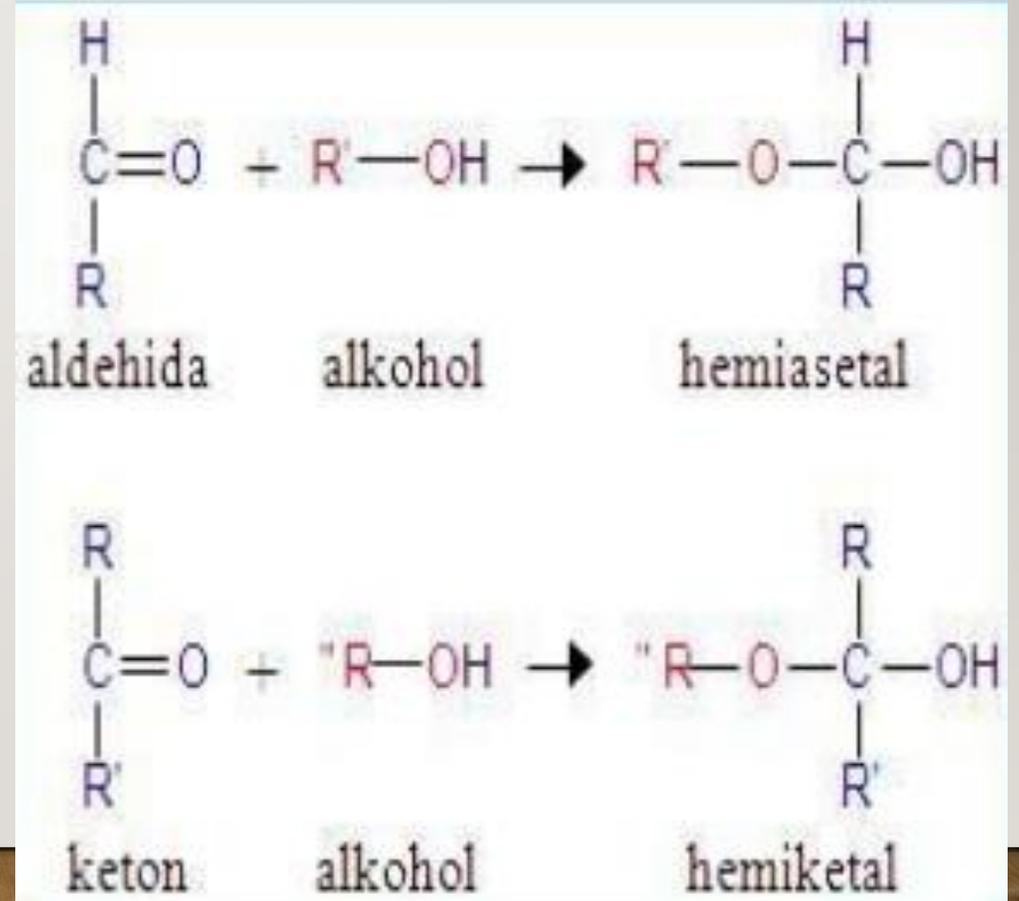
# PEMBENTUKKAN CINCIN FURANOSA



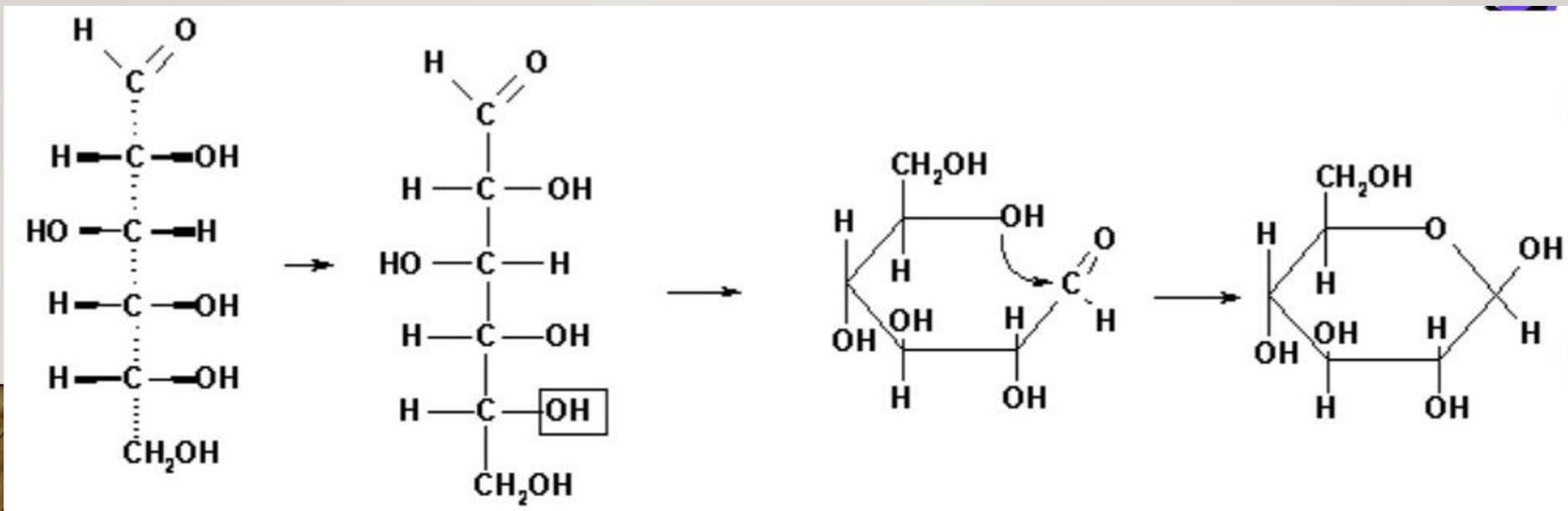
# PEMBENTUKKAN HEMIASETAL DAN HEMIKETAL

---

- Aldehid dapat bereaksi dengan alkohol membentuk **hemiasetal**
- Keton dapat bereaksi dengan alkohol membentuk **hemiketal**



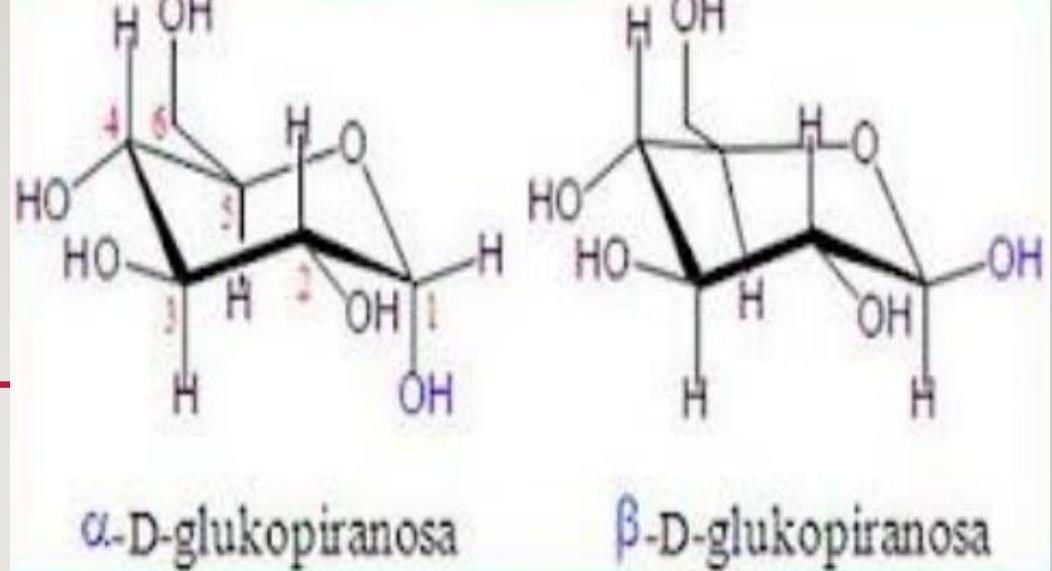
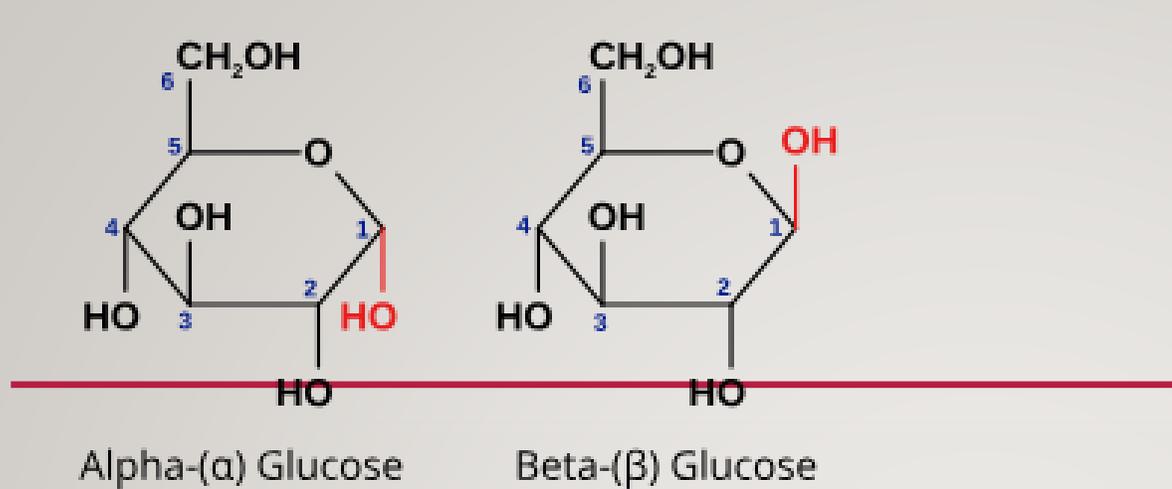
- 
- Hemiasetal siklik yang paling stabil adalah cincin yang beranggotakan 6 (untuk aldoheksosa)
  - Contoh : hemiasetal siklik D-glukosa



# BENTUK SIKLIK

---

- Pentosa dan heksosa dapat membentuk struktur siklik melalui reaksi gugus keton atau aldehida dengan gugus OH dari atom C asimetrik terjauh.
- Glukosa membentuk intra-molekular sebagai hasil reaksi aldehida dari C1 & OH dari atom C5, dinamakan **cincin piranosa**.

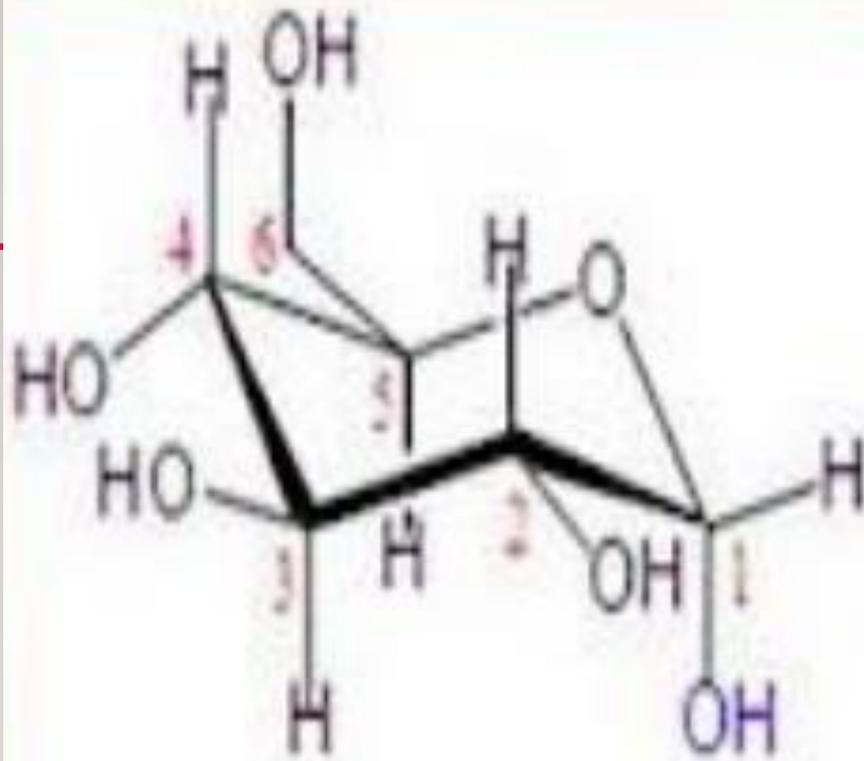


- Posisi **Alpha** didefinisikan sebagai-**OH** berada di sisi berlawanan dari cincin sebagai # C 6. Dalam struktur kursi ini menghasilkan proyeksi ke bawah

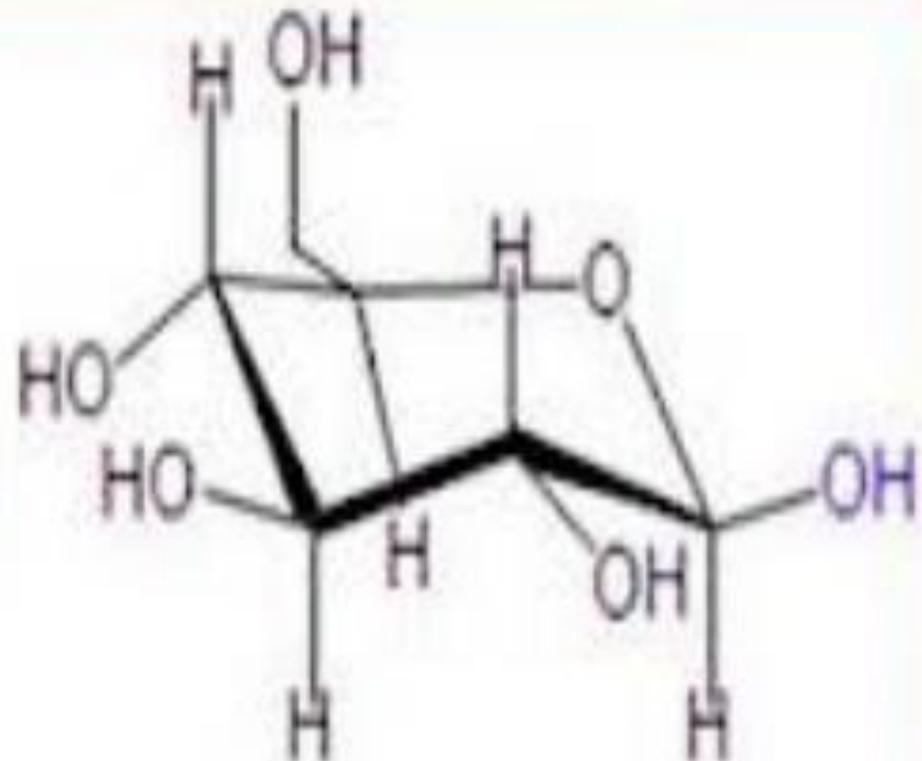
**$\alpha$  (OH di bawah struktur cincin)**

- Posisi **Beta** didefinisikan sebagai-**OH** berada di sisi yang sama dari cincin sebagai # C 6. Dalam struktur kursi ini menghasilkan proyeksi atas.

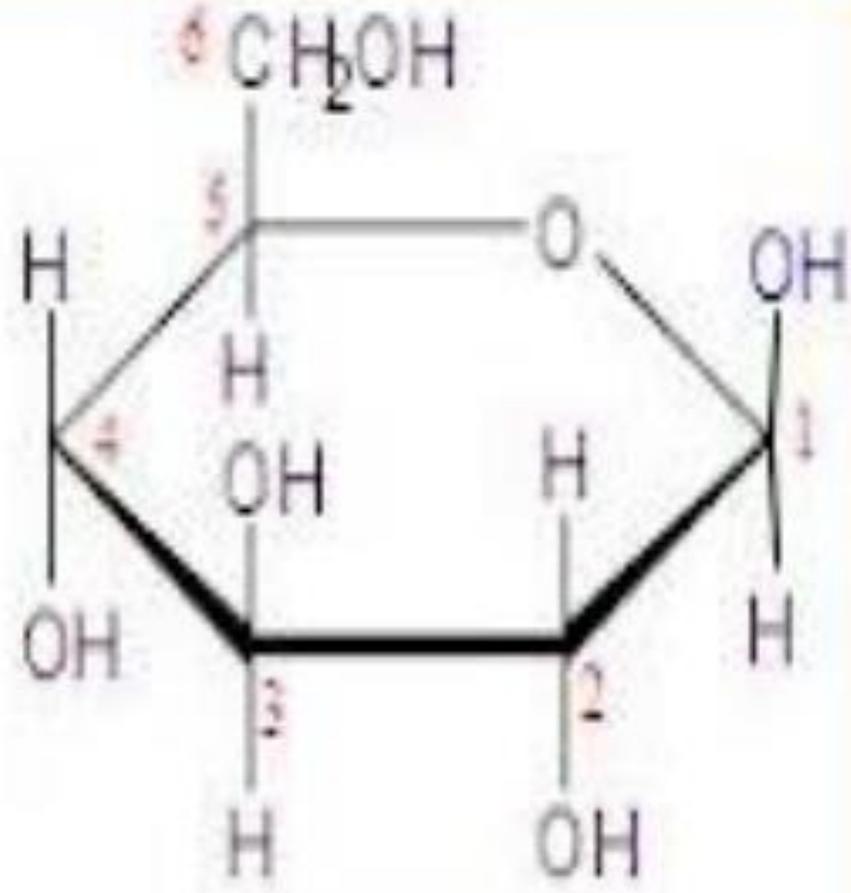
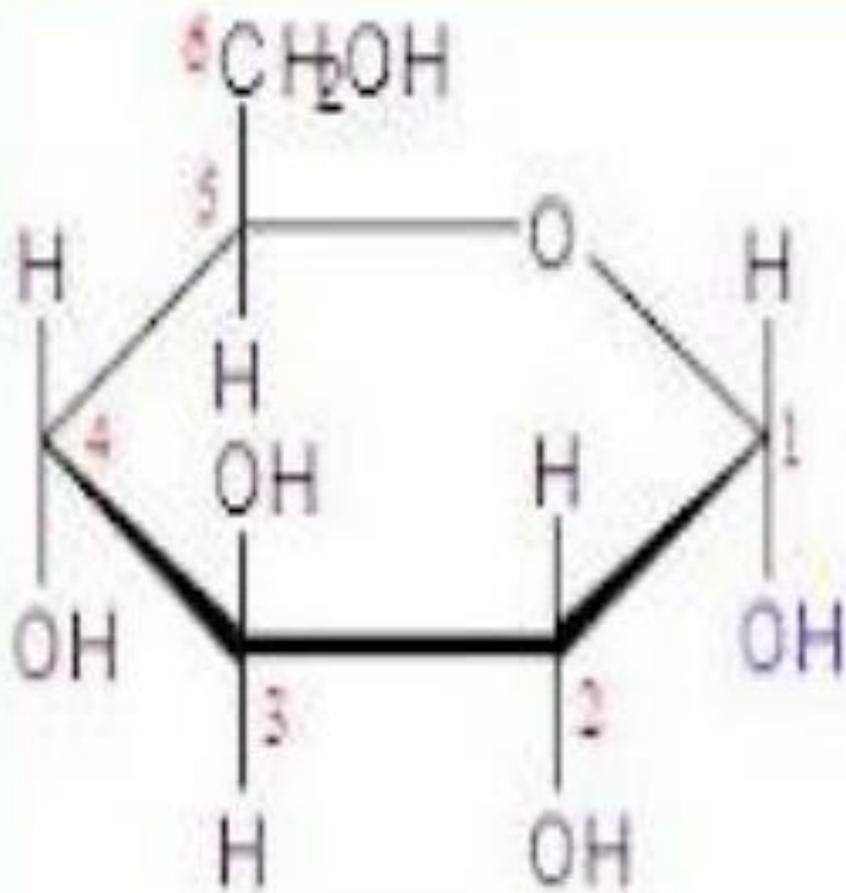
**$\beta$  (OH di atas struktur cincin)**



