

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH : KIMIA ORGANIK



Disusun oleh :

apt. Prisci Permanasari., M.Sc.

**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA
TAHUN AKADEMIK 2023/2024**



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN
NOTOKUSUMO YOGYAKARTA**

Kode/No.: 06/FM/PD.01/NK

Tanggal : 29 Agustus 2019

**RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER
(RPS)**

Revisi : 01

Halaman : 1 dari 7

**PENGESAHAN
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER
KIMIA ORGANIK**

Proses	Penanggung jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda tangan	
Penyusun	apt. Prisci Permanasari., M.Sc.	Koordinator mata kuliah		
Pemeriksa	apt. Fajar Agung Dwi Hartanto, M.Sc.	Ka.Prodi/Gugus Mutu Prodi		
Persetujuan	Taukhit, S.Kep., Ns., M.Kep	Ketua STIKES		
Pengendalian	Septiana Fathonah S.Kep., Ns., M.Kep	LPM		

1	RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)	
	PROGRAM STUDI : S 1 FARMASI INSTITUSI : SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NOTOKUSUMO YOGYAKARTA TAHUN AKADEMIK : 2022/2023	
2	Nama Mata Kuliah	Kimia Organik
3	Kode	FARF502
4	Semester	II (genap)
5	Beban kredit	2 sks
6	Dosen pengampu	apt. Prisci Permanasari., M.Sc. Arif Kusuma Wardani, S.Si., M.Pharm.Sci. 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 struktur molekul, sifat fisika dan kimia senyawa organik, stereokimia dan konformasi, serta reaksi-reaksi dasar senyawa organik.
8	Capaian Pembelajaran	<p>CPL – Prodi (Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi) yang Dibebankan Pada Mata Kuliah</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menunjukkan sikap budi pekerti luhur 2. Menguasai konsep teoritis berbagai ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kefarmasian, riset dan pengembangan diri 3. Mampu menerapkan IPTEK dalam melakukan riset, pengembangan diri secara berkelanjutan di bidang farmasi, khususnya terkait pengembangan bahan alam 4. Mampu menunjukkan kinerja bermutu dan terukur <p>CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami dan mampu menjelaskan teori-teori konsep dasar kimia organik, pembentukan dan klasifikasi ikatan kimia. 2. Memahami dan mampu menjelaskan tata nama dan penggolongan senyawa organik. 3. Memahami dan mampu menjelaskan bentuk-bentuk struktur kimia dalam ruang tiga dimensi (stereokimia) dan konformasi senyawa organik. 4. Memahami dan mampu menjelaskan sifat dan teori aromatisitas senyawa organik. 5. Mahasiswa memahami sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia organik. 6. Dasar-dasar keilmuan yang cukup untuk melanjutkan ke mata kuliah berikutnya yaitu Sintesis Organik, Kimia Medisinal.
9	Bahan kajian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teori-teori konsep dasar kimia organik, pembentukan dan klasifikasi ikatan kimia. 2. Tata nama dan penggolongan senyawa organik. 3. Bentuk-bentuk struktur kimia dalam ruang tiga dimensi (stereokimia) dan konformasi senyawa organik. 4. Sifat dan teori aromatisitas senyawa organik. 5. Jenis dan kinetika reaksi kimia senyawa organik. 6. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia asam basa. 7. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia substitusi. 8. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia eliminasi. 9. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia adisi. 10. Sifat dan jenis reaksi-reaksi kimia kondensasi.

10	Pustaka/ Literatur	<p>1. McMurry, J. Organic Chemistry with Biological Application 2e, Brooks/Cole Cengage Learning, 2011.</p> <p>2. Sarker, S.D. and L. Nahar, Chemistry for Pharmacy Students, John Wiley & Sons, Ltd. 2007.</p> <p>3. Morrison, N.T. and R.N. Boyd, Organic Chemistry, 4th Ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1983.</p> <p>4. Solomons, G.T.W., Organic Chemistry, Revised printing, John Wiley & Sons, New York, 1978.</p> <p>5. Streitwieser, A. and C.H. Heathcock, Introduction to Organik Chemistry, 2nd Ed., Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 1981.</p> <p>6. Fessenden.</p>
----	--------------------	--

Acara Pembelajaran

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
1	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang ikatan kimia organik, muatan formal, perhitungan rumus empiris molekul.	Pendahuluan sejarah kimia organik singkat. Ikatan kimia organik: Ikatan ionik. Ikatan kovalen. Ikatan kovalen polar. Ikatan kovalen karbon. Muatan formal senyawa organik. Pirolisis senyawa organik sebagai cara penetapan reaksi empiris.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang ikatan kimia organik, muatan formal, perhitungan rumus empiris molekul melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat.	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	apt. Prisci Permanasari., M.Sc.
2	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang mekanika kuantum.	Pengertian pengetahuan tentang: Sejarah mekanika quantum. Teori gelombang. Orbital atom dan orbital molekul. Orbital atom karbon.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif,	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang mekanika kuantum melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	

			saintifik, efektif, kolaboratif					
3	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang kereaktifan, sifat-sifat kimia dan fisika senyawa organik.	Titik leleh dan gaya ikatan antar molekul, titik didih, kelarutan. Spektroskopi senyawa organik.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang kereaktifan, sifat-sifat kimia dan fisika senyawa organik melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	
4	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang tata nama senyawa organik berdasarkan IUPAC, dan seterokimia.	Sejarah nomenklatur. Nama trivial. Aturan IUPAC. Nama golongan alkana. Teori stereokimia. Teori valensi dan kekule. Isomer molekul. Isomer rantai/posisi/gugus fungsi.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang tata nama senyawa organik berdasarkan IUPAC dan stereokimia melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	
5	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang stereoisomer dan diastereoisomer.	Isomer ruang. Enansiomer. Kiralitas atom karbon. Kiral dan bidang simetri. Tatanama senyawa senyawa kiral. Senyawa dengan 2 atom C kiral. Proyeksi Fisher. Proyeksi Newman. Isomer E dan Z. Pemisahan Enansiomer.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang stereoisomer dan diastereomer melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat.	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	Arif Kusuma Wardani, S.Si., M.Pharm.Sci.