$\alpha$ -D-glukopiranososa



$\beta$ -D-glukopiranososa

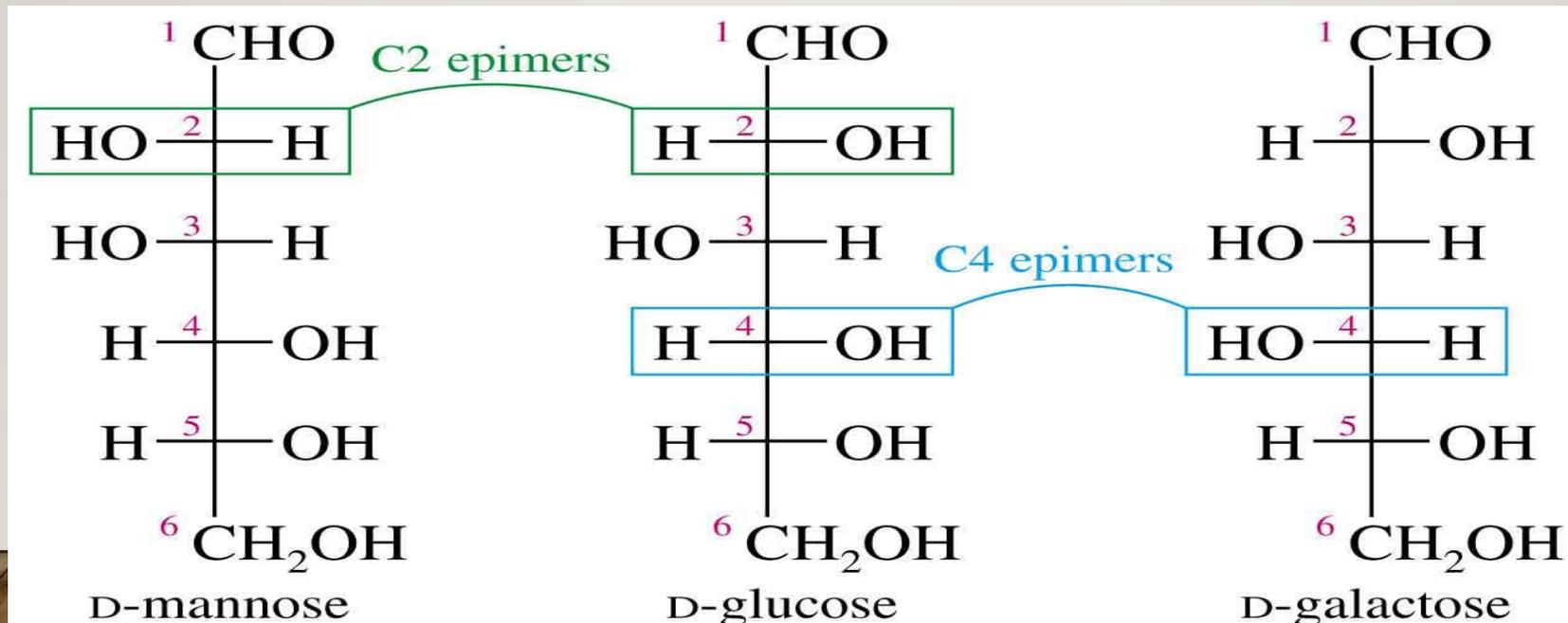


# EPIMER

Epimer adalah sepasang isomer optis yang hanya berbeda dalam konfigurasi pada **satu atom karbon asimetris**. Dengan kata lain, epimer adalah diastereomer yang berbeda hanya pada **satu pusat kiral**. Contohnya, D-glukosa dan D-galaktosa adalah epimer karena hanya berbeda pada posisi gugus -OH pada atom karbon nomor 4.

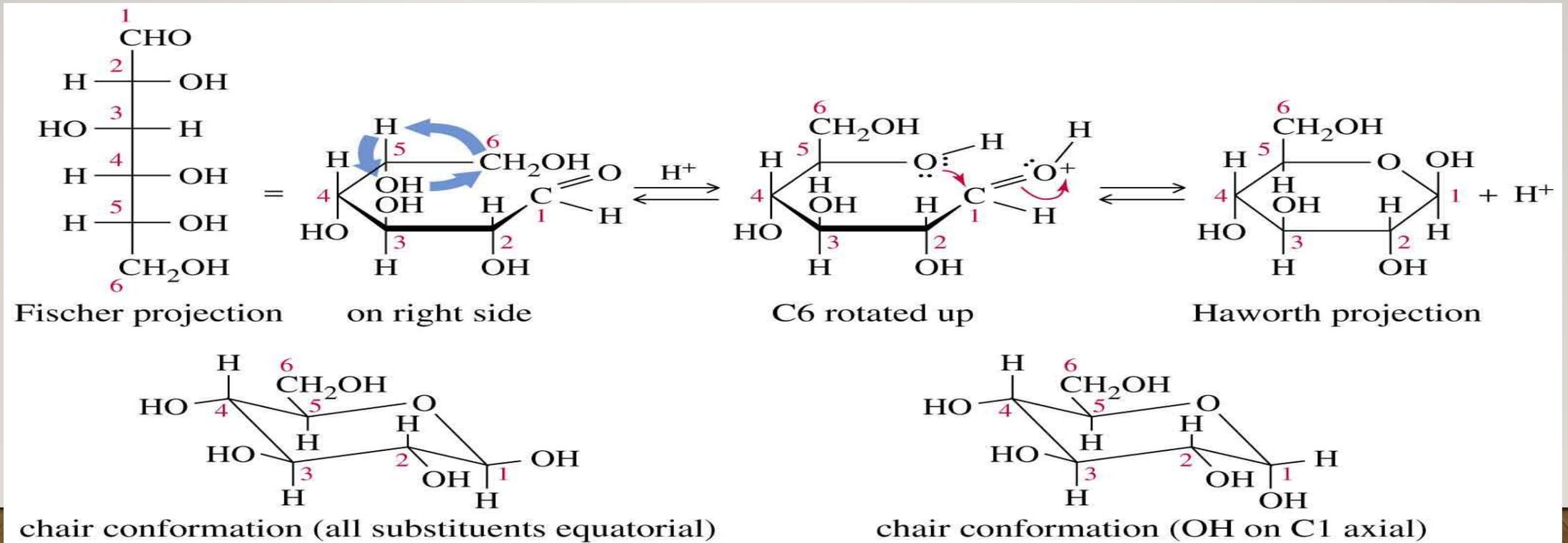
---

- Gula yang berbeda hanya pada **stereokimia pada sebuah karbon**.
- Stereokimia : struktur yang memiliki rumus molekul yang sama, hanya karena susunannya berbeda akan mengakibatkan fungsi yang berbeda pula



# STRUKTUR SIKLIS GLUKOSA

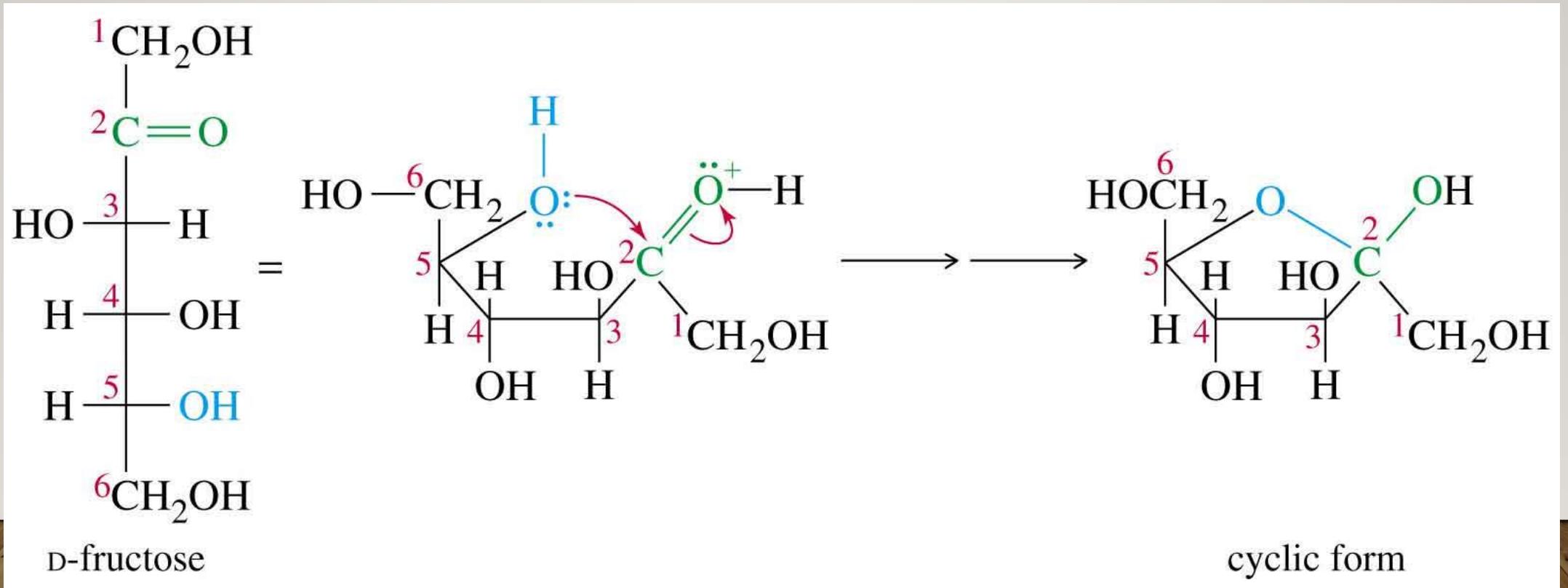
- Glukosa siklis adalah hemiasetal yang terbentuk dari reaksi -CHO dengan -OH pada C5.



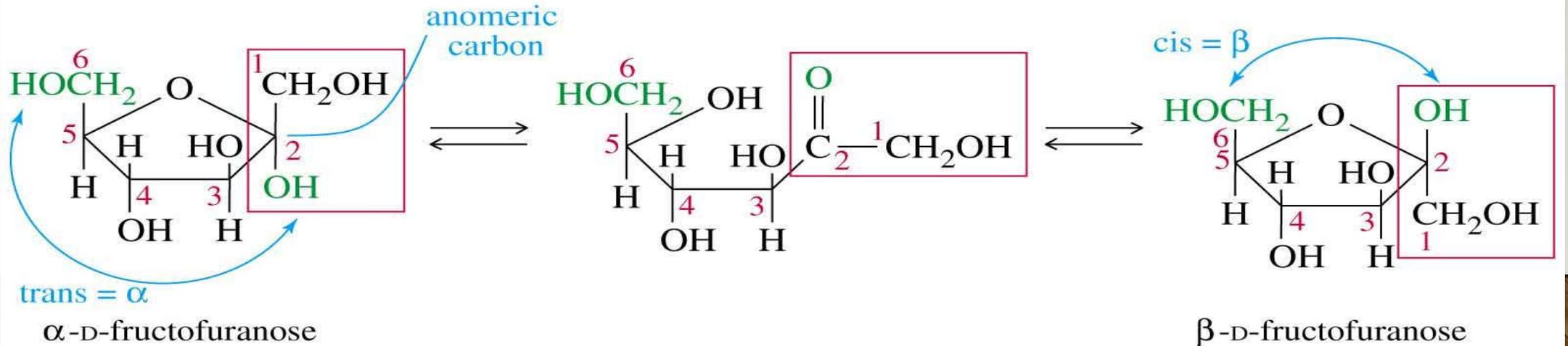
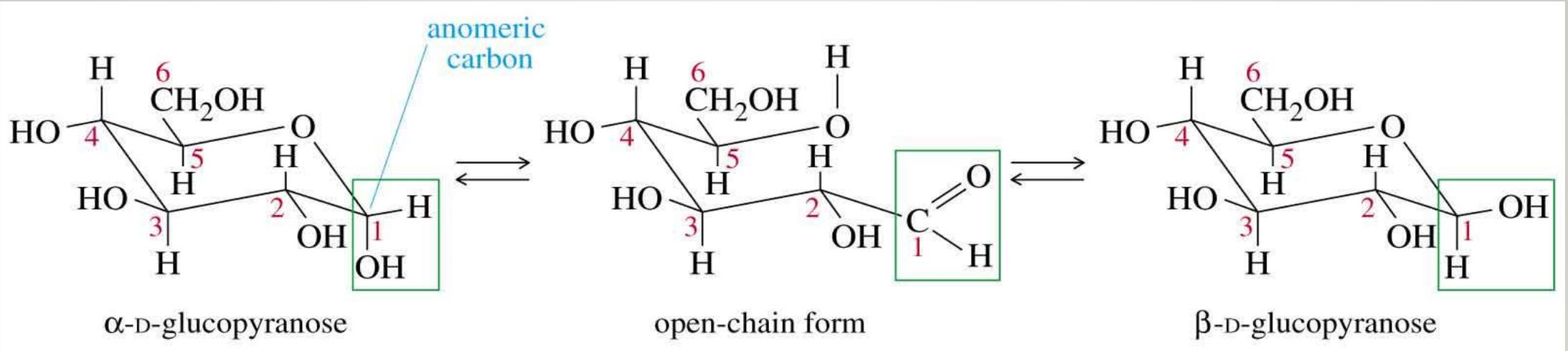
D-glukopiranososa

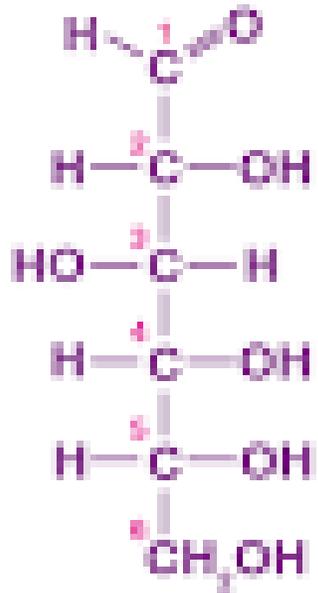
# STRUKTUR SIKLIS FRUKTOSA

- Hemiasetal siklis yang terbentuk melalui reaksi C=O pada C2 dengan -OH pada C5.

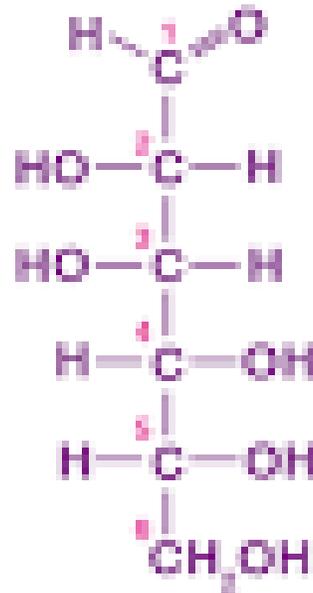


# ANOMER

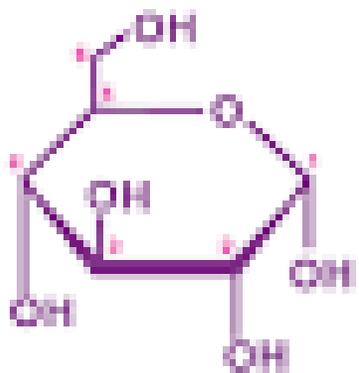




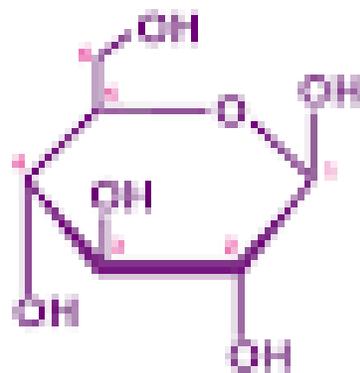
**D Glucose**



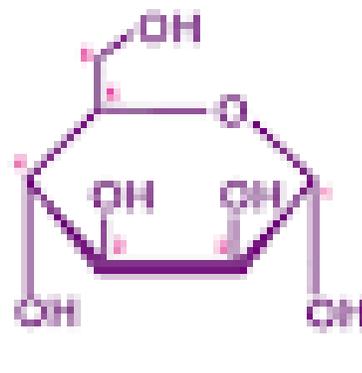
**D Mannose**



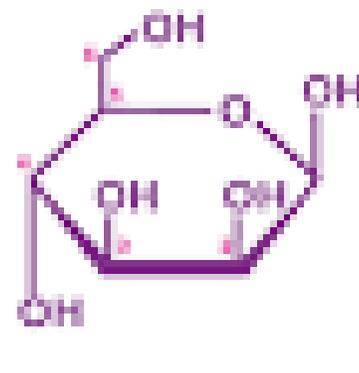
**α D Glucose**



**β D Glucose**



**α D Mannose**



**β D Mannose**

Anomer adalah jenis isomer stereoisomer pada karbohidrat (gula) yang berbeda hanya dalam konfigurasi pada atom karbon anomerik (C1). Atom karbon anomerik ini adalah atom karbon yang tadinya bukan pusat stereosentrum dalam bentuk rantai terbuka, tetapi menjadi pusat stereosentrum setelah molekul karbohidrat membentuk cincin. Perbedaan konfigurasi pada karbon anomerik ini menghasilkan dua bentuk anomer, yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$ .

# MUTAROTASI DAN REAKSI-REAKSI MONOSAKARIDA

---

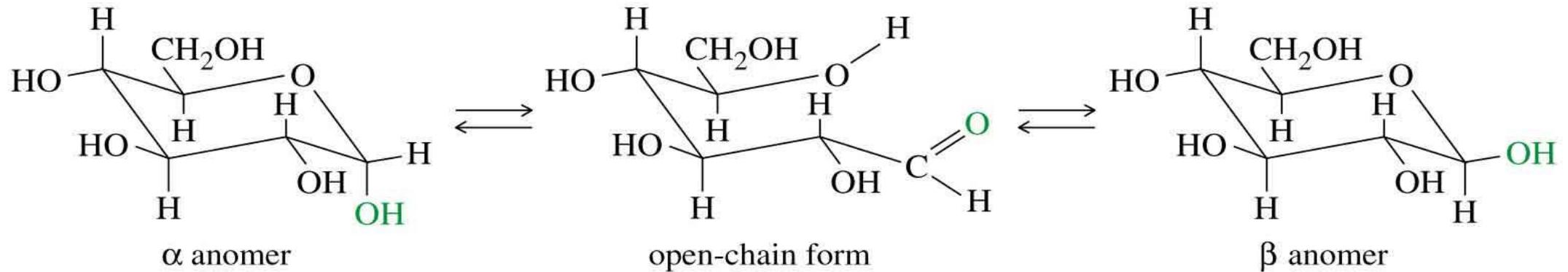


# MUTAROTASI

---

- Pemasukkan 100 %  $\alpha$ -glukosa (padat) ke dalam air, **daya putar optiknya** mulai berubah ketika bentuk  $\alpha$ , rantai terbuka, dan  $\beta$  menuju keadaan setimbang (dari  $+112^\circ \longrightarrow +52,6^\circ$ ).
- Efek ini disebut sebagai **mutarotasi**

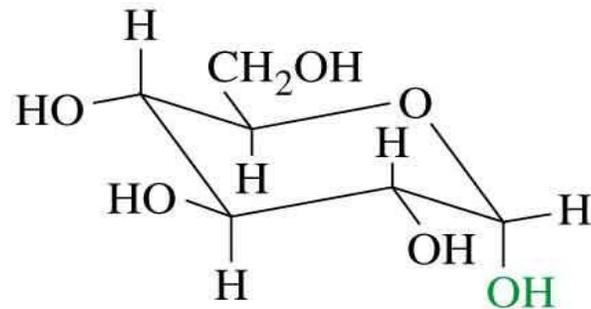
# MUTAROTASI



crystallize  $\downarrow$  below  $98^\circ\text{C}$

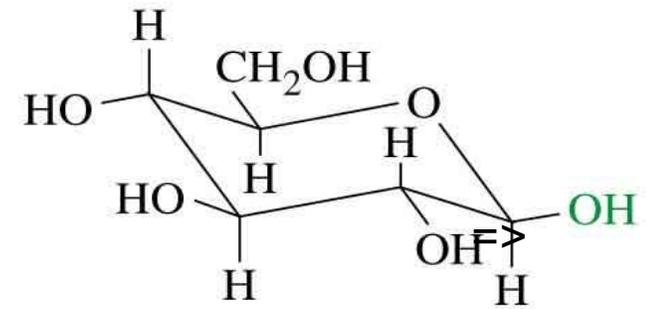
equilibrium in solution

crystallize  $\downarrow$  above  $98^\circ\text{C}$



mp  $146^\circ\text{C}$ ,  $[\alpha] = +112.2^\circ$

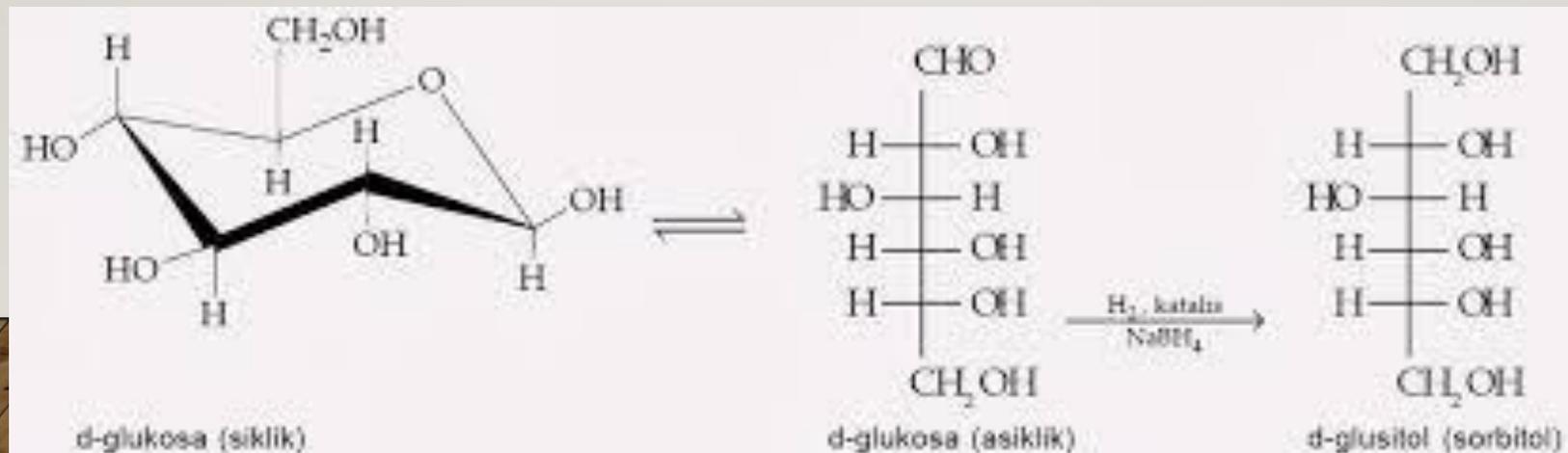
$\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$  equilibrium mixture of  $\alpha$  and  $\beta$   
 $[\alpha] = +52.6^\circ$   $\xleftarrow{\text{H}_2\text{O}}$



mp  $150^\circ\text{C}$ ,  $[\alpha] = +18.7^\circ$

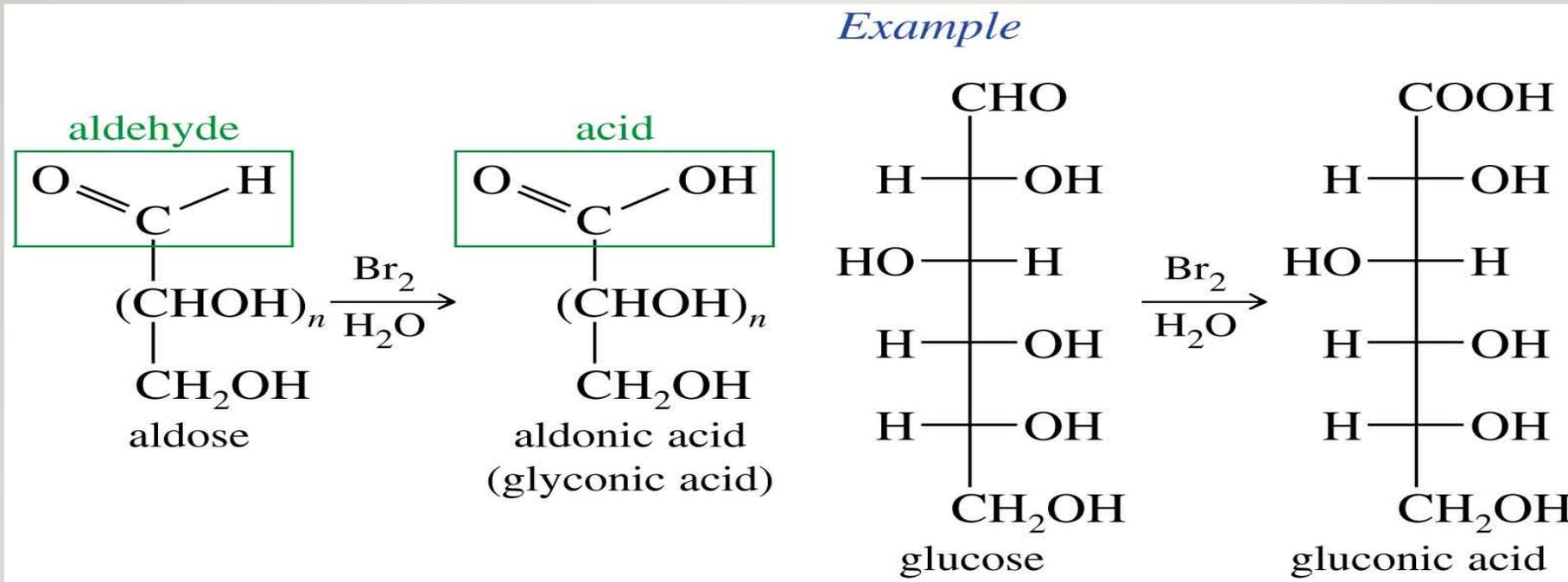
# REDUKSI GULA SEDERHANA

- **Gugus C=O** aldosa atau ketosa dapat direduksi menjadi **C-OH** oleh  $\text{NaBH}_4$  atau  $\text{H}_2/\text{Ni}$ .
- Penamaan gula bentuk **alkohol** adalah dengan menambahkan akhiran-*itol* pada nama dasar gula.
- Reduksi **D-glukosa** menghasilkan **D-glusitol**, dikenal juga dengan nama **D-sorbitol**.
- Reduksi **D-fruktosa** menghasilkan campuran **D-glusitol** dan **D-mannitol**.



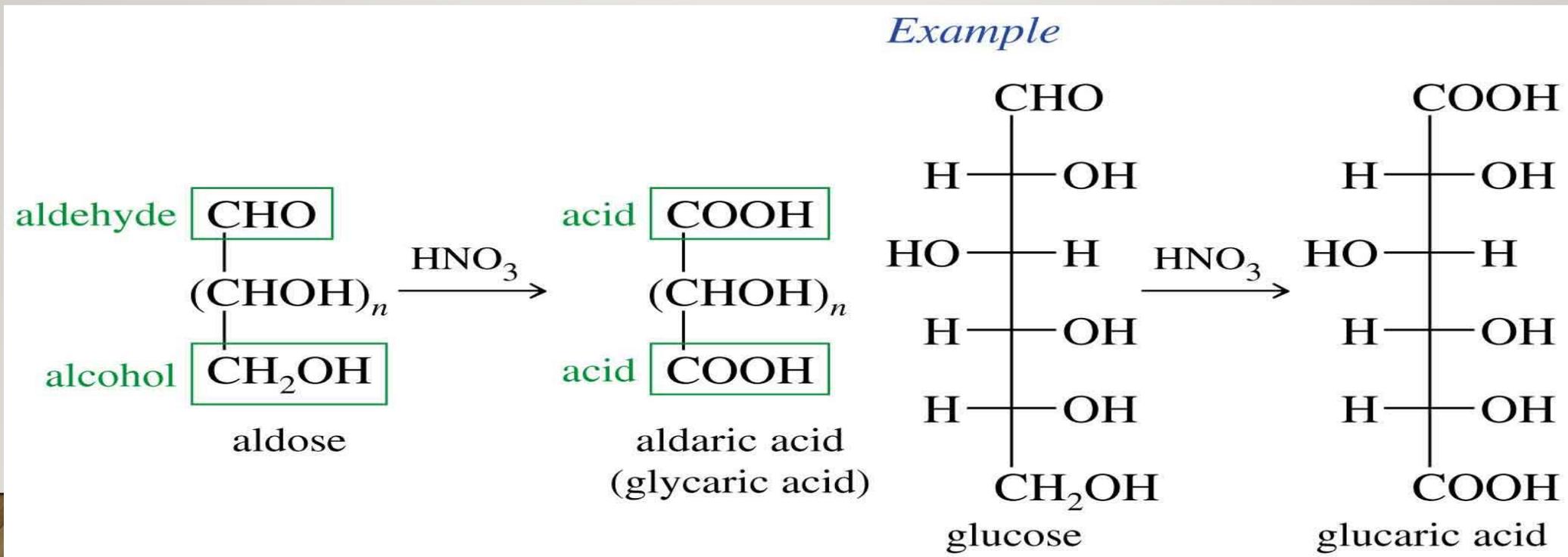
# OKSIDASI OLEH BROMIN

- **Air Brom mengoksidasi aldehida**, tetapi tidak keton atau alkohol; membentuk **asam aldona** (karboksilat)



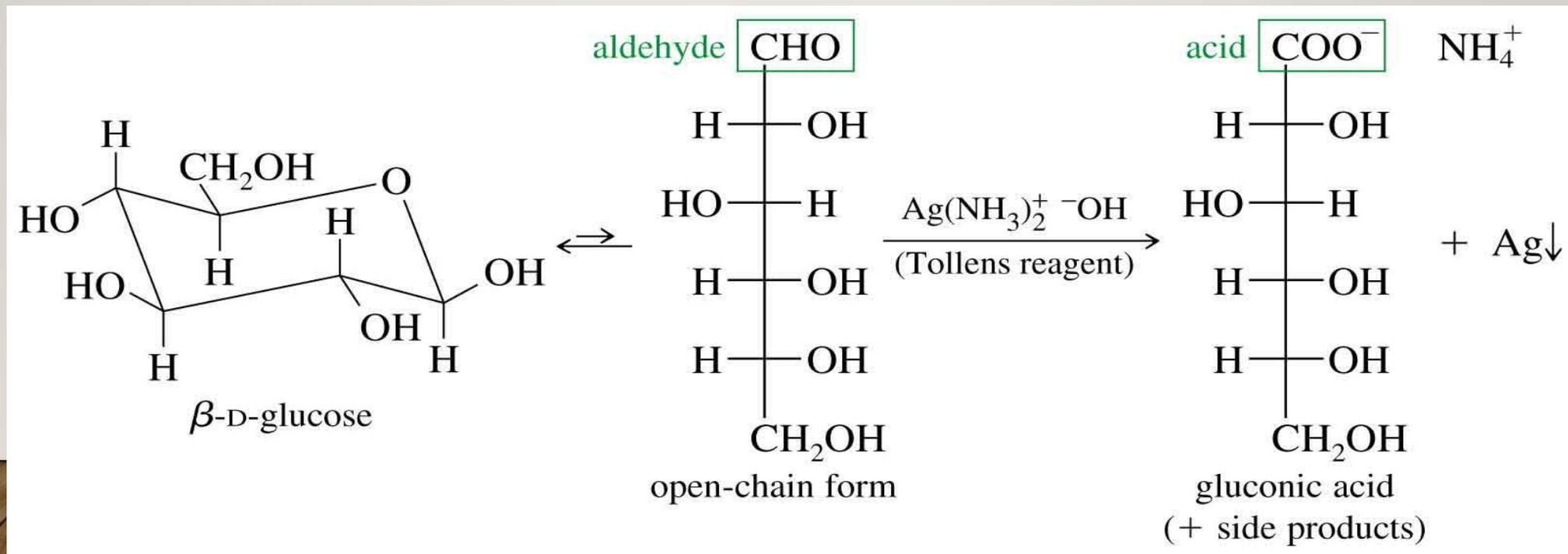
# OKSIDASI ASAM NITRAT

- Asam nitrat mengoksidasi **aldehida dan alkohol terminal**; membentuk **asam aldarat**



# OKSIDASI OLEH PEREAKSI TOLLENS

- Pereaksi Tollens bereaksi dengan aldehida, tetapi keberadaan basa mempromosikan rearrangement enediol, sehingga keton bereaksi juga.
- Gula yang menghasilkan **cermin perak dengan pereaksi Tollens disebut gula pereduksi.**



**Gula reduksi** adalah jenis gula yang memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa lain. Kemampuan ini disebabkan oleh adanya **gugus aldehida atau keton bebas** pada struktur gula tersebut. Gula reduksi biasanya merupakan gula sederhana (monosakarida) atau gula ganda (disakarida), tetapi tidak termasuk sukrosa dan pati (polisakarida).

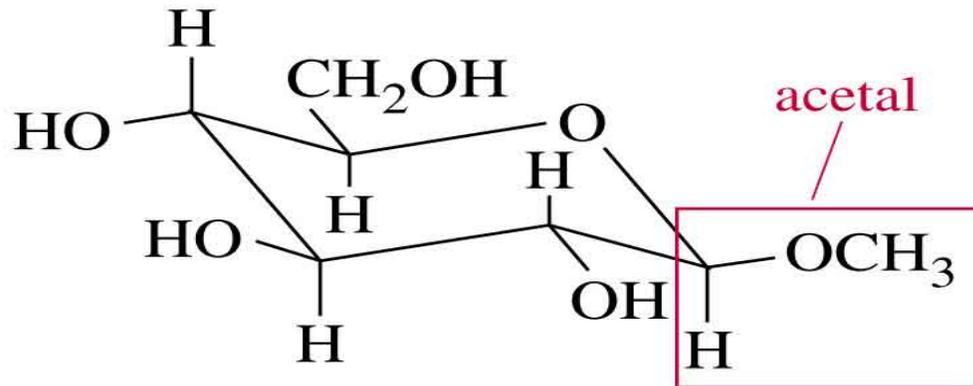
Contoh gula reduksi antara lain **glukosa, fruktosa**, galaktosa, laktosa, dan maltosa.

Sukrosa contoh gula non-reduksi, karena **tidak memiliki gugus aldehida atau keton bebas** dalam struktur molekulnya.

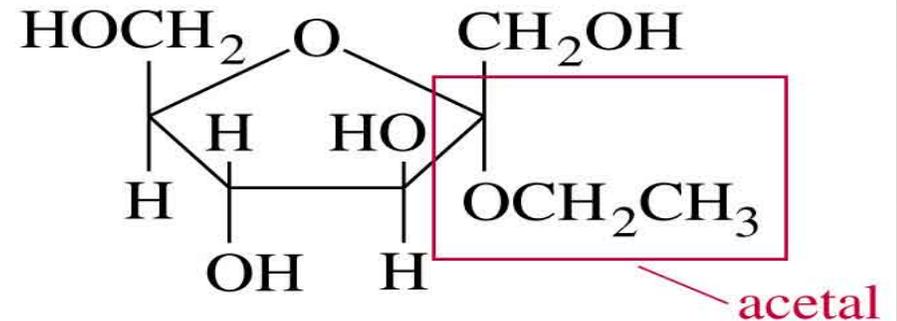
# GULA NON PEREDUKSI

- Glikosida adalah asetal, stabil dalam basa, sehingga tidak bereaksi dengan pereaksi Tollens.
- **Disakarida dan polisakarida** adalah asetal juga, jadi **gula non pereduksi**.

## *Examples of nonreducing sugars*



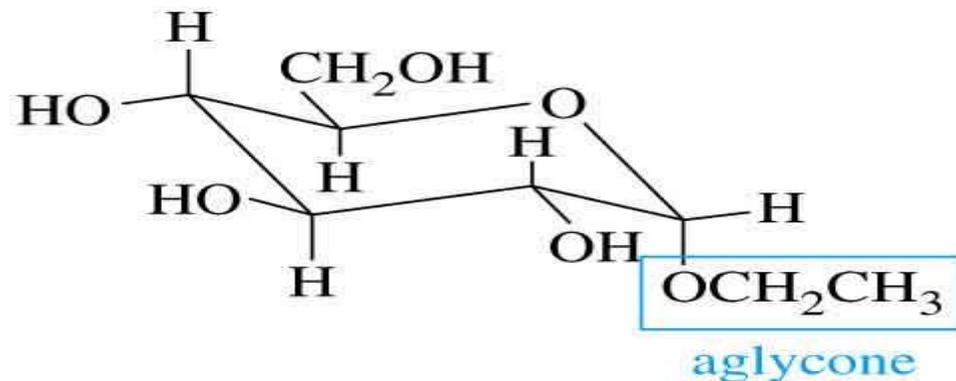
methyl β-D-glucopyranoside  
(or methyl β-D-glucoside)



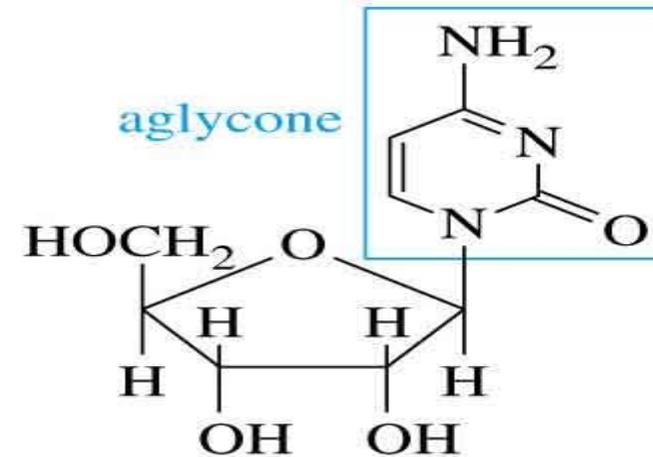
ethyl α-D-fructofuranoside  
(or ethyl α-D-fructoside)

# PEMBENTUKAN **GLIKOSIDA**

- Merupakan hasil reaksi gula dengan alkohol dalam asam.
- Karena gula rantai terbuka berada dalam kesetimbangan dengan hemiasetal  $\alpha$ - dan  $\beta$ -, maka kedua anomer asetal terbentuk juga.
- **Aglikon** adalah batasan yang digunakan untuk gugus yang berikatan dengan **karbon anomerik**.