6	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang konformasi molekul dan aromatisitas.	Konformasi molekul. Konformasi dan stabilitas. Konformasi dan rotasi optik. Konformasi aksial dan equatorial. Sejarah teori aromatisitas. Tata nama senyawa aromatik. Teori huckel. Reaksi khusus senyawa aromatik.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang konformasi molekul dan aromatisitas melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat.	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	
7	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi kimia organik dan kinetika reaksi.	Struktur dan reaksi kimia organik. Kecepatan reaksi. Keseimbangan reaksi kimia organik. Kinetika dan mekanisme reaksi.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi kimia organik dan kinetika reaksi melalui metode ujian tulis essay UTS secara tepat.	Soal essay UTS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	
UJIAN TENGAH SEMESTER								
8	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi asam basa.	Konsep reaksi asam basa menurut Arrhenius, Bronsted-Lowry dan Lewis Keseimbangan reaksi asam basa.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi asam basa melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	Soal essay UAS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%	Dr. Rofiq Sunaryanto., M.Si.
9	Mahasiswa mampu memahami dan	Reaksi substitusi nukleofilik SN1 dan	Bentuk: Kuliah dan	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang	Soal essay	UTS: 30 % UAS: 40%	

	menjelaskan tentang reaksi substitusi.	SN2. Mekanisme reaksi substitusi. Reaksi radikal bebas.	diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif		reaksi substitusi melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	UAS Penilaian tugas/diskusi	Tugas: 20% Sikap: 10%
10	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi eliminasi.	Reaksi eliminasi E1 dan E2. Mekanisme reaksi eliminasi. Jenis-jenis reaksi eliminasi.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi eliminasi melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	Soal essay UAS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%
11	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi adisi dan penataan ulang, serta redoks.	Reaksi adisi elektrofilik. Reaksi adisi nukleofilik. Reaksi adisi radikal bebas. Reaksi penataan ulang. Mekanisme reaksi oksidasi-reduksi.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang reaksi adisi dan penataan ulang, serta redoks melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	Soal essay UAS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%
12	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang reaksi kondensasi.	Reaksi kondensasi aldol, aldol silang. Reaksi kondensasi karbonil. Reaksi kondensasi claisen-schmidt. Reaksi kondensasi	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	Soal essay UAS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%

		hidrokarbon.	mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif				
13	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang struktur dan reaksi sakarida atau karbohidrat, reaksi asam amino dan protein.	Konfigurasi monosakarida, proyeksi Fischer. Struktur siklik. Reaksi pembentukan ester dan eter. Pembentukan glikosida. Polimerisasi. Struktur, sifat-sifat dan stereokimia asam amino Klasifikasi asam amino Elektroforesis Reaksi-reaksi asam amino Klasifikasi protein Struktur protein.	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang struktur dan reaksi sakarida atau karbohidrat, reaksi asam amino dan protein melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	Soal essay UAS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%
14	Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang struktur asam lemak, dan nukleotida.	Struktur dan sifat asam lemak. Pembentukan dan reaksi-reaksi trigliserida Struktur umum asam nukleat Perbedaan struktur DNA dan RNA	Bentuk: Kuliah dan diskusi Karakteristik : Pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang interaktif, saintifik, efektif, kolaboratif	2 x 50 menit	Pengetahuan: Mahasiswa mampu menjelaskan tentang struktur asam lemak, dan nukleotida melalui metode ujian tulis essay UAS secara tepat	Soal essay UAS Penilaian tugas/diskusi	UTS: 30 % UAS: 40% Tugas: 20% Sikap: 10%
UJIAN AKHIR SEMESTER							

ASAM DAN BASA

DR. ROFIQ SUNARYANTO

ASAM

- *Asam* dapat dideskripsikan sebagai zat yang menghasilkan ion hidrogen (H^+) ketika dilarutkan dalam air. (H^+ setara dengan satu proton) (teori Arrhenius).
- Asam memiliki rasa asam; misalnya, cuka, lemon dan buah jeruk lainnya mengandung asam sitrat.
- Asam menyebabkan perubahan warna pada zat warna tumbuhan; misalnya, mengubah warna lakmus dari biru menjadi merah.
- Asam bereaksi dengan logam tertentu, seperti seng, magnesium, dan besi, untuk menghasilkan gas hidrogen.
- $2HCl(aq) + Mg(s) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

- Asam bereaksi dengan karbonat dan bikarbonat, seperti Na_2CO_3 , CaCO_3 , dan NaHCO_3 , untuk menghasilkan gas karbon dioksida



- larutan asam bersifat menghantarkan listrik

BASA

- *Basa* dapat dideskripsikan sebagai zat yang menghasilkan ion hidroksida (OH^-) ketika dilarutkan dalam air.
- Basa memiliki rasa pahit
- Basa terasa licin; misalnya, sabun yang mengandung basa
- Basa menyebabkan perubahan warna pada zat warna tumbuhan; misalnya, mengubah warna lakmus dari merah ke biru.
- Larutan basa bersifat menghantarkan listrik

Teori asam basa **ARRHENIUS**

Konsep asam dan basa sudah dikenal sejak abad 18-an. Untuk pertama kalinya, pada tahun 1884 seorang ilmuwan Swiss, **Svante August Arrhenius**, mengemukakan suatu teori tentang asam basa.



Teori asam basa ARRHENIUS

Arrhenius berpendapat bahwa dalam air, larutan asam dan basa akan mengalami penguraian menjadi ion-ionnya.

Asam merupakan zat yang di dalam air dapat melepaskan ion hidrogen (H^+).

Sedangkan **basa** merupakan zat yang di dalam air dapat melepaskan ion hidroksida (OH^-).



Teori asam basa ARRHENIUS

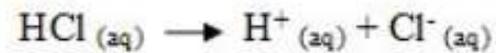


Teori ini cukup rasional, akan tetapi setelah beberapa saat, para ahli kimia berpendapat bahwa **ion H⁺ hampir tidak bisa berdiri sendiri dalam larutan**. Hal ini dikarenakan ion H⁺ merupakan ion dengan **jari-jari ion yang sangat kecil**. Oleh karena itu, ion H⁺ terikat dalam suatu molekul air dan sebagai **ion oksonium (H₃O⁺)**.

1. Teori Asam Basa Arrchenius

Swante Arrhenius (1887) mengemukakan bahwa **asam** adalah suatu zat yang jika dilarutkan ke dalam air akan menghasilkan ion hidronium (H^+). Sedangkan **basa adalah** suatu senyawa yang di dalam air dapat menghasilkan ion OH^- .

contoh



Perhatikan tabel 1.1 Beberapa contoh asam, nama asam dan reaksi ionisasi.

Rumus Asam	Nama Asam	Reaksi Ionisasi
HF	Asam flourida	$HF(aq) \rightarrow H^+(aq) + F^-(aq)$
HBr	Asam bromida	$HBr(aq) \rightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$
H_2S	Asam sulfida	$H_2S(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + S^{2-}(aq)$
CH_3COOH	Asam asetat	$CH_3COOH(aq) \rightarrow H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
HNO_3	Asam nitrat	$HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
H_2SO_4	Asam sulfat	$H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
H_3PO_4	Asam nitrat	$H_3PO_4(aq) \rightarrow 3H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$
$H_2C_2O_4$	Asam oksalat	$H_2C_2O_{4(aq)} \rightarrow 2H^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$

Teori Asam Basa Bronsted-Lowry

Teori asam basa yang lebih luas, tidak hanya terbatas pada senyawa asam basa dalam pelarut air dikemukakan oleh **Johannes N. Bronsted** dan **Thomas M. Lowry** yang bekerja secara terpisah pada tahun 1923. Keduanya menyatakan bahwa reaksi asam basa melibatkan **transfer proton (H^+)**.

Teori Asam Basa Bronsted-Lowry

Menurut Bronsted-Lowry,
asam adalah senyawa yang dapat **memberikan proton (H⁺)**
kepada basa (**donor proton**),
basa adalah senyawa yang dapat **menerima proton (H⁺)** dari
asam (**akseptor proton**).

Perhatikan reaksi berikut.