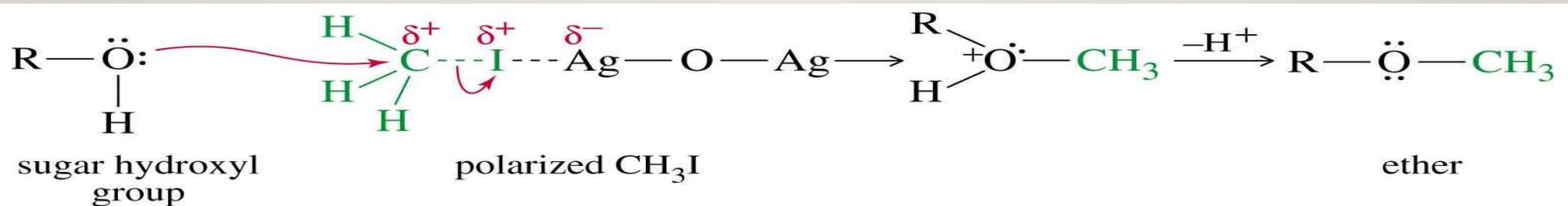
ethyl  $\alpha$ -D-glucopyranoside



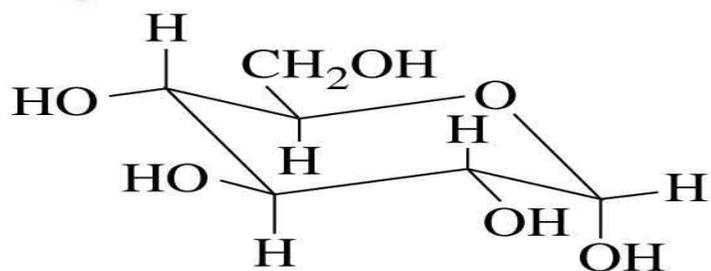
cytidine, a nucleoside (Section 23-21)

# PEMBENTUKAN ETER

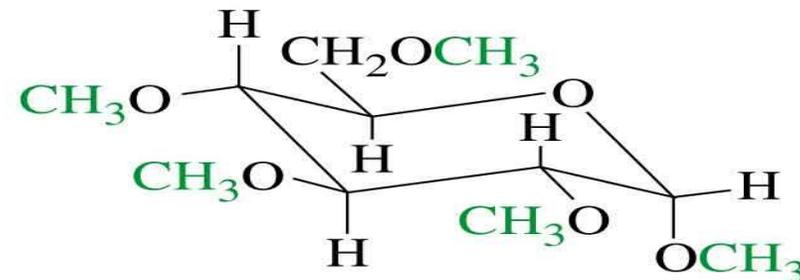
- Gula sulit direkristalisasi dari air karena kelarutannya yang tinggi.
- Mengubah semua gugus -OH menjadi -OR, menggunakan sintesis Williamson termodifikasi.



*Example*



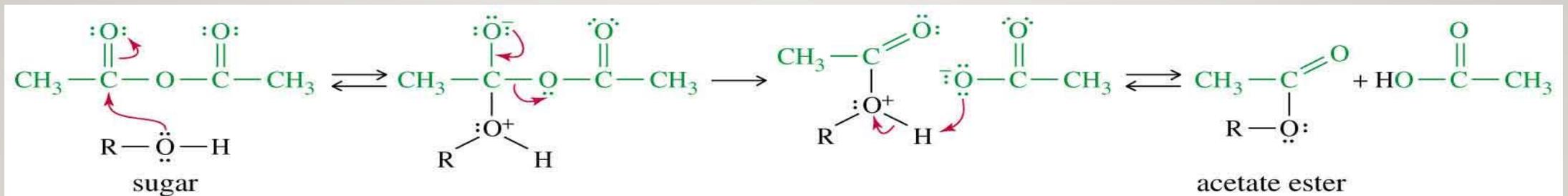
α-D-glucopyranose



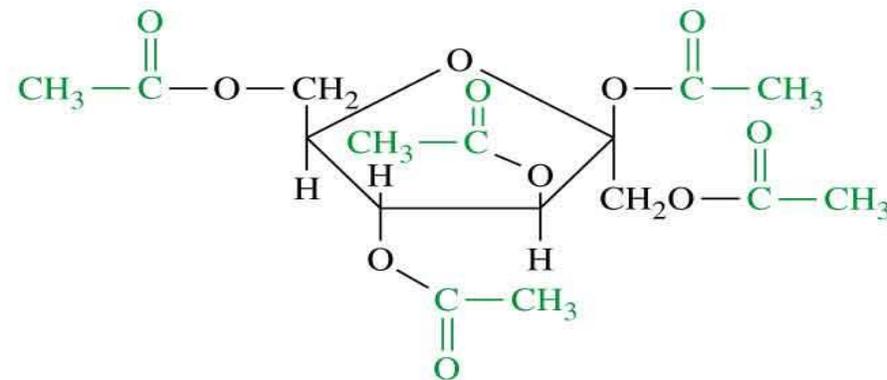
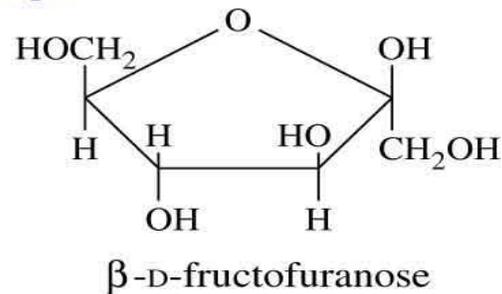
methyl 2,3,4,6-tetra-O-methyl-α-D-glucopyranoside

# PEMBENTUKAN ESTER

- Asetat anhidrida dengan katalis piridina mengubah semua oksigen menjadi ester asetat



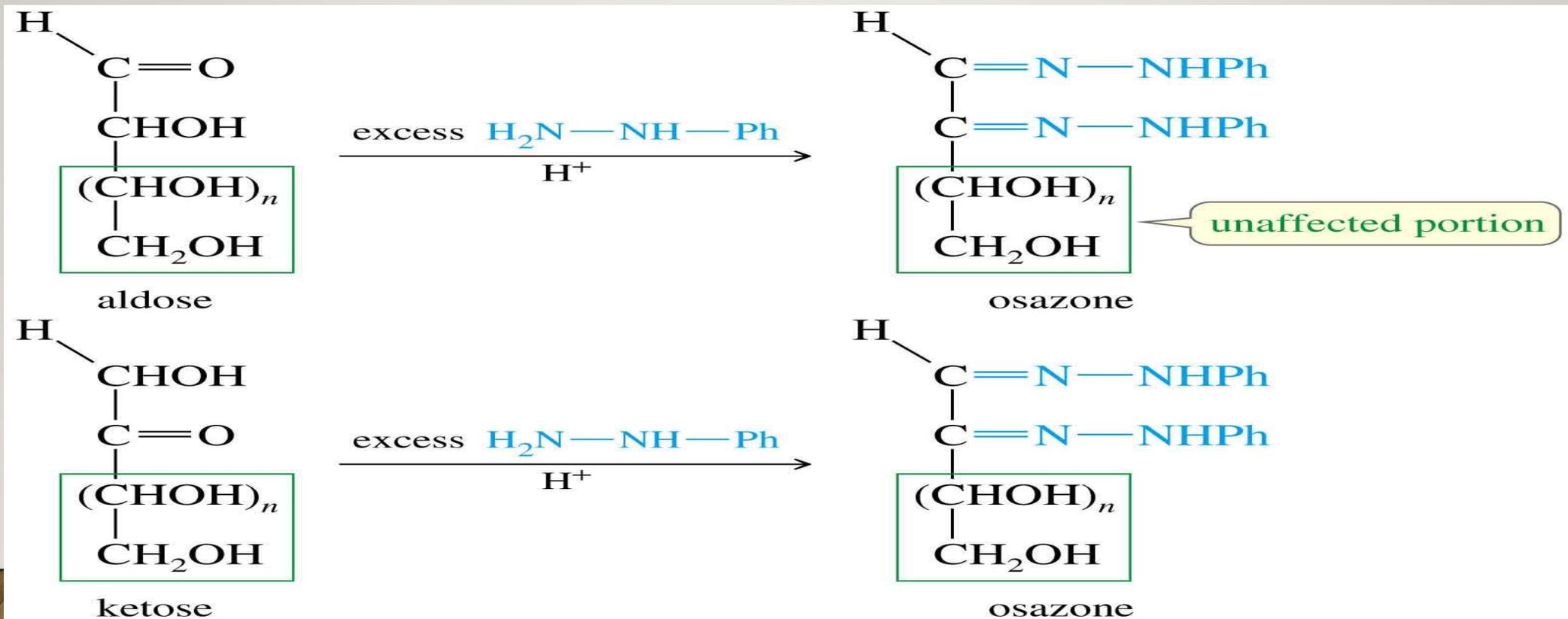
Example



penta-O-acetyl- $\beta$ -D-fructofuranoside

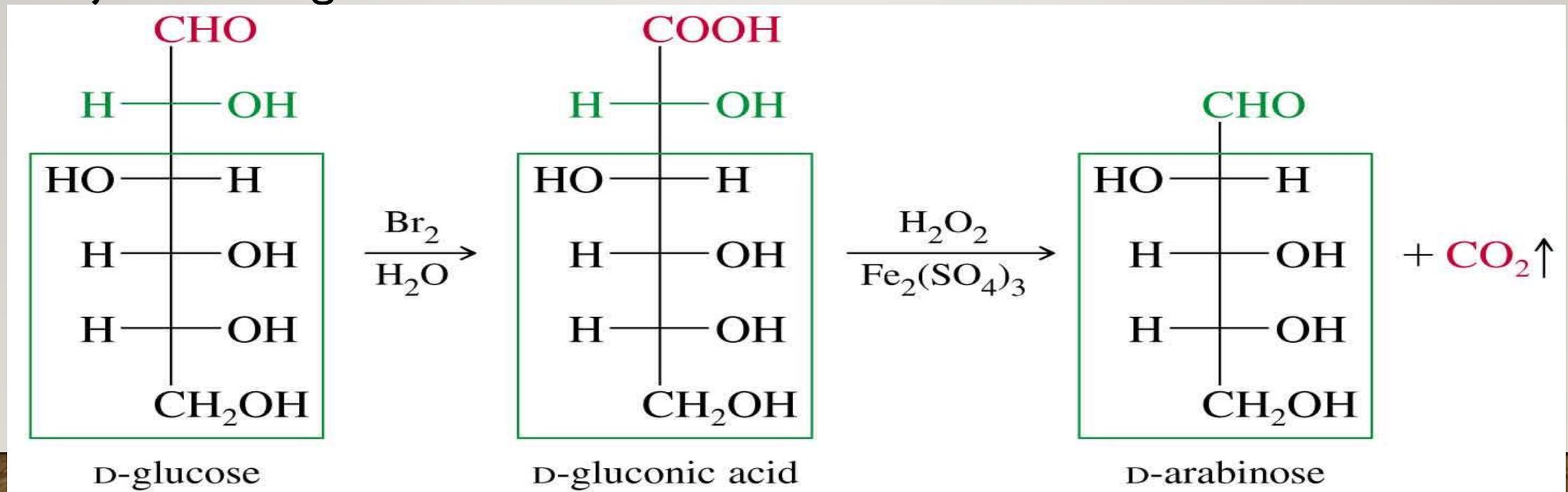
# PEMBENTUKAN OSAZON

- Kedua C1 dan C2 bereaksi dengan fenilhidrazina.



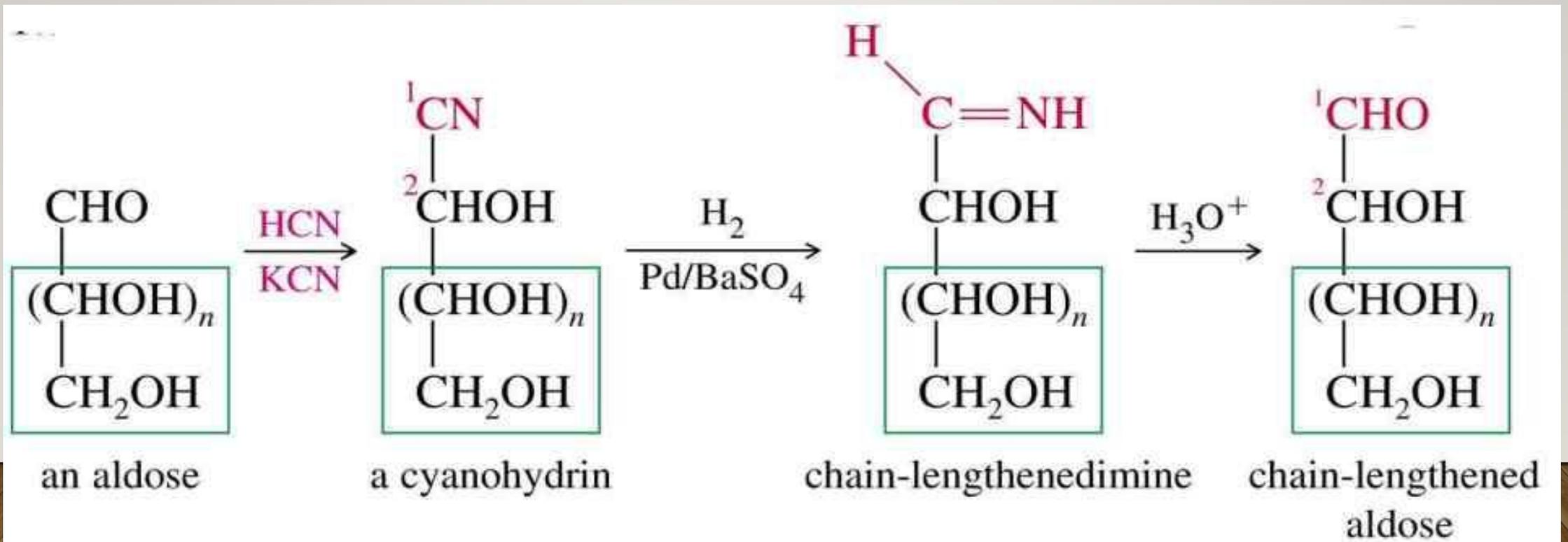
# DEGRADASI RUFF

- Rantai aldosa diperpendek melalui oksidasi aldehida menjadi -COOH, dan dilanjutkan dengan dekarboksilasi.



# SINTESIS KILIANI-FISCHER

- Proses ini memperpanjang rantai aldosa.
- Suatu campuran dari epimer C2 terbentuk.



# PEMBUKTIAN FISCHER

---

- Emil Fischer menentukan konfigurasi di setiap karbon kiral dalam D-glukosa pada tahun 1891, menggunakan degradasi Ruff dan reaksi oksidasi.
- Dia menganggap bahwa -OH berada di kanan pada proyeksi Fischer untuk D-gliseraldehida.
- Dugaannya ternyata benar !

# PROTEIN DAN ASAM AMINO

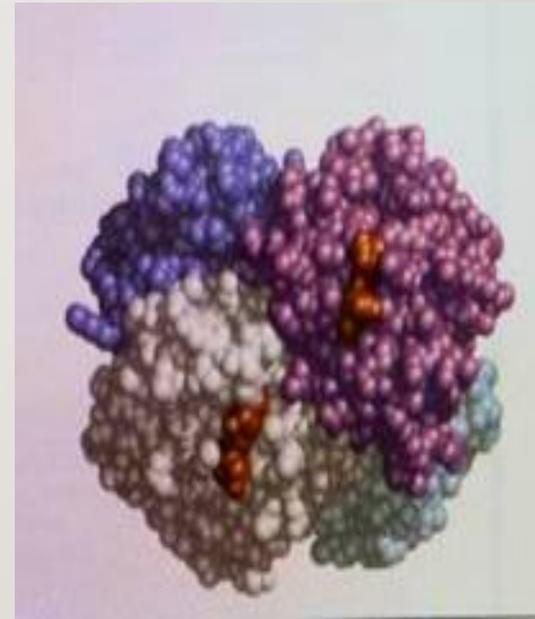
---



- 58 • **Protein** (akar kata *protos* dari bahasa Yunani yang berarti "yang paling utama") adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang kala sulfur serta fosfor. Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua sel makhluk hidup dan virus.
- Protein adalah poli amida dan hidrolisis protein menghasilkan asam amino.

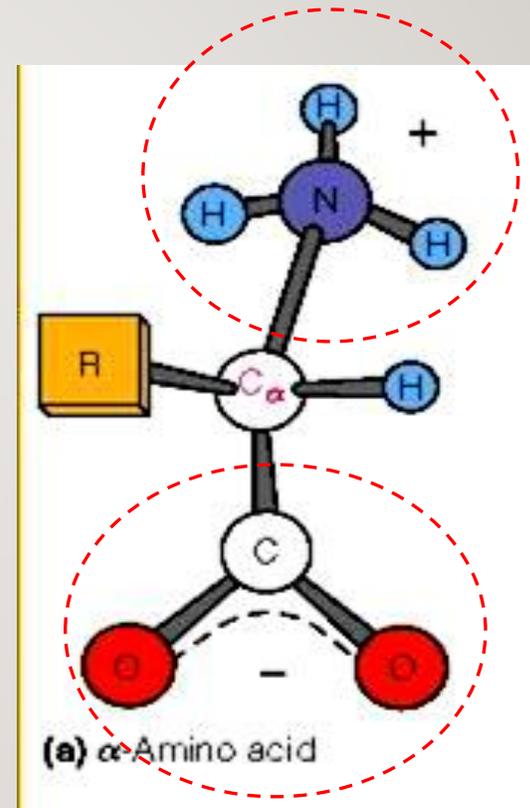
# PROTEIN

- Molekul yg sangat vital untuk organisme  
→ terdapt di semua sel
- Polimer → disusun oleh 20 mcm asam amino standar
- Rantai asam amino dihubungkan dg iktn kovalen yg spesifik
- Struktur & fungsi ditentukan oleh kombinasi, jumlah dan urutan asam amino
- Sifat fisik dan kimiawi → dipengaruhi oleh asam amino penyusunnya

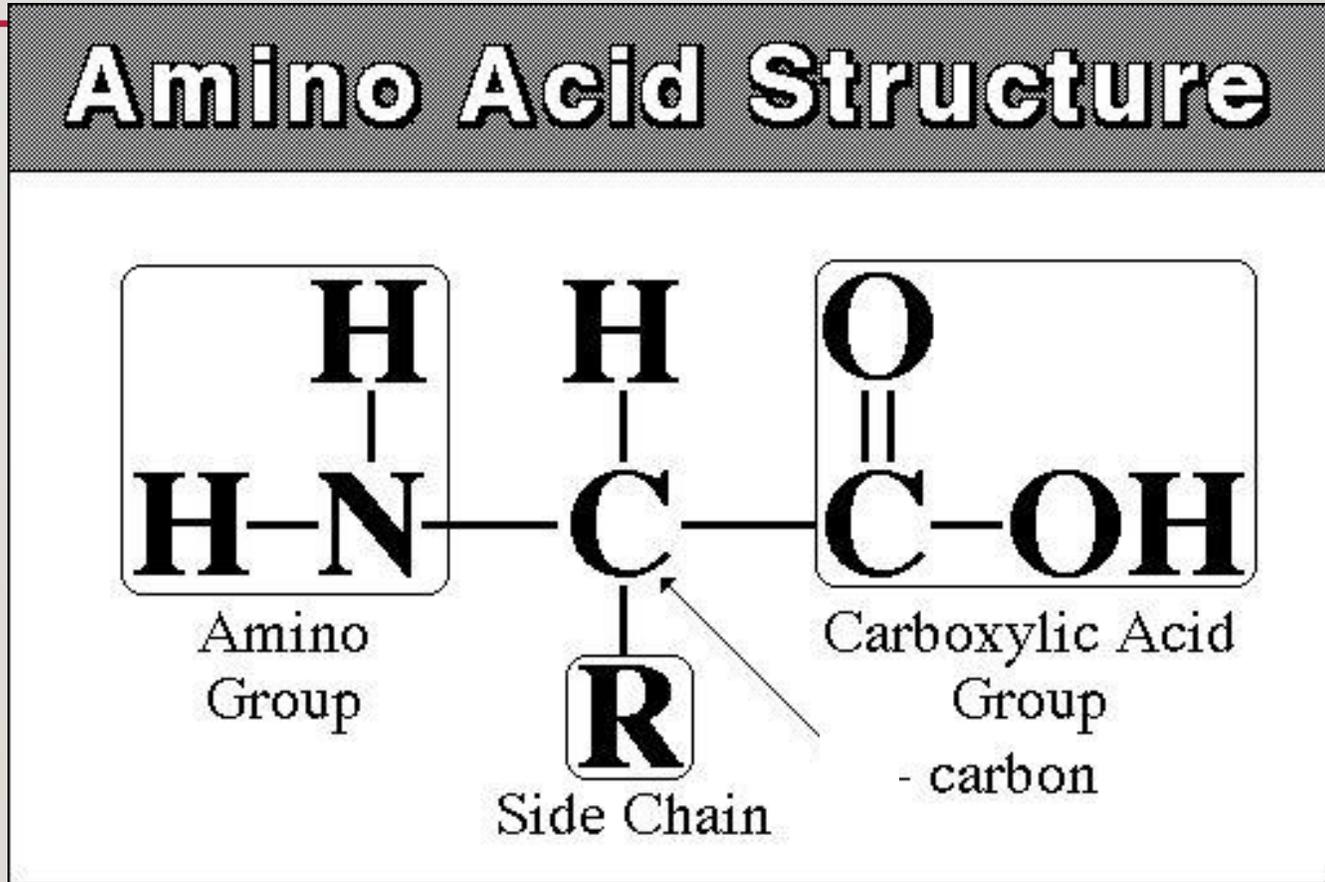


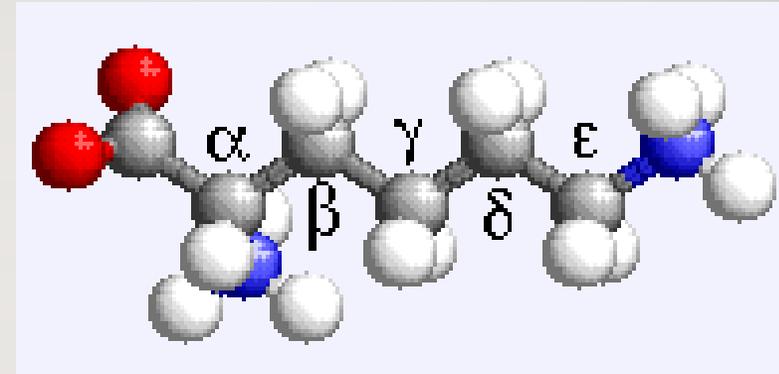
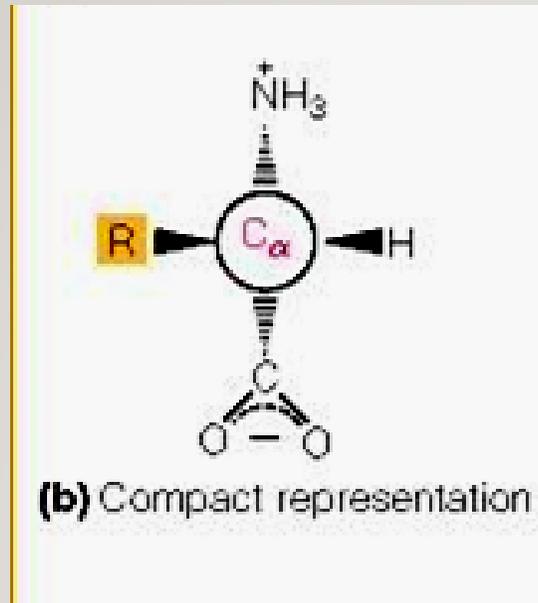
# ASAM AMINO

- merupakan unit penyusun protein
- Struktur:
  - satu atom C sentral yang mengikat secara kovalent:
    - gugus amino,
    - gugus karboksil,
    - satu atom H dan
    - rantai samping (gugus R)



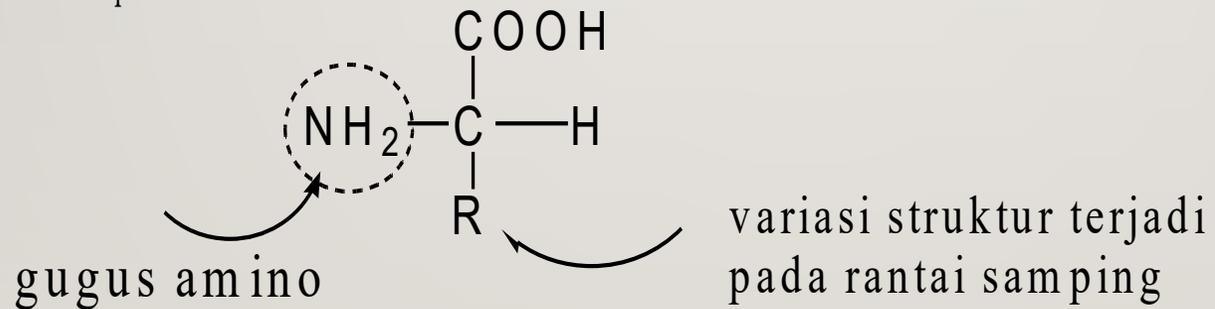
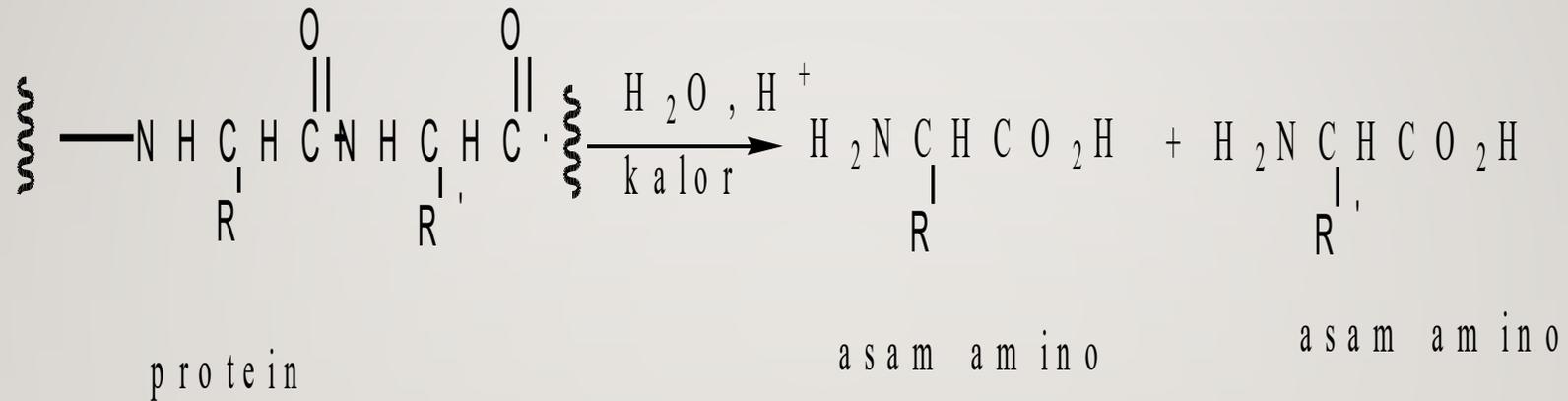
# 61 STRUKTUR ASAM AMINO





- Gugus R  $\rightarrow$  rantai samping yang berbeda-beda pada setiap jenis asam amino
- Gugus R yang berbeda-beda tersebut menentukan:
  - Struktur
  - Ukuran
  - Muatan elektrik
  - Sifat kelarutan di dalam air

# HIDROLISIS PROTEIN DAN STRUKTUR ASAM AMINO



asam  $\alpha$  amino karboksilat

## 64 ASAM AMINO

---

- Asam amino terdiri dari 3 gugus fungsional yaitu gugus asam amino asam (gugus karboksil), asam amino basa (gugus amino) dan asam amino netral (alkil, R).
- Asam amino mempunyai gugus asam sekali gus basa sehingga **bersifat amfoter** (bisa bersifat asam juga bisa bersifat basa).

# ASAM AMINO ESENSIAL

65

- 
- Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak bisa disintesis oleh tubuh makhluk hidup tetapi dibutuhkan untuk metabolisme. Untuk memenuhi kebutuhan asam amino esensial, harus dipenuhi dari makanan yang kita makan. Ada 10 macam asam amino esensial (lihat halaman 365) contohnya adalah: arginina, histidina, isoleusina, leusina, lisina dll.

# SIFAT ASAM AMINO

66

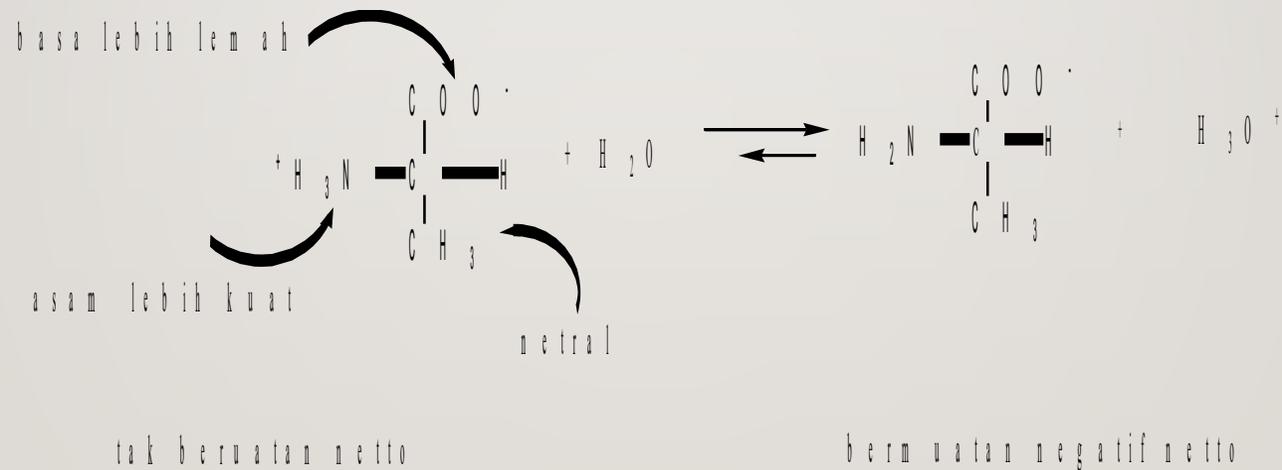


Keasaman  $\text{-NH}_3^+$  lebih kuat dibandingkan dengan kebasaan  $\text{COO}^-$ , akibatnya dalam larutan berair lebih banyak mengandung anion asam amino . Sebagai contoh pada pH 7 alanina bermuatan negatif netto.

# PH ISOELEKTRIK

67

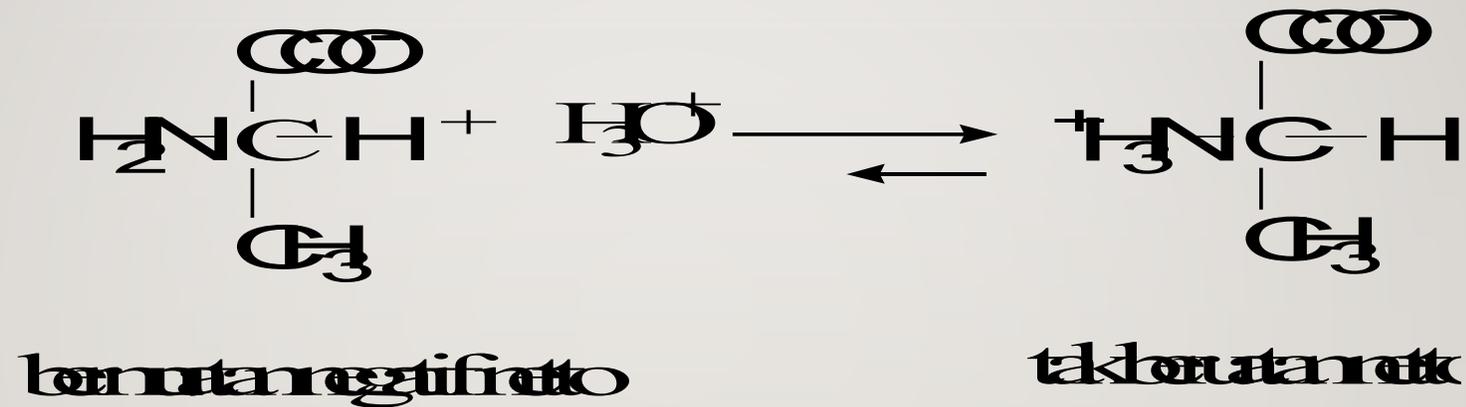
Pada pH 7 alanina bermuatan negatif netto. Apabila ditambahkan asam HCl ke dalam alanina maka pH akan turun dan kesetimbangan akan bergeser sehingga muatan alanina menjadi nol. pH di mana muatan alanina menjadi nol disebut pH isoelektrik dari asam amino tersebut. Ternyata pada pH 6 muatan netto alanina nol dan alanina mengendap.



Suatu komponen bermuatan negatif/positif bersifat tidak dapat mengendap di dalam pelarut tertentu. Jadi alanina pada pH 7 di dalam pelarut air tidak dapat mengendap karena mempunyai muatan negatif netto.

68 PADA PH 6 ALANINA MENGENDAP (TIDAK BERMUATAN NETTO)  
pH 6

---



Mengendap pada pH 6.  
Dikatakan bahwa pH  
isoelektrik alanina adalah 6

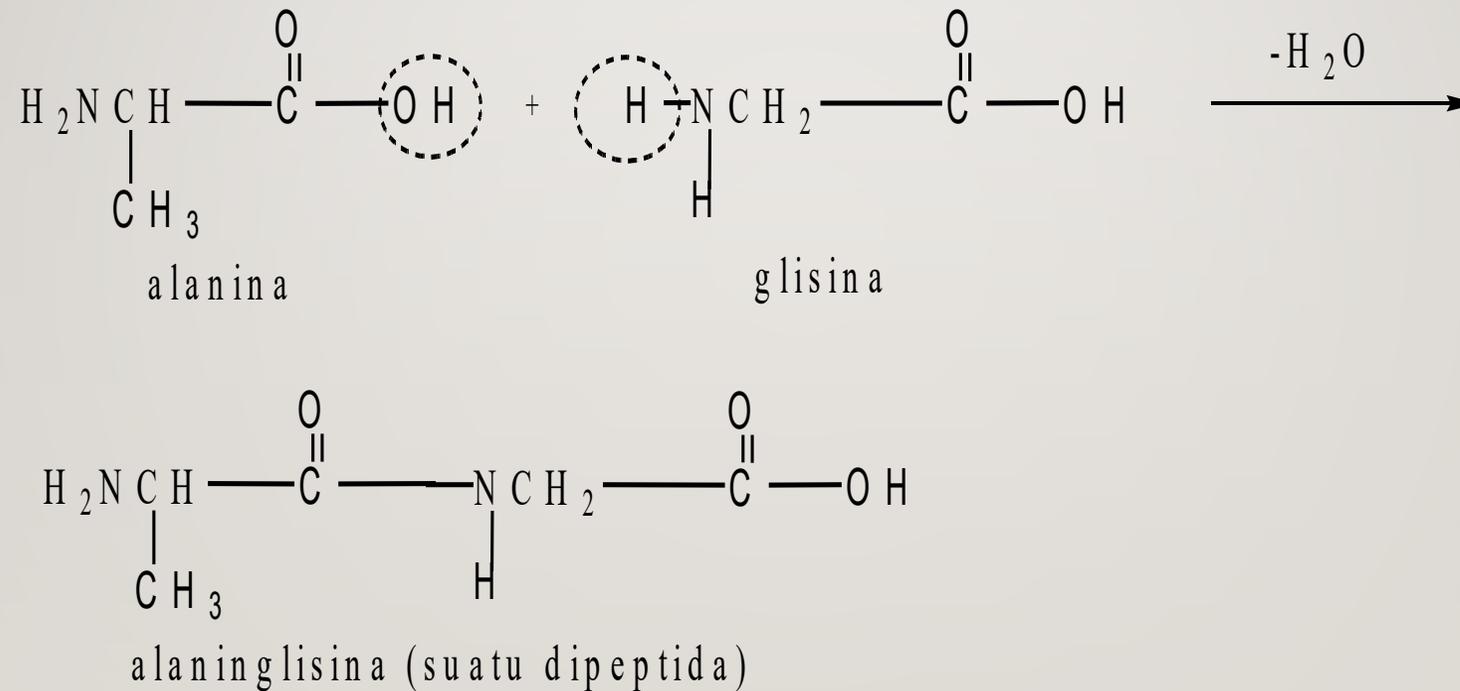
# PEPTIDA

---

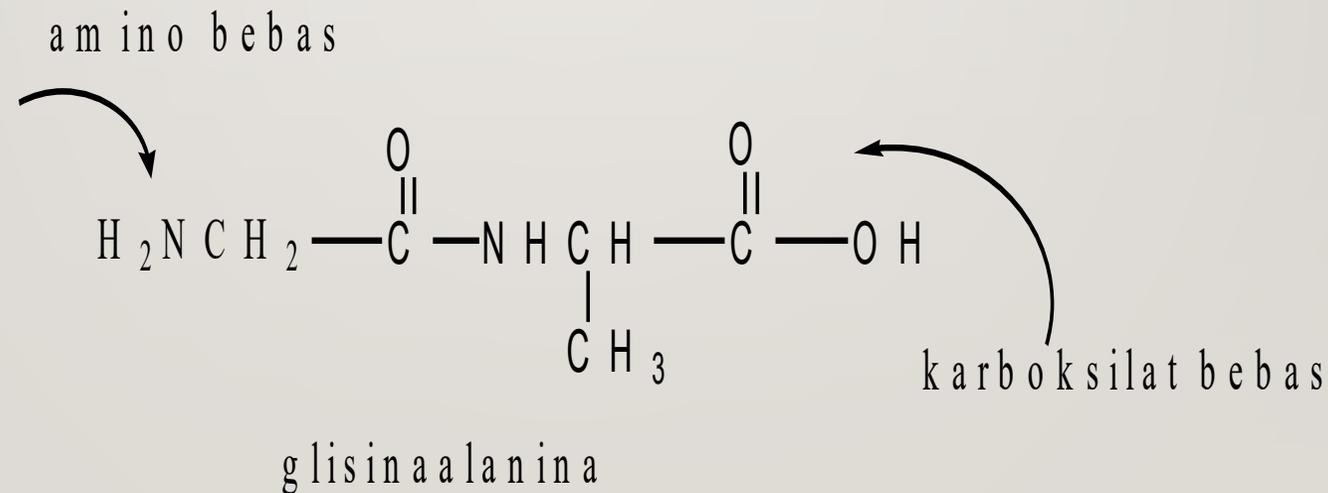
- Peptida adalah gabungan dua monomer asam amino atau lebih dengan ikatan **antara gugus karboksilat dari satu monomer dengan gugus amina dari monomer yang lain**. Ikatan antara gugus **karboksilat** dan gugus **amina** disebut ikatan **peptida**. Dua monomer asam amino (residu) yang bergabung menjadi dimer (peptida) menghasilkan molekul air. Contoh peptida dari alanina dan glicin. Polimer protein yang tersusun dari 2-50 asam amino disebut peptida. Lebih besar dari 50 disebut protein.