Dari reaksi di atas terlihat bahwa **CH₃COOH** memberi **1 proton (H⁺)** kepada H₂O, sehingga CH₃COOH bersifat sebagai **asam** dan H₂O bersifat sebagai **basa**.

Bronsted-Lowry menyatakan :

jika suatu **asam memberikan proton (H^+)**, maka **sisanya** tersebut berkemampuan untuk bertindak sebagai **basa**. Sisa asam tersebut dinyatakan sebagai **basa konjugasi**.

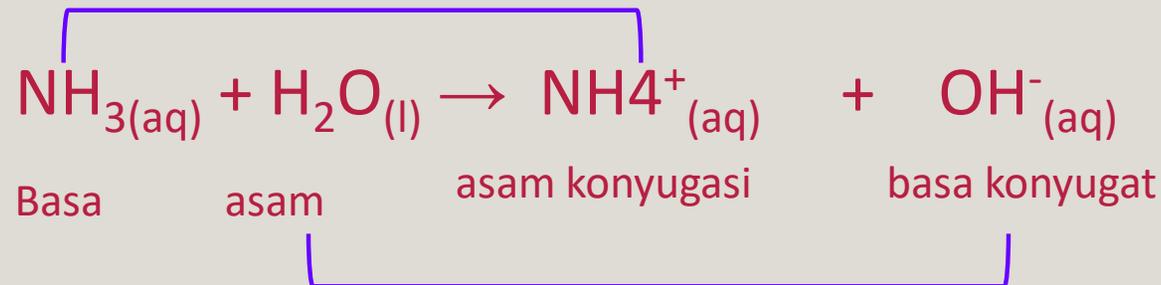
Demikian pula untuk basa, jika **suatu basa dapat menerima proton (H^+)**, maka zat yang terbentuk berkemampuan sebagai **asam** disebut **asam konjugasi**.

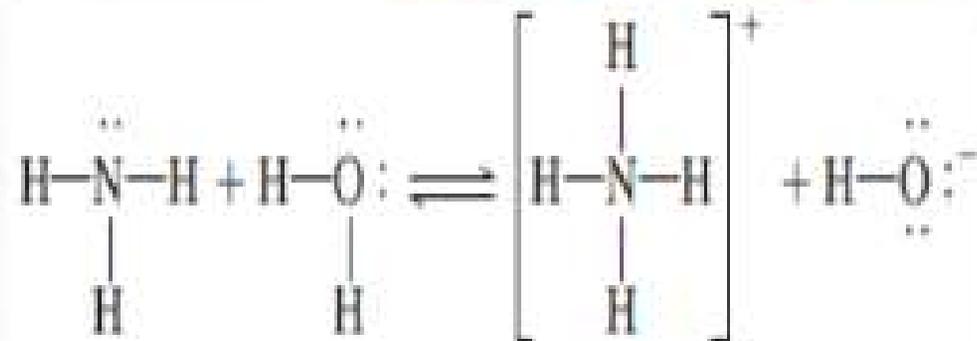
Perhatikan reaksi di bawah ini.

Pasangan asam basa konjugasi



Pasangan asam basa konjugasi

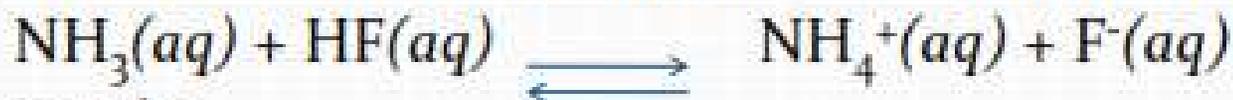




NH_4^+ adalah asam konjugasi dari basa NH_3 , dan ion hidroksida OH^- adalah basa konjugat dari asam H_2O . Perhatikan bahwa atom pada basa Brønsted yang menerima ion H^+ harus memiliki pasangan bebas.

Contoh 1 :

Identifikasi pasangan asam basa konjugat dalam reaksi antara larutan encer amonia dan asam fluorida



Jawab :

- Ingat bahwa basa konjugasi selalu kekurangan satu atom H dan bermuatan lebih negatif dari formula asam yang sesuai.
- NH_3 kekurangan satu atom H^+ dan satu muatan positif dibanding NH_4^+ . F^- kekurangan satu atom H dan bermuatan lebih negatif daripada HF. Oleh karena itu, pasangan asam-basa konjugasi adalah (1) NH_4^+ dan NH_3 dan (2) HF dan F^-

Latihan

Identifikasi pasangan asam basa konjugat dalam reaksi



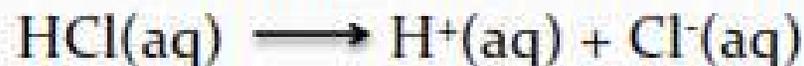
- ***Review Concept***

Mana pasangan berikut yang bukan asam-basa konjugasi

- A. $\text{HNO}_2 - \text{NO}_2^-$
- B. $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{CO}_3^{2-}$
- C. $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ - \text{CH}_3\text{NH}_2$

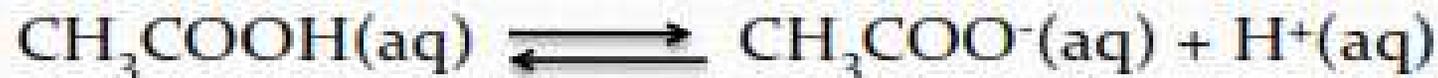
Asam dan Basa Brønsted

- Asam adalah donor proton, dan basa adalah akseptor proton. Definisi Brønsted ini tidak menyatakan asam dan basa berada dalam larutan.
- Asam klorida adalah asam Brønsted karena menyumbangkan proton dalam air



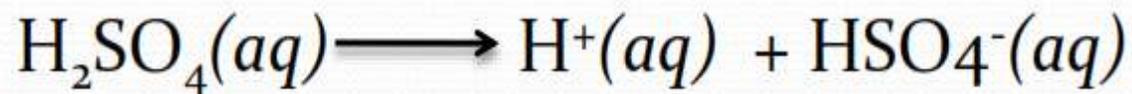
- Asam biasanya digunakan di laboratorium termasuk asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃), asam asetat (CH₃COOH), asam sulfat (H₂SO₄), dan asam fosfat (H₃PO₄).

- Tiga yang pertama adalah **asam monoprotik**; yaitu, setiap asam menghasilkan satu ion hidrogen jika terionisasi:



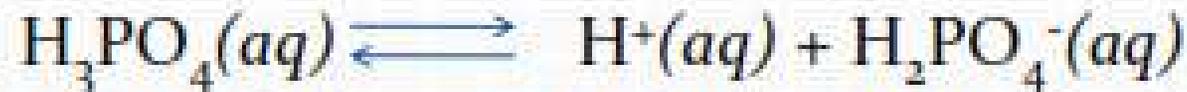
- ionisasi asam asetat tidak sempurna (perhatikan panah ganda), itu menyatakan elektrolit lemah. Untuk itu disebut asam lemah. Di sisi lain, HCl dan HNO₃ adalah asam kuat karena termasuk elektrolit kuat, sehingga benar-benar terionisasi dalam larutan (perhatikan penggunaan panah tunggal).