# IKATAN PEPTIDA

70



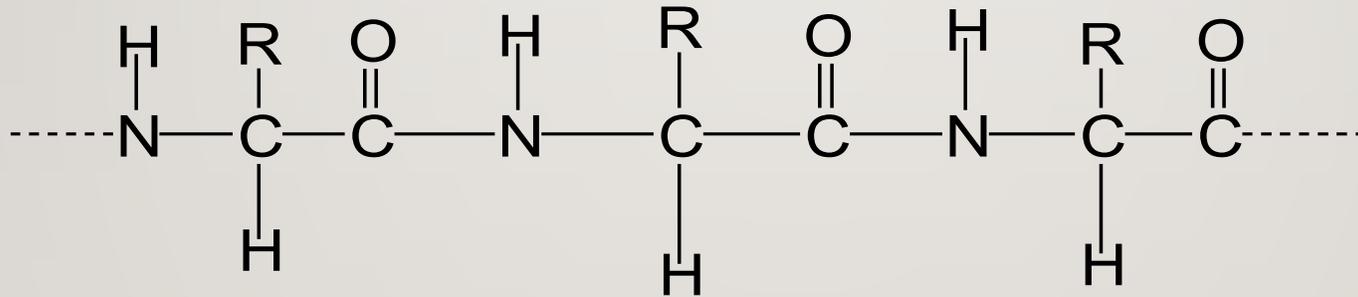
- Dalam dipeptida alaninglisina, residu alanina memiliki gugus amino bebas dan residu glisina mempunyai gugus karboksilat bebas sehingga alanina-glisina dapat digabung menjadi glisina-alanina di mana glisina mempunyai gugus amino bebas dan glisina mempunyai gugus karboksilat bebas.



# PROTEIN

72

- Protein adalah biopolimer yang terdiri dari banyak asam amino yang terikat satu sama lain melalui ikatan peptida (amida). Rentetan asam amino dalam molekul protein disebut **struktur primer protein**



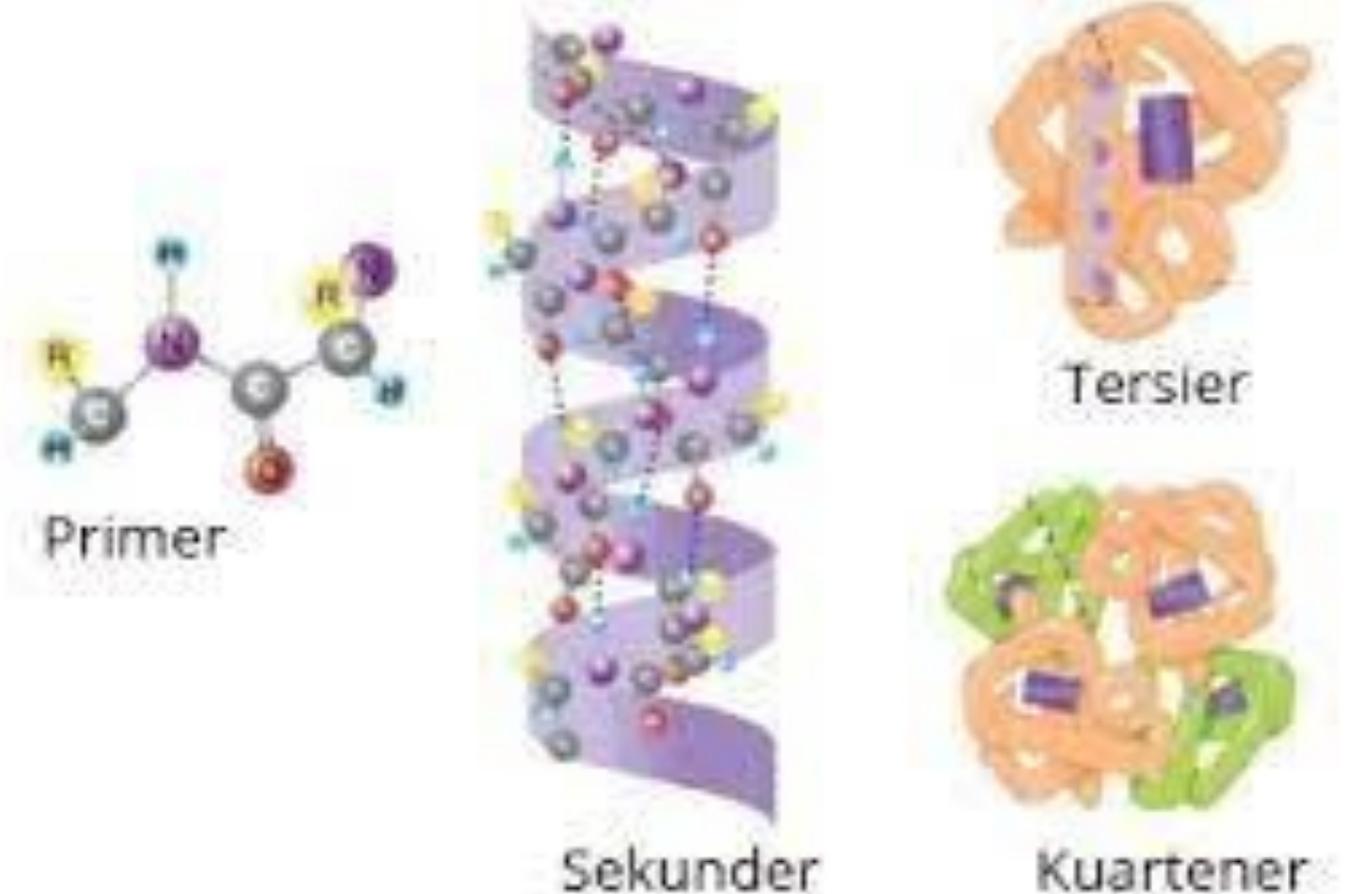
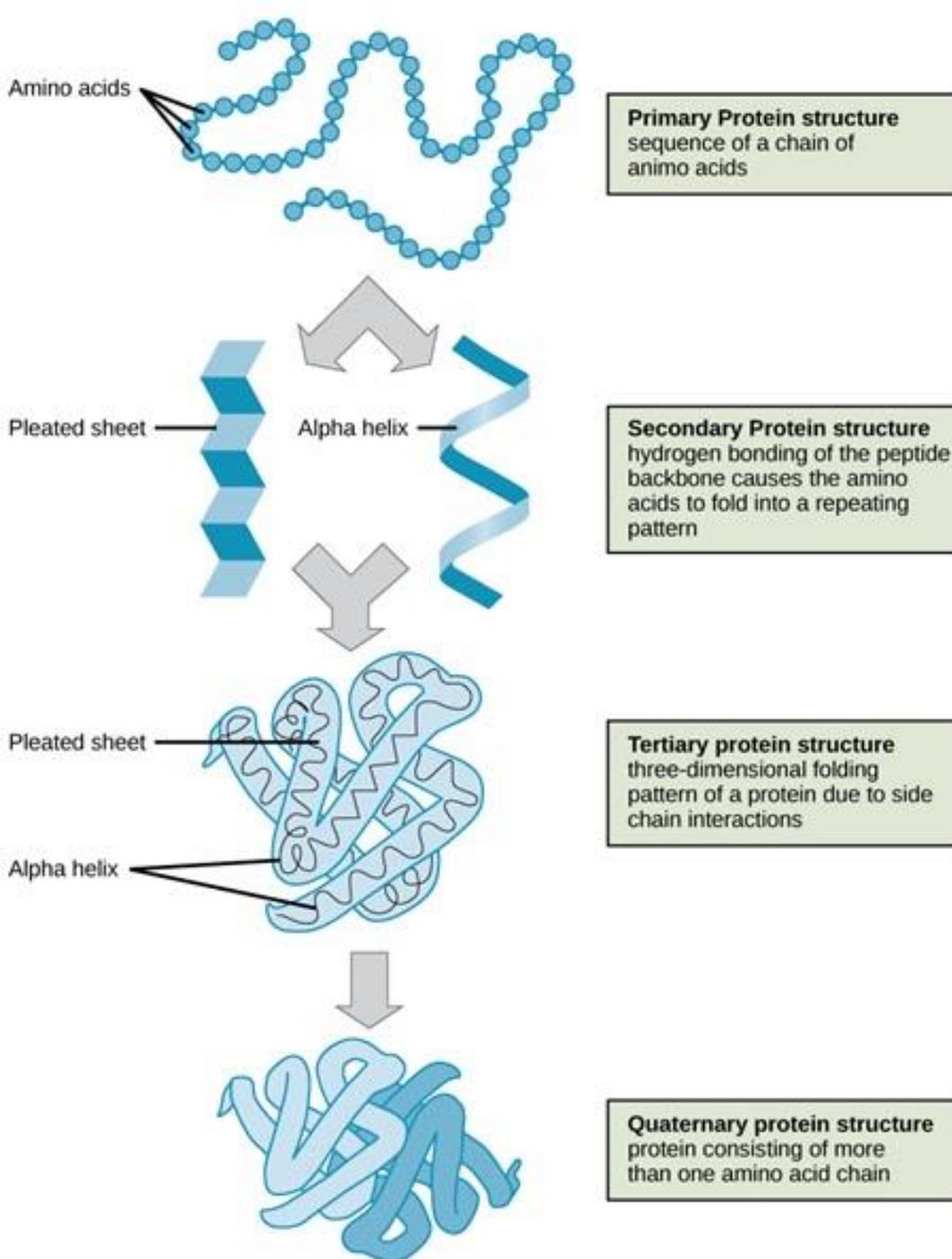
protein (asam amino yang berikatan satu sama lain melalui ikatan peptida)

# STRUKTUR YANG LEBIH TINGGI DARI PROTEIN

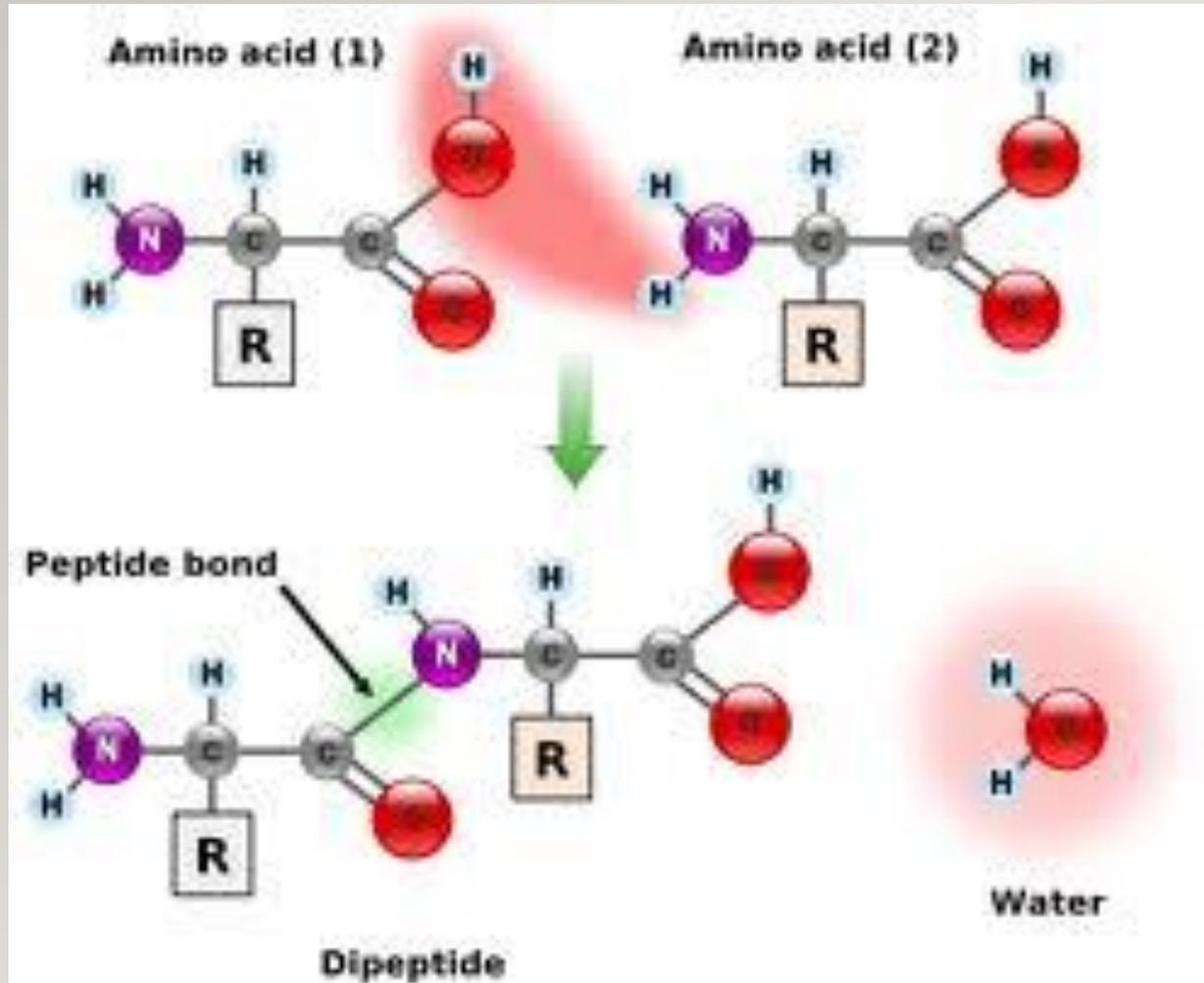
73

- Struktur protein dapat dilihat sebagai hirarki, yaitu berupa struktur primer (tingkat satu), sekunder (tingkat dua), tersier (tingkat tiga), dan kuartener (tingkat empat). Struktur **primer protein** merupakan urutan asam amino penyusun protein yang dihubungkan melalui ikatan peptida (amida). Sementara itu, struktur sekunder protein adalah **struktur tiga dimensi lokal** dari berbagai rangkaian asam amino pada protein yang distabilkan oleh ikatan hidrogen. Berbagai bentuk struktur sekunder misalnya ialah sebagai berikut:
  - **alpha helix** ( $\alpha$ -helix, "puntiran-alfa"), berupa pilinan rantai asam-asam amino berbentuk seperti spiral;
  - **beta-sheet** ( $\beta$ -sheet, "lempeng-beta"), berupa lembaran-lembaran lebar yang tersusun dari sejumlah rantai asam amino yang saling terikat melalui ikatan hidrogen atau ikatan tiol (S-H);
  - **beta-turn**, ( $\beta$ -turn, "lekukan-beta"); dan
  - **gamma-turn**, ( $\gamma$ -turn, "lekukan-gamma").
- **Gabungan dari aneka ragam dari struktur sekunder** akan menghasilkan struktur tiga dimensi yang dinamakan struktur tersier. Struktur tersier biasanya berupa gumpalan. Beberapa molekul protein dapat berinteraksi secara fisik tanpa ikatan kovalen membentuk oligomer yang stabil (misalnya dimer, trimer, atau kuartomer) dan membentuk struktur kuartener. Gambaran dari pengaturan sub-unit atau promoter protein dalam ruang. Struktur ini memiliki dua atau lebih dari sub-unit protein dengan struktur tersier yang akan membentuk protein kompleks yang fungsional

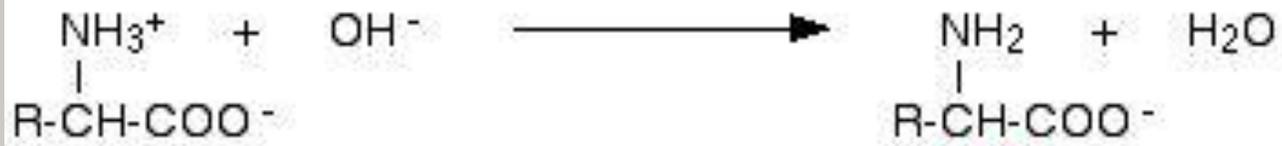
# STRUKTUR PROTEIN



# REAKSI YANG TERJADI ANTAR ASAM AMINO



Reaksi asam basa dapat dikenakan pada asam amino. Asam amino memiliki gugus (-NH<sub>2</sub>) dan asam karboksilat (-COOH). Namun kedua gugus fungsi ini dapat menjadi ion -NH<sub>3</sub><sup>+</sup> dan -COO<sup>-</sup>



Asam amino  
kondisi/suasana basa

Notice that this is now a negative ion  
- no longer a zwitterion.



Asam amino  
kondisi/suasana asam

Notice that this is now a positive ion  
- no longer a zwitterion.

# Zwitterion asam amino

Pada kondisi basa, atom hydrogen pada gugus  $\text{NH}_3^+$  akan terlepas sehingga asam amino menjadi **bermuatan negatif**

Pada kondisi asam, atom hydrogen pada akan berikatan dengan gugus  $\text{COO}^-$  sehingga amino **menjadi bermuatan positif**

---

## Fungsi Protein

- Sumber energi
- Pembentukan dan perbaikan sel dan jaringan
- Sebagai sintesis hormon, enzim, dan antibodi
- Pengatur keseimbangan kadar asam basa dalam sel

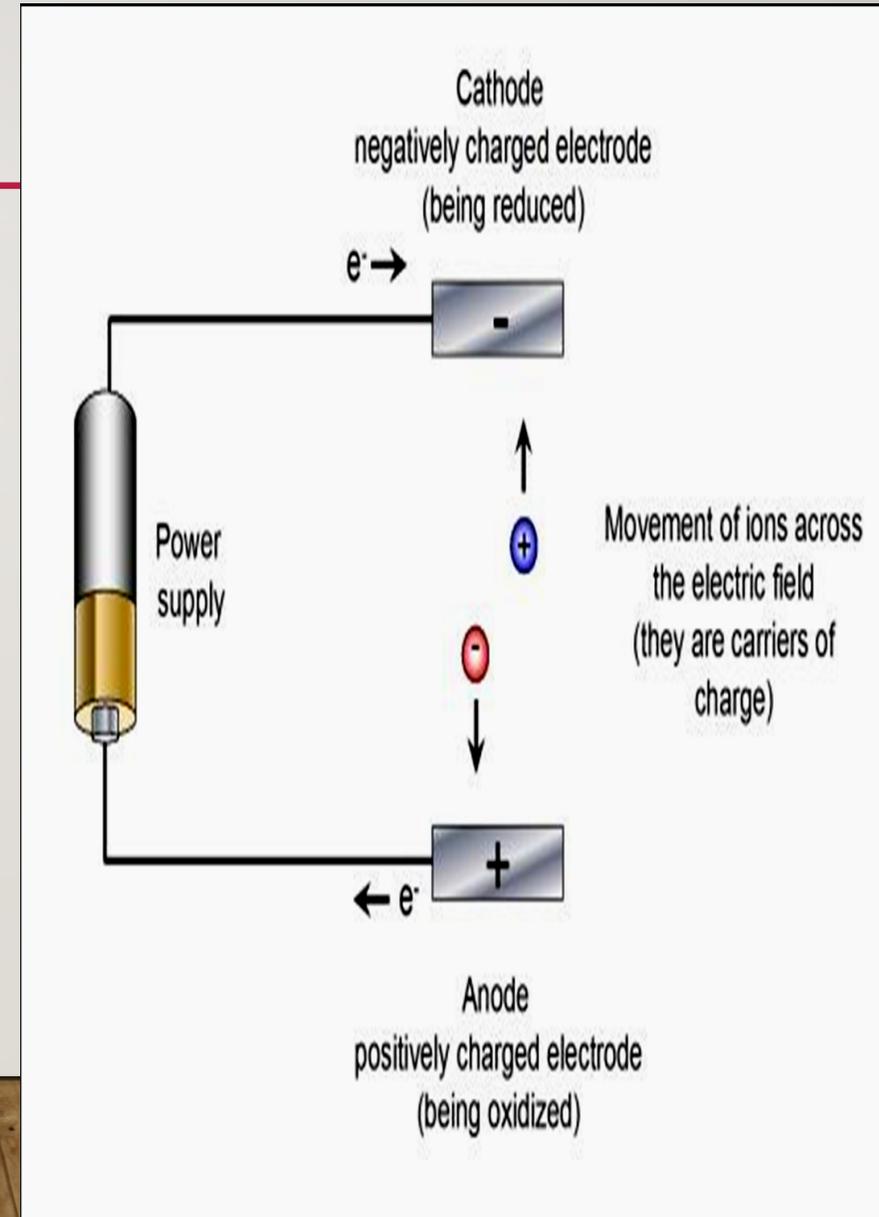
## DENATURASI PROTEIN

---

- Denaturasi protein adalah hilangnya sifat-sifat yang lebih tinggi, oleh karena terganggunya **ikatan hidrogen dan gaya-gaya sekunder** lainnya dalam molekul protein. Salah satu penyebab denaturasi protein adalah **suhu**. Contohnya adalah putih telur mengandung protein albumin larut. Apabila dipanaskan albumin membuka lipatan dan mengendap. Denaturasi juga bisa disebabkan oleh **perubahan pH** apabila protein dikondisikan pada pH isoelektriknya, protein akan mengendap. Contohnya susu menjadi asam karena perubahan pH yang disebabkan oleh pembentukan asam laktat menyebabkan penggumpalan protein susu.

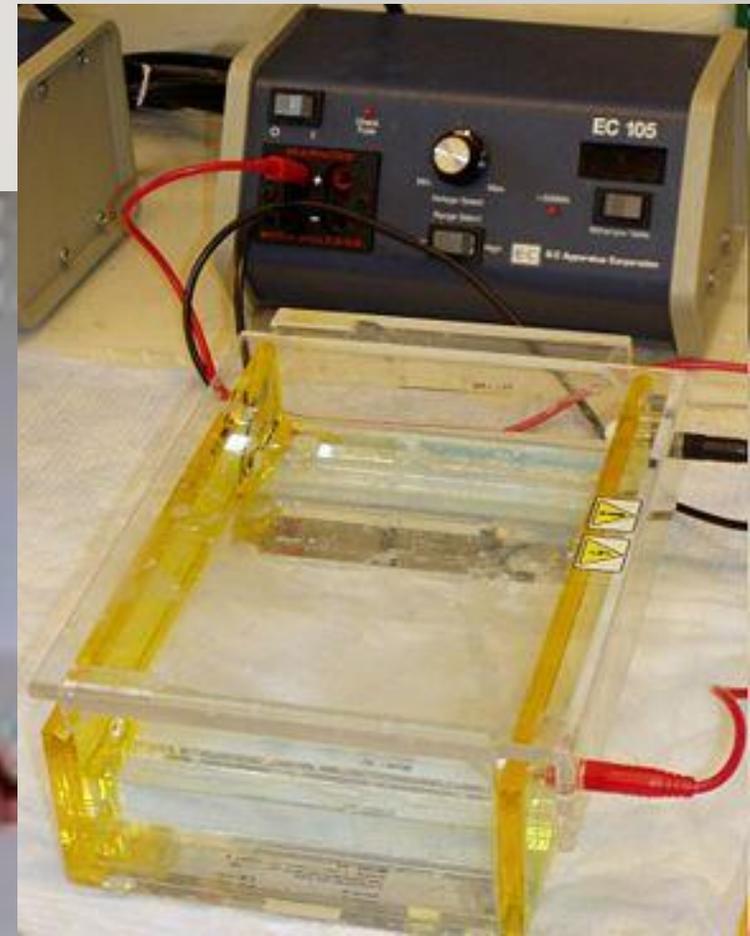
# ELEKTROFORESIS

- Teknik Elektroforesis adalah suatu **metode pemisahan partikel (biomolekul) bermuatan** di dalam media yang diberi arus atau medan listrik.
- Dengan teknik ini partikel bermuatan akan bergerak menuju elektroda yang memiliki muatan yang berlawanan
  - Anoda (elektroda '+') menarik anion
  - Katoda (elektroda '-') menarik kation
- Pemisahan memerlukan fase gerak → buffer.
- Buffer yang biasa digunakan adalah:
  - TBE = Tris borate EDTA
  - TAE = Tris acetate EDTA
- Tidak hanya menyediakan kondisi pH yang sesuai tetapi juga menyediakan ion untuk membantu konduktivitas

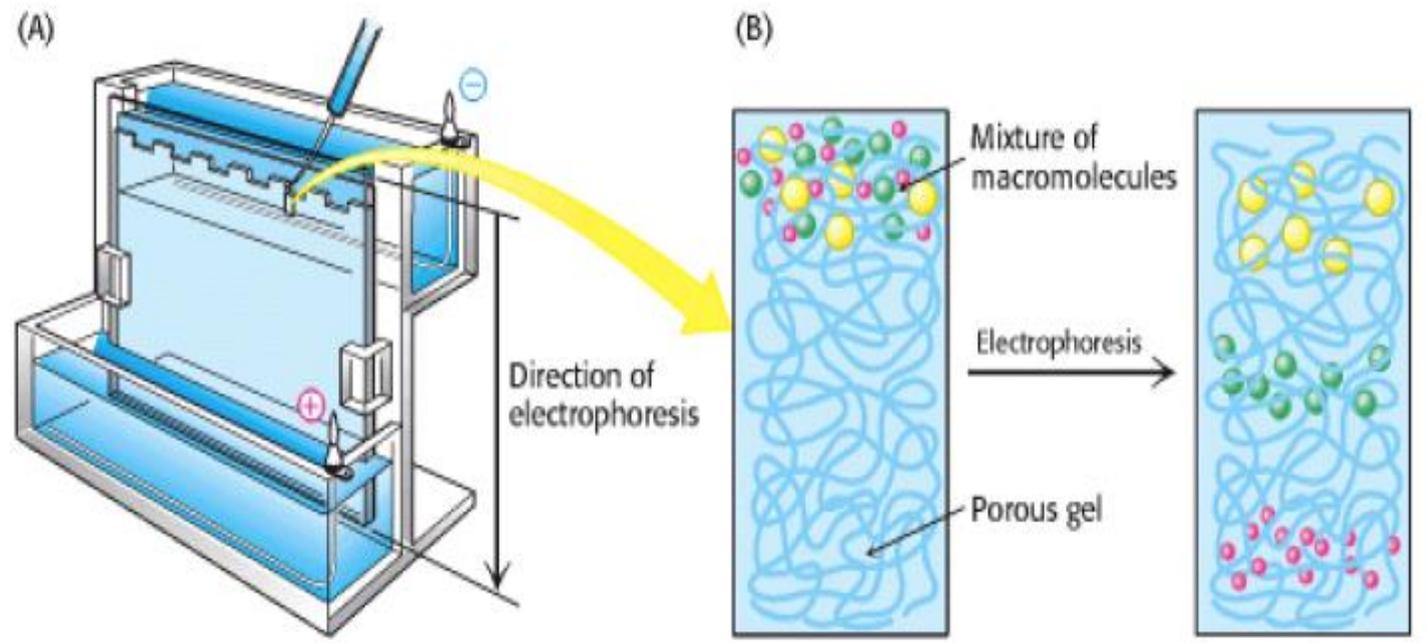
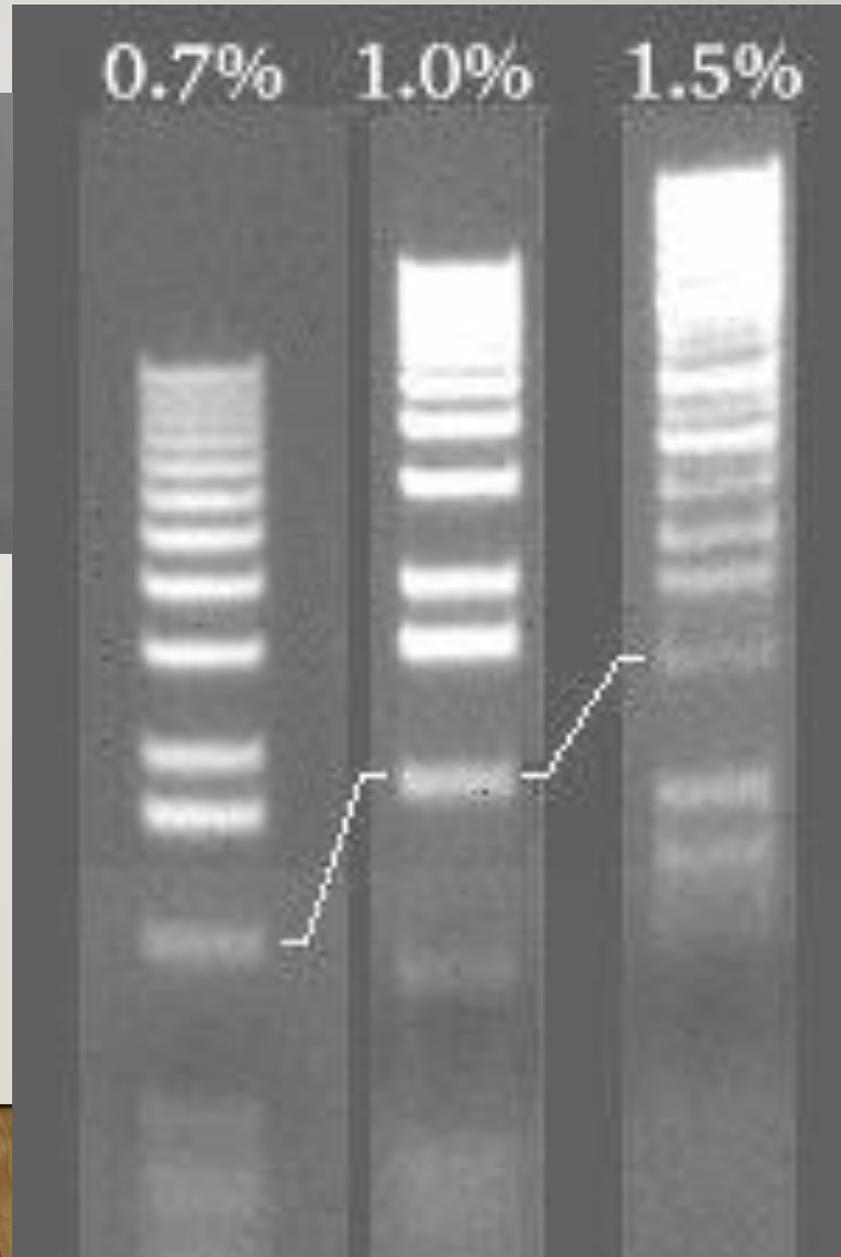
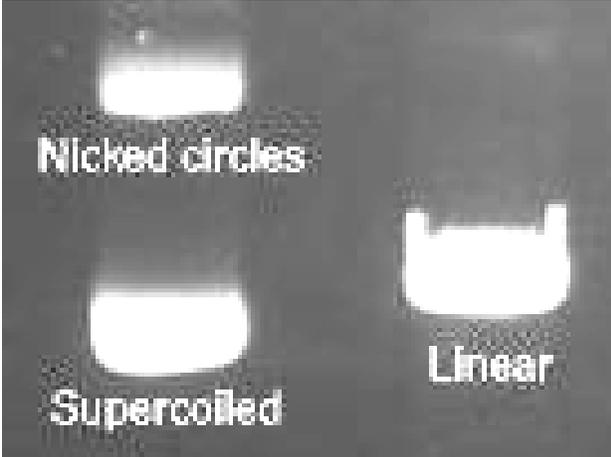
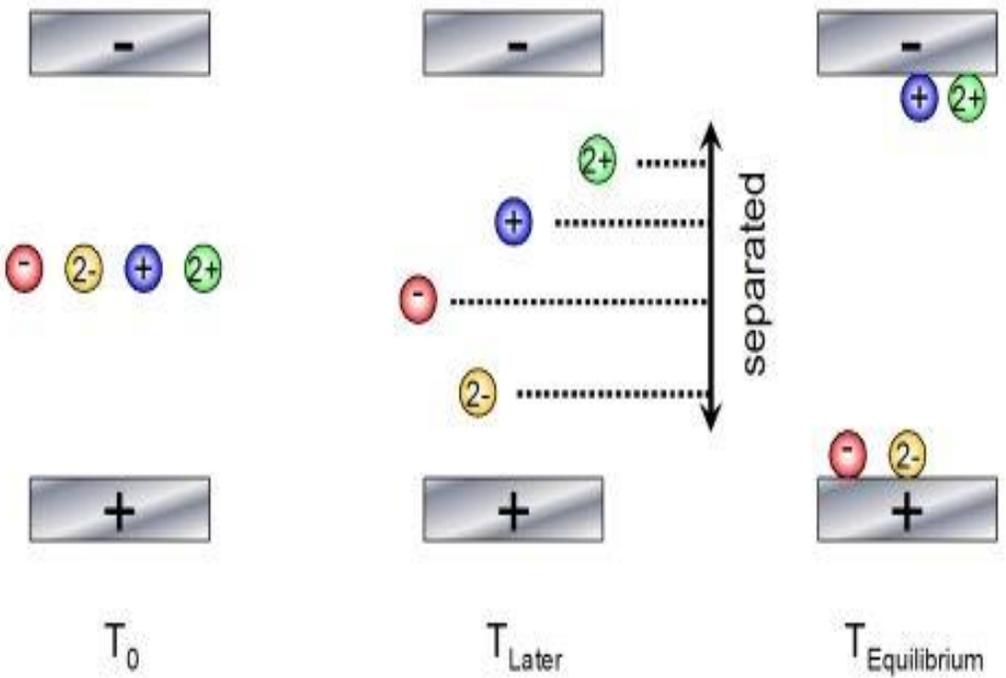


# ELEKTROFORESIS

- fase diam / matrix yang biasa digunakan adalah gel.
- Macam gel yang biasa digunakan dalam elektroforesis
  - poliakrilamid
  - agarosa
- Perambatannya:
  - Vertikal
  - horizontal



# ELEKTROFORESIS



---

**TERIMA KASIH**





**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA**

**UJIAN AKHIR SEMESTER GENAP (II) TA 2024/2025**

**PROGRAM STUDI S-1 FARMASI**

|                  |   |               |
|------------------|---|---------------|
| Mata Kuliah      | : | KIMIA ORGANIK |
| Dosen            | : |               |
| Hari/Tanggal     | : | , Juli 2025   |
| Waktu            | : | 120 menit     |
| Tingkat/semester | : | II / genap    |

**Soal Pilihan ganda (nilai 2 masing-masing nomor)**

1. Suatu senyawa dikategorikan sebagai lemak lipid apabila memiliki sifat seperti dibawah ini kecuali
  - a. Bersifat non polar dan larut dalam pelarut organik non polar seperti heksan
  - b. Tersusun dari atom utama C,H,O
  - c. Larut baik dalam air
  - d. Memiliki gugus ester dari asam karboksilat
2. Struktur molekul asam lemak yang memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik pada kepala dan ekor molekul disebut ..
  - a. Gugus lipofilik
  - b. Gugus aktif
  - c. Gugus lipofobik
  - d. Gugus amfipatik
3. Untuk melihat berat mol rata-rata lemak atau asam lemak biasanya dilihat dari .....

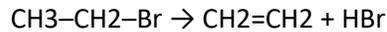
  - a. Angka iodium
  - b. Angka penyabunan
  - c. Angka asam
  - d. Angka lemak

4. Yang bukan merupakan gula reduksi adalah
  - a. Glukosa
  - b. Fruktosa
  - c. Galaktosa
  - d. Sukrosa
5. Ikatan yang terjadi antara beberapa monomer asam amino untuk membentuk protein adalah.
  - a. Ikatan esterifikasi
  - b. Ikatan peptida
  - c. Ikatan nitrogen
  - d. Ikatan sulfida

6. Reaksi penambahan gugus pada ikatan rangkap dengan cara memutuskan ikatan rangkap pada alkena dan alkuna disebut reaksi....

- a. Adisi
- b. Substitusi
- c. Oksidasi
- d. Eliminasi

7. Perhatikan reaksi kimia senyawa hidrokarbon berikut.



Jenis reaksi di atas adalah....

- a. Adisi
- b. Substitusi
- c. Oksidasi
- d. Eliminasi

8. Hasil dari reaksi antara Propana dan Br<sub>2</sub> adalah....

- a. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl + HCl
- b. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Br + HBr
- c. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Br + HBr
- d. CH<sub>3</sub>Br + HBr

9. Produk utama hasil reaksi dari CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub> + HCl --> .....

Jika memenuhi kaidah Markovnikov adalah....

- a. CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CHCl
- b. CH<sub>3</sub>-CHCl-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>
- c. CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CHCl-CH<sub>3</sub>
- d. CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CHCl-CH<sub>3</sub>

10. Produk utama hasil reaksi dari 1-pentena dengan HBr menggunakan katalis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adalah....