- Asam sulfat (H_2SO_4) adalah **asam diprotik** karena setiap unit asam memberikan dua ion H^+ , dalam dua langkah terpisah:

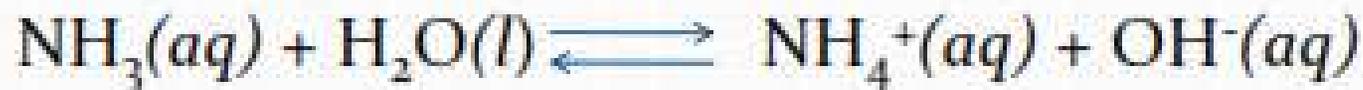


- H_2SO_4 adalah elektrolit kuat atau asam kuat (ionisasi sempurna), tapi HSO_4^- adalah asam lemah atau lemah elektrolit, dan panah ganda menyatakan ionisasi tidak sempurna.

- **Asam triprotik**, yang menghasilkan tiga ion H^+ . Asam triprotik yang paling dikenal adalah asam fosfat, ionisasinya adalah



- H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$, dan HPO_4^{2-} adalah asam lemah.
- Amonia (NH_3) diklasifikasikan sebagai basa Brønsted karena dapat menerima ion H^+

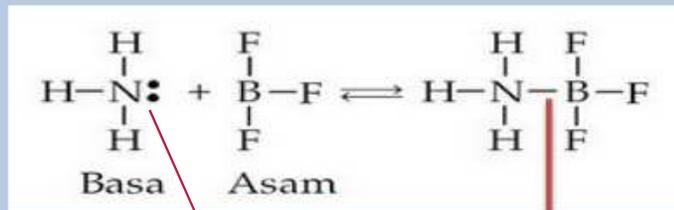
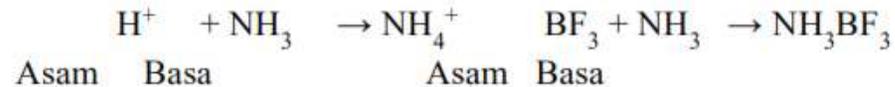


Teori Asam Basa Lewis

Asam: suatu partikel yang dapat menerima (acceptor) pasangan elektron dari partikel lain

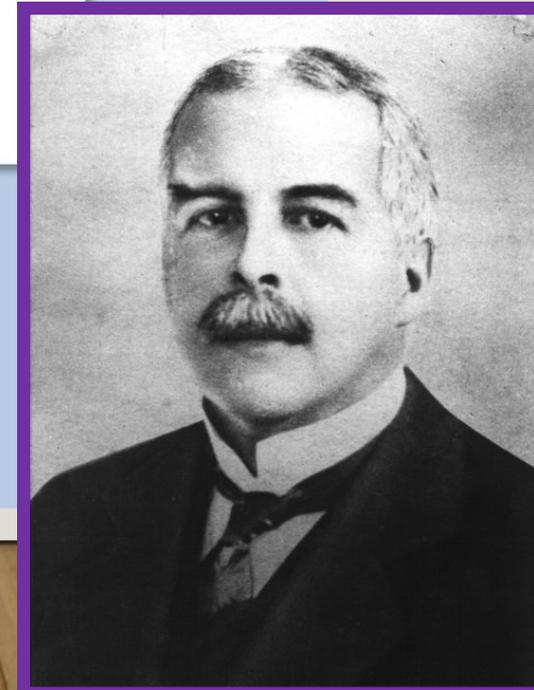
Basa: suatu partikel yang dapat memberikan (donor) pasangan elektron kepada partikel lain

Contoh:



Donor pasangan electron bebas

Ikatan kovalen koordinasi



TABEL PERIODIK UNSUR-UNSUR KIMIA

	IA																	VIIA	VIIIA					
1	1 1.00794 H Hydrogen																	2 4.00260 He Helium						
2	3 6.941 Li Lithium	4 9.01224 Be Beryllium																	5 10.811 B Boron	6 12.011 C Carbon	7 14.003 N Nitrogen	8 15.999 O Oxygen	9 18.998 F Fluorine	10 18.998 Ne Neon
3	11 22.990 Na Natrium	12 24.305 Mg Magnesium																	13 26.982 Al Aluminium	14 28.086 Si Silikon	15 30.974 P Phosphor	16 32.06 S Belerang	17 35.45 Cl Klorin	18 39.948 Ar Argon
4	19 39.098 K Kalium	20 40.078 Ca Kalsium	21 44.956 Sc Skandium	22 47.88 Ti Titanium	23 50.942 V Vanadium	24 51.996 Cr Kromium	25 54.938 Mn Mangan	26 55.845 Fe Besi	27 58.933 Co Kobalt	28 58.933 Ni Nikel	29 63.546 Cu Tembaga	30 65.39 Zn Seng	31 69.723 Ga Gallium	32 72.64 Ge Germanium	33 74.922 As Arsenik	34 78.96 Se Selen	35 79.904 Br Bromin	36 83.80 Kr Krypton						
5	37 85.468 Rb Rubidium	38 87.62 Sr Strontium	39 88.906 Y Yttrium	40 91.224 Zr Zirkon	41 92.906 Nb Niobium	42 95.94 Mo Molibdenum	43 97.905 Tc Teknisi	44 101.07 Ru Ruthenium	45 101.07 Rh Rodium	46 106.36 Pd Paladium	47 106.905 Ag Perak	48 112.411 Cd Kadmium	49 114.818 In Indium	50 117.255 Sn Timah	51 121.757 Sb Antimon	52 127.603 Te Telur	53 127.603 I Yodium	54 131.29 Xe Xenon						
6	55 132.905 Cs Sesium	56 137.327 Ba Barium	57 138.905 La Lantanum	72 178.48 Hf Hafnium	73 180.948 Ta Tantalum	74 183.84 W Wolfram	75 186.207 Re Rhenium	76 186.207 Os Osmium	77 190.23 Ir Iridium	78 192.22 Pt Platina	79 197.037 Au Emas	80 200.592 Hg Raksa	81 204.377 Tl Timah putih	82 207.2 Pb Timah hitam	83 208.98 Bi Bismut	84 208.98 Po Polonium	85 209 At Astatin	86 222 Rn Radon						
7	87 223 Fr Francium	88 226 Ra Radium	89 227 Ac Aktinida	104 261 Rf Rutherfordium	105 262 Db Dubnium	106 263 Sg Seaborgium	107 263 Bh Bohrium	108 264 Hs Hassium	109 265 Mt Meitnerium	110 266 Ds Darmstadtium	111 267 Rg Roentgenium	112 268 Uub Ununbium	113 269 Uut Ununtrium	114 269 Uuq Ununquadium	115 270 Uup Ununpentium	116 271 Uuh Ununhexium	117 272 Uus Ununseptium	118 273 Uuo Ununoctium						

Nomor atom → 1
 Titik didih (°C) → 252.7
 Titik leleh (°C) → 259.2
 Massa jenis (g/ml) (3) → 0.071

Massa atom (2) → 1.00797
 Bilangan oksidasi → 1
 Lambang (1) → H
 Struktur elektron → 1s¹
 Nama → Hidrogen

Untuk:

- SMA
- Universitas

Periode

Golongan

Keterangan

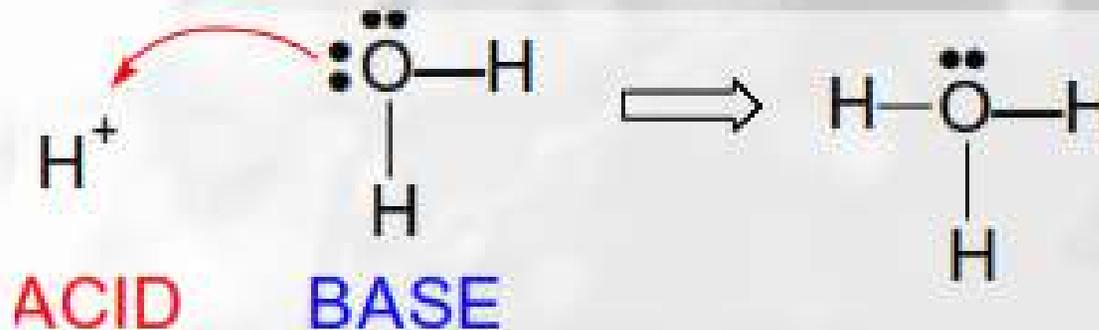
- Warna unsur:
 - Padat
 - Gas
 - Cair
 - Unsur buih
- Elektron valensi:
 - 1, 2, 3 menunjukkan golongan utama.
- Unsur gas mulia:
 - Gas mulia

Logam Transisi Dalam

Lantanida	58 138.905 Ce Samarium	59 140.908 Pr Praseodymium	60 140.908 Nd Neodymium	61 144.24 Pm Prometium	62 150.36 Sm Samarium	63 151.964 Eu Europium	64 157.25 Gd Gadolinium	65 158.925 Tb Terbium	66 162.50 Dy Dysprosium	67 164.930 Ho Holmium	68 167.259 Er Erbium	69 168.930 Tm Thulium	70 173.054 Yb Ytterbium	71 174.967 Lu Lutetium
Aktinida	90 227.033 Th Torium	91 227.033 Pa Protaktinium	92 226.025 U Uranium	93 237.043 Np Neptunium	94 238.028 Pu Plutonium	95 244.041 Am Americium	96 247.070 Cm Curium	97 251.077 Bk Berkelium	98 252.083 Cf Californium	99 257.103 Es Einsteinium	100 258.105 Fm Fermium	101 262.109 Md Mendelevium	102 265.108 No Nobelium	103 269.101 Lr Lawrencium

Asam dan Basa Lewis

- Ikatan kimia baru dibentuk dengan menggunakan pasangan elektron dari basa Lewis.
- Ikatan kimia yg terbentuk : ikatan kovalen koordinasi
- Contoh : Pembentukan ion hidronium (H_3O^+) dari $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$



Reaksi Asam-Basa Lewis

Lewis Acid



+

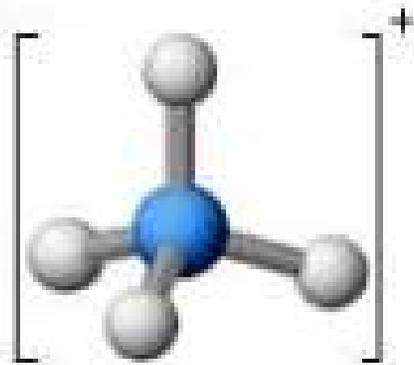
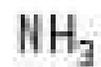
Lewis Base



Adduct



+



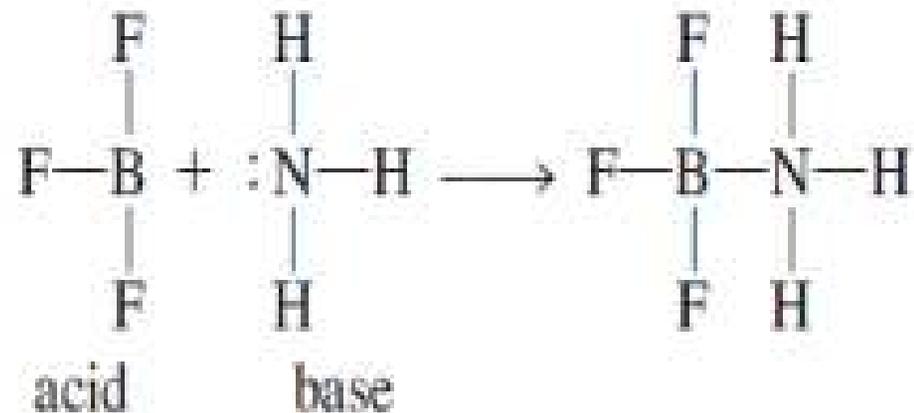
Asam Basa Lewis

Basa Lewis adalah zat yang dapat menyumbangkan pasangan elektron. *Asam Lewis* adalah zat yang dapat menerima pasangan elektron.

Misalnya, dalam protonasi amonia, NH_3 bertindak sebagai basa Lewis karena menyumbangkan sepasang elektron kepada proton H^+ , yang bertindak sebagai asam Lewis karena menerima pasangan elektron. Reaksi asam-basa Lewis adalah salah satu reaksi yang melibatkan donasi pasangan elektron dari satu spesies ke spesies lain. Reaksi tersebut tidak menghasilkan garam dan air.

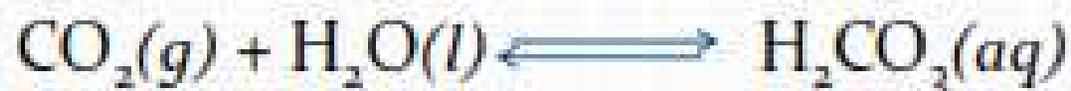


Perhatikan reaksi antara boron trifluorida dan amonia

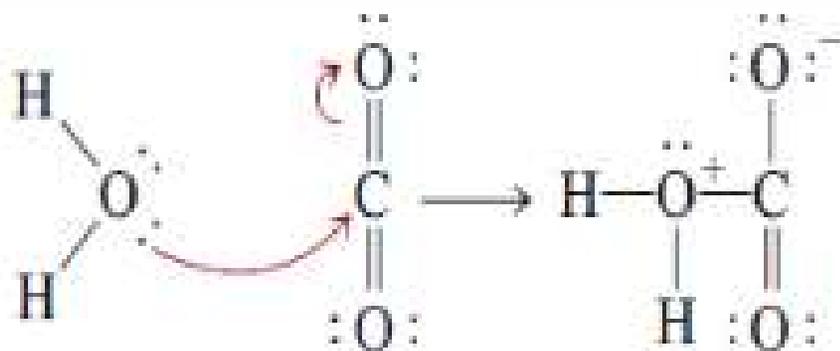


BF₃ berfungsi sebagai asam menurut definisi Lewis, meskipun tidak mengandung proton terionisasi. Perhatikan bahwa ikatan kovalen koordinat terbentuk antara B dan atom N, seperti halnya di semua reaksi asam-basa Lewis.