- a. 2-bromo-pentana
- b. 1-bromo-pentana
- c. 1-bromo-pentena
- d. 2-bromo-pentena

11. Reaksi adisi adalah reaksi penambahan gugus pada ikatan rangkap dengan cara memutuskan ikatan rangkap pada alkena dan alkuna. Terdapat beberapa jenis reaksi adisi, salah satunya reaksi adisi asam halida. Adisi jenis ini harus memenuhi kaidah Markovnikov, yaitu atom hidrogen dari asam halida akan terikat pada atom C yang mengikat atom hidrogen lebih banyak. Produk utama yang dihasilkan dari reaksi 3-metil-1-butena dengan HCl melalui reaksi adisi adalah....
- 1-kloro-3-metilbutena
  - 2-kloro-3-metilbutena
  - 2-kloro-3-metilbutana
  - 2-kloro-3-metilbutuna
12. Hasil adisi 1-pentena dengan asam bromida adalah ....
- 2-bromopentana
  - 3-bromopentana
  - 1-bromopentana
  - 2,3-dibromopentana
13. Reaksi pembentukan 1-butena dari butana termasuk reaksi . . . .
- adisi
  - oksidasi
  - substitusi
  - eliminasi
14. Di antara reaksi-reaksi berikut yang termasuk reaksi substitusi adalah . . . .
- $C_2H_4 + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 2 H_2O$
  - $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr$
  - $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$
  - $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$
15. Di antara reaksi berikut yang **tidak** mengikuti aturan Markovnikov yaitu . . . .
- Propena + HBr  $\rightarrow$  2-bromopropana
  - 1-butena + HBr  $\rightarrow$  2-bromobutana
  - 2-pentena + HBr  $\rightarrow$  2-bromopentana
  - 2-butena + HCl  $\rightarrow$  2-kloro-butana
16. Senyawa alkena dapat mengalami reaksi adisi elektrofilik. Pernyataan yang benar mengenai adisi elektrofilik pada alkena adalah ...
- transformasi elektron pada ikatan tunggal
  - terjadinya pemutusan ikatan rangkap dua menjadi ikatan tunggal
  - reaksi terjadi selalu dengan pembentukan karbokation
  - pembentukan ikatan tunggal menjadi ikatan rangkap tiga

17. Adisi elektrofilik dari alkena dengan hidrogen halida dengan aturan Markovnikov akan menghasilkan alkil halida atau halo alkana. Bahan dasar pembuatan produk senyawa 2-bromo-2-metilbutana adalah ....
- 2-bromo-2-metilbutanal
  - 2-bromo-2-metil-1-butena
  - 2-metil-2-bromo-2-butena
  - 2-bromo-2-metil-2-butena
18. Senyawa 3-metil-1 butena jika direaksikan dengan asam klorida sebagai elektrofil akan terbentuk senyawa 2-kloro-2-metilbutana dan .....
- 2-metil-2-klorobutana
  - 3-metil-1-klorobutana
  - 2-kloro-3-metilbutana
  - 1-kloro-3-metilbutana
19. Reagen yang digunakan dalam proses adisi elektrofilik dari alkena adalah ...
- KCl
  - NaCl
  - HBr
  - MgBr
20. Pada karbokation tertier; sekunder; primer, dan metil. Urutan stabilitas karbokation dari paling stabil hingga kurang stabil...
- Tertier, sekunder, primer, metil
  - Sekunder, primer metil, tertier
  - Primer, metil, tertier, sekunder
  - Metil; primer; sekunder; dan tertier
21. Pada senyawa metil; primer; sekunder; dan tertier. Urutan reaktifitas substrat diatas untuk mekanisme reaksi SN2 adalah...
- Tertier, sekunder, primer, metil
  - Sekunder, primer metil, tertier
  - Primer, metil, tertier, sekunder
  - Metil; primer; sekunder; dan tertier
22. Reaksi substitusi nukleofilik yang mekanismenya dengan dua langkah dikenal sebagai ....

- a. SN1
  - b. SN2
  - c. E1
  - d. E2
23. Reaksi yang mungkin terjadi jika tert-butyl klorida direaksikan dengan NaOH adalah...
- a. SN1
  - b. SN2
  - c. E1
  - d. E2
24. Pada reaksi SN2, reaktivitas gugus pergi sangat berpengaruh pada reaksi ini. Berikut urutan gugus pergi yang paling reaktif hingga paling rendah adalah ....
- a. Iodin, bromin, klorin, hidroksil
  - b. Bromin, klorin, hidroksil, iodin
  - c. Klorin, hidroksil iodin, bromin
  - d. Hidroksil, iodin, bromin, klorin
25. Hasil adisi HCl terhadap 2-etil-1-butena berupa...
- a. 2-kloro-2-metilpentana
  - b. 1-kloro-2-etilbutana
  - c. 3-kloro-3-metilpentana
  - d. 2-kloro-2-etilbutana
26. molekul yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan bersifat sangat reaktif disebut dengan .....
- a. Radikal Bebas
  - b. Antioksidan
  - c. Molekul Stabil
  - d. Elektron
27. Struktur glukosa atau karbohidrat dapat digambarkan dalam berbagai bentuk. Salah satunya adalah bentuk siklik atau cincin sederhana, yang disebut dengan...
- a. Proyeksi Fisher
  - b. Proyeksi Haworth
  - c. Konfigurasi kursi
  - d. Konfigurasi perahu

28. Suatu karbohidrat dengan pereaksi Fehling akan memberikan endapan merah bata dan jika dihidrolisis akan menghasilkan dua macam karbohidrat yang berlainan. Karbohidrat yang dimaksud adalah....
- maltosa
  - sukrosa
  - amilum
  - laktosa
29. Protein merupakan polimer dari asam amino. Gugus fungsi yang ada di dalam asam amino adalah...
- $-\text{COOH}$  &  $-\text{NH}_2$
  - $-\text{OH}$  &  $-\text{COOH}$
  - $\text{NH}_3$  &  $-\text{COOH}$
  - $-\text{CO}-$  &  $-\text{NH}_2$
30. Sifat dari asam amino yang gugus R nya Polar adalah...
- Hydrophilic
  - Selalu berinteraksi dengan lipid
  - Mempunyai gugus R alifatik
  - Mempunyai gugus R yang tidak bermuatan
31. Struktur protein yang disebabkan oleh ikatan-ikatan hydrogen dan berhubungan dengan bentuk tiga dimensi dari protein tersebut adalah ...
- Struktur tiga dimensi
  - Struktur kuartener
  - Struktur Tersier
  - Struktur Sekunder
32. Larutan protein dapat bereaksi dengan asam maupun basa. Ini menunjukkan bahwa protein bersifat.....
- Netral
  - Amfoter
  - Asam lemah
  - Basa lemah
33. Ikatan peptida antar asam-asam amino pada protein terjadi antara gugus....
- R dengan -OH
  - COOH dengan  $-\text{NH}_2$
  - R dengan  $-\text{NH}_2$

- d. -R dengan -COOH
34. Yang dimaksud dengan asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang memiliki.....
- Ikatan karbon tunggal
  - Ikatan rangkap (dua dan tiga)
  - Ikatan hydrogen
  - Ikatan lipopeptide
35. Asam nukleat disusun oleh monomer<sup>2</sup> yang disebut nukletida. Berikut ini yang bukan penyusun dari nukleotida adalah
- Basa nitrogen
  - Gula pentose
  - Gugus Pospat
  - Gugus nitrat

**Soal Assay. (Nilai 5 masing-masing nomor).**

- Jelaskan perbedaan **lemak** jenuh dengan lemak tak jenuh? mana yang lebih mudah terjadi reaksi **adisi** maupun oksidasi.
- Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya reaksi eliminasi E1 dan E2?
- Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya reaksi **Substitusi Nukleofilik1** atau SN1
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \dots\dots\dots?$ 
  - Hasil reaksi dari **reaksi tersebut diatas**
  - Hasil reaksi jika ditambahkan **peroksida sebagai katalis**
- Jelaskan tahapan reaksi (tahap 1 sampai 3) **reaksi kondensasi** 2 senyawa etanol menggunakan katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Protein/asam amino dapat bertindak sebagai **zwitterion**, jelaskan dan berikan contohnya. Jelaskan apa yang dimaksud dengan **pH isoelektrik** pada protein.



## SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA

SK. Menkes RI No. 12/Kep/Diknakes/II/90 Tgl 3 Februari 1990

SK Kemenristekdikti No. 739/KPT/I/2019 Tgl 20 Agustus 2019

Jl. Bener No. 26 Tegalrejo Yogyakarta-Indonesia Kode Pos 55243 Telp. (0274) 587402, 587208

Website : [www.stikes-notokusumo.ac.id](http://www.stikes-notokusumo.ac.id) e-mail : [info@stikes-notokusumo.ac.id](mailto:info@stikes-notokusumo.ac.id)

### ISI PRESENSI MAHASISWA FARMASI 2024 GENAP

Mata kuliah : FAR6250224 - Kimia Organik

Nama Kelas : 1A-FR

| No              | NIM       | NAMA                           | TATAP MUKA        |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                  |                   |
|-----------------|-----------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                 |           |                                | 11<br>Apr<br>2025 | 18<br>Apr<br>2025 | 25<br>Apr<br>2025 | 3<br>Mei<br>2025 | 16<br>Mei<br>2025 | 23<br>Mei<br>2025 | 27<br>Mei<br>2025 | 28<br>Mei<br>2025 | 4<br>Jun<br>2025 | 20<br>Jun<br>2025 |
| Peserta Reguler |           |                                |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                  |                   |
| 1               | F52023359 | APRIL KAMBU                    | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 2               | F52023376 | GRASYA HILEN ELO               | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 3               | F52023379 | LINDA                          | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 4               | F62024400 | ABIYASHA PRIYA JANITRA         | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 5               | F62024401 | ADYA HAWANI                    | H                 | H                 | H                 | H                | A                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 6               | F62024402 | Afrilia Dyah Nastiti           | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 7               | F62024403 | Ahira Maharani Rambu Djotti    | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 8               | F62024404 | Aljesika Kurnia Maha           | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | A                 | H                 | H                | H                 |
| 9               | F62024405 | Ani Murni Giawa                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 10              | F62024406 | Anisa Eka Sri Wardani          | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 11              | F62024407 | BERNADETA APRILIANA            | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 12              | F62024408 | DELFI PUTRI ANANTA             | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 13              | F62024409 | Elsa Wulan Ndari               | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 14              | F62024410 | Destra Maharani                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 15              | F62024411 | EKA                            | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 16              | F62024412 | Elena Rambu Deta Marista Wudi  | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 17              | F62024413 | FAIRUZ RAIDZA ANWAR            | H                 | A                 | H                 | A                | A                 | I                 | A                 | H                 | H                | I                 |
| 18              | F62024414 | FARAH ROIHANATUL JANNAH        | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 19              | F62024416 | Hafidzah Maisaroh              | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 20              | F62024417 | Ika Nur Rahmawati              | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 21              | F62024418 | Indri Sintia Lalo              | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 22              | F62024419 | JENITA GELLMARIA SIHOMBING     | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 23              | F62024420 | JOHANA LEONADA M DONA          | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | A                 | H                 | H                | H                 |
| 24              | F62024421 | Mimi Mince Boysina Pohwainjaan | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |

|    |           |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|-----------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | F62024422 | LATIFA NUR ASYERA                  | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 26 | F62024423 | LIANA TRI WAHYUNI                  | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 27 | F62024424 | MARIA ANGRENI WIWIT HOMBA          | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 28 | F62024425 | MARIA NOVENA APRILLIANI<br>RENYAAN | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 29 | F62024426 | Merlindea Cornelia Frestyan        | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 30 | F62024427 | Nabila Putri Chantika              | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |



## SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA

SK. Menkes RI No. 12/Kep/Diknakes/II/90 Tgl 3 Februari 1990

SK Kemenristekdikti No. 739/KPT/I/2019 Tgl 20 Agustus 2019

Jl. Bener No. 26 Tegalrejo Yogyakarta-Indonesia Kode Pos 55243 Telp. (0274) 587402, 587208

Website : [www.stikes-notokusumo.ac.id](http://www.stikes-notokusumo.ac.id) e-mail : [info@stikes-notokusumo.ac.id](mailto:info@stikes-notokusumo.ac.id)

### ISI PRESENSI MAHASISWA FARMASI 2024 GENAP

Mata kuliah : FAR6250224 - Kimia Organik

Nama Kelas : 1A-FR

| No                | NIM       | NAMA                            | TATAP MUKA        |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                  |                   |
|-------------------|-----------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                   |           |                                 | 11<br>Apr<br>2025 | 18<br>Apr<br>2025 | 25<br>Apr<br>2025 | 3<br>Mei<br>2025 | 16<br>Mei<br>2025 | 23<br>Mei<br>2025 | 27<br>Mei<br>2025 | 28<br>Mei<br>2025 | 4<br>Jun<br>2025 | 20<br>Jun<br>2025 |
| Peserta Reguler   |           |                                 |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                  |                   |
| 31                | F62024428 | NADIA GRACIA ASNELIA            | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 32                | F62024429 | Nadine Devi Emanuella Salhuteru | H                 | H                 | H                 | H                | S                 | A                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 33                | F62024430 | REVANINGSI                      | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 34                | F62024431 | Rizka Reza Yolanda              | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | I                | H                 |
| 35                | F62024432 | Safyani                         | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 36                | F62024434 | SEPTI MARLENA                   | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 37                | F62024435 | Tantri Nuryani                  | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 38                | F62024436 | THABITA PRISCILLA NATASHA VHEBA | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 39                | F62024438 | WIWIN FANCILIA MAUBANA          | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 40                | F62024439 | Yurike Gunawan                  | H                 |                   | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| 41                | F62024440 | ZAHRA RIZKI RAMADHANI           | H                 |                   | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                 | H                | H                 |
| Paraf Ketua Kelas |           |                                 |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                  |                   |
| Paraf Dosen       |           |                                 |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                  |                   |





## SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA

SK. Menkes RI No. 12/Kep/Diknakes/II/90 Tgl 3 Februari 1990

SK Kemenristekdikti No. 739/KPT/I/2019 Tgl 20 Agustus 2019

Jl. Bener No. 26 Tegalrejo Yogyakarta-Indonesia Kode Pos 55243 Telp. (0274) 587402, 587208

Website : [www.stikes-notokusumo.ac.id](http://www.stikes-notokusumo.ac.id) e-mail : [info@stikes-notokusumo.ac.id](mailto:info@stikes-notokusumo.ac.id)

### ISI PRESENSI MAHASISWA FARMASI 2024 GENAP

Mata kuliah : FAR6250224 - Kimia Organik

Nama Kelas : 1B-FR

| No              | NIM       | NAMA                                      | TATAP MUKA       |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |
|-----------------|-----------|---|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                 |           |   | 9<br>Apr<br>2025 | 19<br>Apr<br>2025 | 26<br>Apr<br>2025 | 3<br>Mei<br>2025 | 14<br>Mei<br>2025 | 23<br>Mei<br>2025 | 28<br>Mei<br>2025 | 4<br>Jun<br>2025 | 18<br>Jun<br>2025 | 25<br>Jun<br>2025 |
| Peserta Reguler |           |   |                  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |
| 1               | F62024441 | ANISA OKTAVIANI OJE KEKE                  | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 2               | F62024442 | Aulia Putri Siswanto                      | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 3               | F62024443 | AURA NAYA OKTA MUNA                       | H                | H                 | H                 | A                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 4               | F62024444 | Ayka Dhea Noftiana                        | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 5               | F62024445 | Aziza Dwi Adiani                          | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 6               | F62024446 | Azza Adellia Shafa Putri Armanto          | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 7               | F62024447 | DERPI TOWOLOM                             | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | A                 | A                 |
| 8               | F62024448 | Destri Putri Aulia                        | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 9               | F62024450 | Efriani Haingu                            | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | A                 |
| 10              | F62024451 | Febriana Angreni Putri Kaka               | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 11              | F62024452 | FITRAH ANINDA SABRINA                     | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | A                 | H                 |
| 12              | F62024453 | HAPPYANA ERIKHA PUTRI                     | H                | H                 | H                 | H                | H                 | A                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 13              | F62024454 | IRFAN YEWANGOE                            | H                | H                 | H                 | H                | A                 | H                 | A                 | H                | H                 | H                 |
| 14              | F62024456 | Juwita Saputri                            | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 15              | F62024457 | KARTIKA INDAH                             | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 16              | F62024458 | Kristofel Ama Tarra Yelo                  | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 17              | F62024459 | Lucianne Jasmine Yovina Reyaan            | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | I                 | H                | H                 | H                 |
| 18              | F62024460 | MARIA STEVANI ENE                         | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 19              | F62024461 | Marlin Noni Oyang Bola                    | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 20              | F62024462 | MENTARI PRINCCES AYU HONEY LANGIT PRATIWI | H                | H                 | H                 | A                | H                 | H                 | H                 | H                | A                 | I                 |
| 21              | F62024463 | NADIA MEILA NARENDRAWATI                  | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | A                 | A                 |
| 22              | F62024464 | NATALIA INYA JAKA MERE                    | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 23              | F62024465 | Novalia Anggraini                         | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |

|    |           |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|-----------|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | F62024466 | NUR HANIFAH RIFQAN HAERiyAH | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 25 | F62024468 | RANI SAPUTRI                | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 26 | F62024469 | Revalina Rahmadhani         | H | S | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 27 | F62024470 | SALSA NABILA                | H | A | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 28 | F62024471 | SANIA NADIYASTUTI           | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 29 | F62024472 | SESILIA AMBU KAKA           | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| 30 | F62024473 | SITI MAESAROH               | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |



## SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA

SK. Menkes RI No. 12/Kep/Diknakes/II/90 Tgl 3 Februari 1990

SK Kemenristekdikti No. 739/KPT/I/2019 Tgl 20 Agustus 2019

Jl. Bener No. 26 Tegalrejo Yogyakarta-Indonesia Kode Pos 55243 Telp. (0274) 587402, 587208

Website : [www.stikes-notokusumo.ac.id](http://www.stikes-notokusumo.ac.id) e-mail : [info@stikes-notokusumo.ac.id](mailto:info@stikes-notokusumo.ac.id)

### ISI PRESENSI MAHASISWA FARMASI 2024 GENAP

Mata kuliah : FAR6250224 - Kimia Organik

Nama Kelas : 1B-FR

| No                | NIM       | NAMA                   | TATAP MUKA       |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |
|-------------------|-----------|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                   |           |                        | 9<br>Apr<br>2025 | 19<br>Apr<br>2025 | 26<br>Apr<br>2025 | 3<br>Mei<br>2025 | 14<br>Mei<br>2025 | 23<br>Mei<br>2025 | 28<br>Mei<br>2025 | 4<br>Jun<br>2025 | 18<br>Jun<br>2025 | 25<br>Jun<br>2025 |
| Peserta Reguler   |           |                        |                  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |
| 31                | F62024474 | SITI QOMARIYAH         | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 32                | F62024475 | SUSI SUSANTI GORO RAME | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | A                 | H                 |
| 33                | F62024476 | Sywalluna Eminarti     | H                | H                 | A                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 34                | F62024477 | SYIFA NURLAILI         | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 35                | F62024478 | TRISSIA ANJELINA       | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 36                | F62024479 | Vidya Khairunnisa      | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 37                | F62024480 | YOSI RAMADANI PUTRI    | H                | H                 | H                 | H                | H                 | H                 | H                 | H                | H                 | H                 |
| 38                | F62024482 | RESTI AYU EGYNA        | H                | H                 | A                 | H                | H                 | H                 | A                 | H                | A                 | H                 |
| Paraf Ketua Kelas |           |                        |                  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |
| Paraf Dosen       |           |                        |                  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |