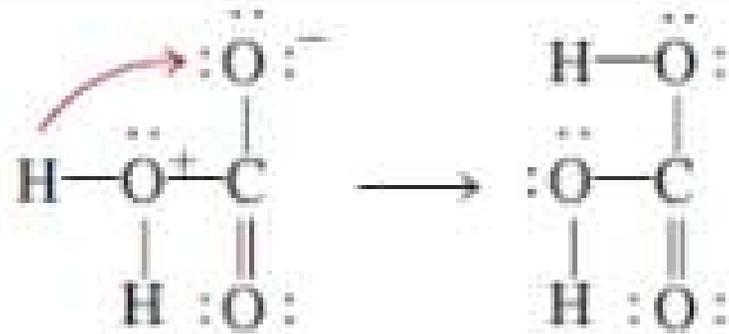
Hidrasi karbon dioksida untuk menghasilkan asam karbonat dapat dipahami dalam kerangka Lewis sebagai berikut:



Langkah pertama melibatkan donasi pasangan elektron bebas dari atom oksigen dalam H_2O kepada atom karbon CO_2 . Orbital dikosongkan pada atom C untuk mengakomodasi pasangan elektron bebas dengan memindahkan pasangan elektron pada ikatan pi C-O. Pergeseran elektron ini ditunjukkan oleh anak panah melengkung.



Oleh karena itu, H₂O adalah basa Lewis dan CO₂ adalah asam Lewis. Berikutnya, proton ditransfer ke atom O yang bermuatan negatif untuk membentuk H₂CO₃.



Berbagai contoh asam-basa Lewis



DISOSIASI ASAM SECARA UMUM

DISOSIASI ASAM :



HA : ASAM

H₂O : BASA

H₃O⁺ : ASAM REKONJUGASI, DIBENTUK DARI BASA SETELAH MENDAPATKAN PROTON

A⁻ : BASA TERKONJUGASI, DIBENTUK DARI ASAM SETELAH MELEPAS PROTON

SIFAT ASAM

- Memiliki rasa masam
 - Reaksi dengan logam tertentu hasilkan gas hidrogen.
 - Reaksi dengan karbonat dan bikarbonat menghasilkan gas CO_2
-

KESETIMBANGAN ASAM

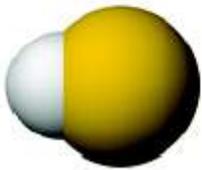
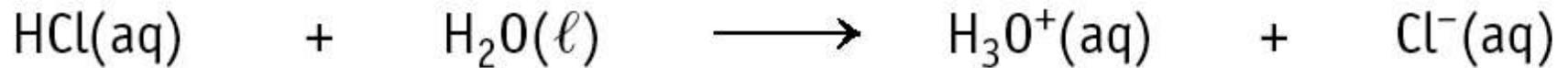


CONTOH :

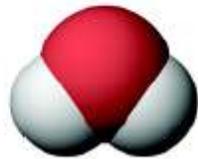


ASAM KUAT

Contoh : HNO_3 , HCl , H_2SO_4 , HClO_4 , HBr , HI , HBrO_4
dan HIO_4



hydrochloric acid
strong electrolyte
= 100% ionized



water



hydronium ion



chloride ion

Asam kuat terionisasi sempurna atau hampir sempurna dlm air (100%)

BASA

- **ARRHENIUS** : SENYAWA YANG MENGHASILKAN OH⁻ DALAM LARUTAN
- **BRONSTED-LOWRY** : ASEPTOR PROTON
- BASA KUAT : TERDISSOSIASI SEMPURNA dalam air 100%
- BASA LEMAH : TERDISSOSIASI TIDAK SEMPURNA
- CONTOH : HIDROKSIDA LOGAM ALKALI : NaOH DAN KOH
- CONTOH LAIN : HIDROKSIDA LOGAM ALKALI TANAH
- ANTASIDA : PENGHILANG ASAM LAMBUNG

pH DAN pOH

- $[H^+] = [OH^-] \rightarrow$ NEUTRAL
 - $[H^+] > [OH^-] \rightarrow$ ACIDIC $[H^+] > 10^{-7} M$
 - $[H^+] < [OH^-] \rightarrow$ BASIC $[OH^-] < 10^{-7} M$
-

- SKALA pH

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

$$pK_w = -\log 10^{-14} = 14$$

$$pX = -\log X$$

Larutan netral $pH=7$

Larutan asam $pH < 7$

Larutan basa $pH > 7$

Contoh : pH Coca Cola = 3,12 Berapa $[H_3O^+]$ \longleftrightarrow $[H^+]$

Jawab : $pH = -\log [H_3O^+]$

$$\log [H_3O^+] = -pH$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \text{ (antilog)}$$

$$= 10^{-3,12}$$

$$= 7,6 \times 10^{-4}$$

pH asam kuat (asam kuat jika terionisasi sempurna) misal HCl, H₂SO₄, HNO₃

$$[H^+] = aM$$

$$pH = -\log [H^+]$$

a = jumlah H⁺ pada asam

M = konsentrasi asam yang dilarutkan

Hitung larutan pH larutan H₂SO₄ 0,05M

Jawab: $[H^+] = 2 \times 0,05 = 0,1M$

pH = $-\log 0,1 = 1$

Soal :

9,8 gram H₂SO₄ (BM=98) dilarutkan dalam air sehingga volume larutan 500mL. Berapa pH larutan.

Petunjuk : cari mol nya H₂SO₄ dari berat(gram) H₂SO₄ dan BM.

cari Molarnya H₂SO₄ (ingat satuan volume mL harus dikonversi ke L)

cari konsentrasi $[H^+]$ ingat H₂SO₄ memiliki 2 H⁺

cari pH dengan persamaan $pH = -\log[H^+]$

pH basa kuat (basa kuat jika terionisasi sempurna) misal NaOH, KOH, BaOH

$$[\text{OH}^-] = bM$$

b= jumlah OH⁻ pada basa

M= konsentrasi basa yang dilarutkan

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Hitung larutan pH larutan NaOH 0,01 M

Jawab: $[\text{OH}^-] = 1 \times 0,01 = 0,01 \text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log 0,01 = 2$$

$$\text{pH} = 14 - 2 = 12$$

Soal :

3,44 gram Ba(OH)₂ (BM 172) dilarutkan dalam air sehingga volume larutan 400mL. Hitung pH larutan.

Petunjuk : cari mol nya Ba(OH)₂ dari berat(gram) Ba(OH)₂ dan BM.

cari Molarnya Ba(OH)₂ (ingat satuan volume mL harus dikonversi ke L)

cari konsentrasi [OH⁻] ingat Ba(OH)₂ memiliki 2 OH⁻

cari pOH dengan persamaan $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$

cari pH dimana $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ (kunci jawaban pH=13)

Contoh :

1. Diketahui pH darah manusia 7,41

Berapa pOH, $[H^+]$, $[OH^-]$?

pOH :

$$pH + pOH = 14$$

$$7,41 + pOH = 14$$

$$pOH = 6,59$$

$[H^+]$:

$$pH = -\log [H^+]$$

$$7,41 = -\log [H^+]$$

$$10^{-7,41} = [H^+] = 3,89 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$[OH^-]$:

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$6,59 = -\log [OH^-]$$

$$10^{-6,59} = [OH^-] = 2,57 \times 10^{-7} \text{ M}$$

Berapa pH pada 0,1 M HNO_3

$$pH = -\log [H^+]$$

$$= -\log 0,1$$

$$= 1$$

Contoh :

1. Diketahui pH darah manusia 8,76

Berapa pOH, $[H^+]$, $[OH^-]$?

pOH :

$$pH + pOH = 14$$

$$8,76 + pOH = 14$$

$$pOH = 5,24$$

$[H^+]$:

$$pH = -\log [H^+]$$

$$8,76 = -\log [H^+]$$

$$10^{-8,76} = [H^+] = 1,73 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$[OH^-]$:

$$pOH = -\log [OH^-]$$

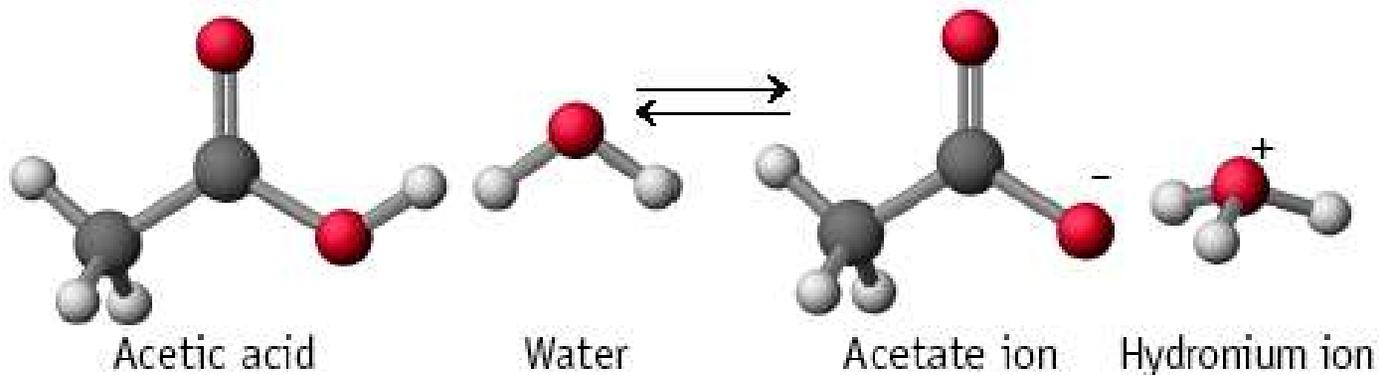
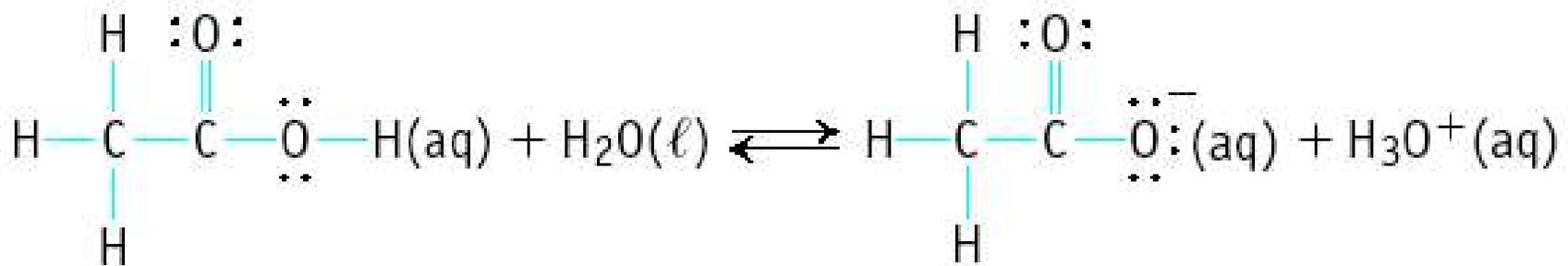
$$5,24 = -\log [OH^-]$$

$$10^{-5,24} = [OH^-] = 5,75 \times 10^{-6} \text{ M}$$

ASAM LEMAH

- Asam lemah terionisasi kurang dari 100% dalam air.

- Contoh : Asam asetat = $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$



KONSTANTA KESETIMBANGAN PADA ASAM LEMAH



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

K_a ASAM LEMAH < 1

pH : 2 - 7

KONSTANTA KESEIMBANGAN BASA LEMAH



$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

K_b BASA LEMAH < 1

pH : 7 - 12

Menghitung pH asam lemah

Asam lemah hanya terionisasi Sebagian dalam air, sehingga untuk menghitung $[H^+]$ harus diketahui harga α atau harga K_a dari asam lemah tersebut.

$$[H^+] = a\alpha M$$

Dimana :

a = jumlah H= pada asam

α = derajat ionisasi

$$[H^+] = a+1 \sqrt{a \cdot K_a \cdot M}$$

Khusus untuk asam bervalensi I (CH_3COOH) maka

$$[H^+] = \alpha M$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

Soal :

Hitung pH larutan CH_3COOH 0,1 M dimana $K_a = 10^{-5}$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M} = \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = 10^{-3}$$

$$pH = -\log [10^{-3}] = 3$$

Menghitung pH basa lemah

Basa lemah hanya terionisasi sebagian dalam air, sehingga untuk menghitung $[\text{OH}^-]$ harus diketahui harga α atau harga K_b dari basa lemah tersebut.

$$[\text{OH}^-] = a\alpha M$$

Dimana :

a = jumlah OH⁻ pada basa

α = derajat ionisasi

$$[\text{OH}^-] = a^{+1} \sqrt{a \cdot K_b \cdot M}$$

Khusus untuk basa bervalensi I (NH_4OH) maka

$$[\text{OH}^-] = \alpha M$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M}$$

Soal :

175 mg NH_4OH M dimana $K_b = 10^{-6}$ BM = 35 dilarutkan dalam air sehingga volume larutan 500mL. Hitung pH larutan

$$175\text{mg } \text{NH}_4\text{OH} = 175/35 \text{ mmol} = 5\text{mmol}$$

$$M \text{ NH}_4\text{OH} = \text{mmol/ml} = 5/500 = 10^{-2} M$$

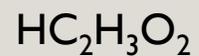
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M} = \sqrt{10^{-6} \cdot 10^{-2}} = 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = -\log [10^{-4}] = 4$$

$$\text{pH} = 14 - 4 = 10$$

KEKUATAN ASAM DAN BASA

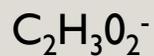
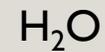
• NAMA ASAM



KEKUATAN

MENURUN

BASA KONJUGAT



KEKUATAN

MENINGKAT

LANJUTAN : KEKUATAN ASAM DAN BASA

Nama Asam

Basa Konjugat



Kekuatan
menurun

Kekuatan
meningkat



MENGHITUNG PERSENTASE ZAT YANG TERDISOSIASI

$$\text{PERSENTASE TERDISOSIASI} = \frac{\text{KONSENTRASI ZAT YANG TERURAI}}{\text{KONSENTRASI ZAT SEMULA}} \times 100 \%$$

CONTOH : BERAPA PERSENTASE TERDISSOSIASI PADA LARUTAN 1 M HF . DIKETAHUI $[H^+]$ PADA KEADAAN SETIMBANG = 2.7×10^{-2}

JAWAB : $2.7 \times 10^{-2} / 1.00 \times 100\% = 2.7 \%$

Hitung % dissosiasi asam HF ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) pada larutan dengan konsentrasi 0,1 M

Jawab :

	HF	\rightleftharpoons	H ⁺	+	F ⁻
I	1		0		0
C	-x		+x		+x
E	0.1-x		x		x

$$K_a = (X^2 / 0.1) = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$X = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M} = [\text{H}^+]$$

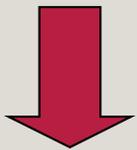
$$\% \text{ dissosiasi} = (1.3 \times 10^{-3}) / 0.1 \times 100 \% = 1.3 \%$$

ASAM MONOPROTIK DAN DIPROTIK

- ASAM MONOPROTIK : MENDONOR 1 PROTON

CONTOH : HF, HCl, HNO₃

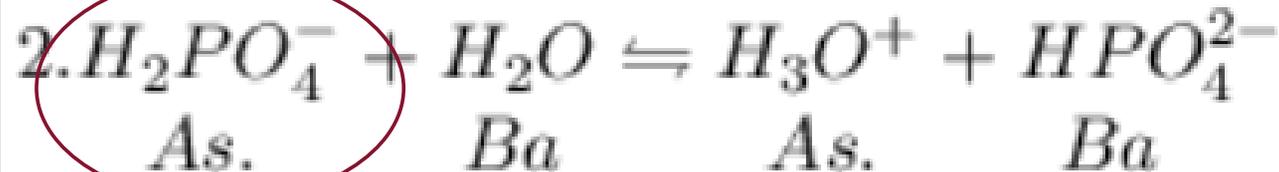
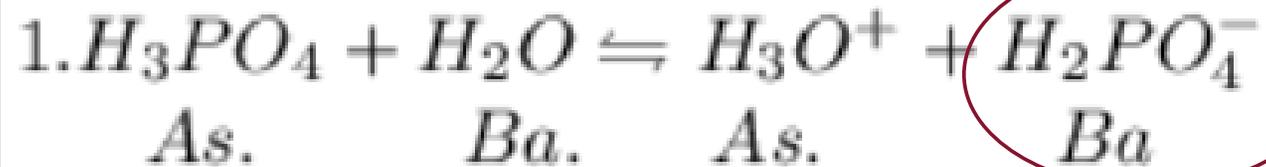
- ASAM POLIPROTIK : MENDONOR LEBIH DARI 1 PROTON
- ASAM DIPROTIK : MENDONOR 2 PROTON, CONTOH :



- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$
- $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$

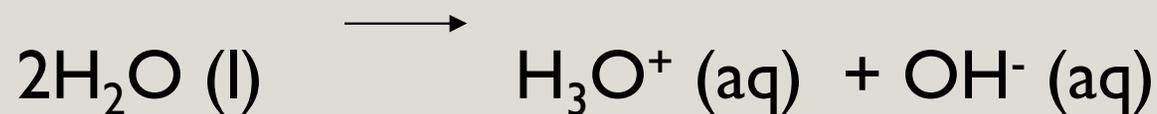
AMPHIPROTIK

- SENYAWA YANG BISA BERPERAN SEBAGAI ASAM BRONSTED ATAU BASA BRONSTED
- CONTOH : ION HIDROGEN FOSFAT ($H_2PO_4^-$)



- AIR SEBAGAI AMFOTIR
 - AMFOTIR : SENYAWA YANG BISA BERFUNGSI SEBAGAI ASAM DAN BASA
-

- AUTOIONISASI PADA AIR



$$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

- K = TETAPAN IONISASI AIR, K_w

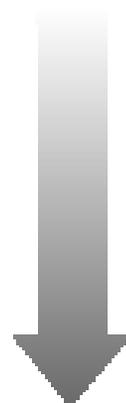
NILAI K_w TETAP PADA SUHU 25⁰C. BILA SUHU BERUBAH K_w AKAN BERUBAH

- $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$

- $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = (1.0 \times 10^{-7} \text{ M})^2 = 1.0 \times 10^{-14} \text{ M} (\text{SUHU } 25^{\circ}\text{C})$

Increase
in ACID
strength

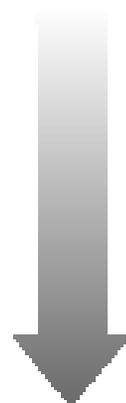
K_a and $[H_3O^+]$
increase



pH
decreases

Increase
in BASE
strength

K_b and pH
increase



$[H_3O^+]$
decreases

Hubungan
 K_a , K_b , $[H_3O^+]$
dan pH

HIDROLISIS GARAM

- Hidrolisis garam : reaksi penguraian garam dalam air membentuk ion positif dan ion negatif. Ion-ion tersebut akan bereaksi dengan air membentuk suatu asam (H_3O^+) dan basa (OH^-) asalnya.
- Hidrolisis garam merupakan reaksi penguraian antara kation dan anion garam dengan air dalam larutan.
- Kation dan anion yang dapat mengalami reaksi hidrolisis adalah yang termasuk **elektrolit lemah**. Sedangkan kation dan anion garam yang termasuk **elektrolit kuat tidak terhidrolisis**.
- Maka dari itu Garam yang dibentuk dari asam kuat dan basa kuat tidak mengalami hidrolisa (larutan pH tetap **netral**).
NaCl, K_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ dsb

HIDROLISA (larutan dimana yang tersisa garamnya saja)

Garam dari asam lemah + basa kuat



Jumlah ion OH^- dalam air akan bertambah, sehingga larutan bersifat basa ($\text{pH} > 7$)
pH dihitung dengan rumus

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + \text{pK}_a + \log M_{\text{garam}})$$

Garam dari asam kuat + basa kuat tidak mengalami hidrolisa, larutan bersifat netral, pH larutan akan sama dengan pH air murni ($\text{pH} 7$).

Garam dari basa lemah + asam kuat



Garam dari asam lemah + basa lemah pH larutan tergantung dari K_a & K_b . Jika $\text{K}_a = \text{K}_b$ maka netral, jika $\text{K}_a > \text{K}_b$ maka asam ($\text{pH} < 7$), jika $\text{K}_a < \text{K}_b$ maka basa ($\text{pH} > 7$).

Jumlah ion H^+ dalam air akan bertambah, sehingga larutan bersifat asam ($\text{pH} < 7$)

pH dihitung dengan rumus
$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 - \text{pK}_b - \log M_{\text{garam}})$$

HIDROLISIS GARAM

Rumus Perhitungan pH Garam Hidrolisis Asam Basa

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [G] \times \text{valensi garam}}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_h \times [G] \times \text{valensi garam}}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

Keterangan:

$[H^+]$: konsentrasi ion H^+

K_w : tetapan kesetimbangan air = 1×10^{-14}

K_b : tetapan kesetimbangan basa

K_h : derajat atau tetapan hidrolisis ($K_h = K_w/K_b$)

$[G]$: konsentrasi garam yang terbentuk

Garam dari asam kuat dan basa lemah

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times [G] \times \text{valensi garam}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_h \times [G] \times \text{valensi garam}}$$

$$\text{pOH} = -\log [OH^-]$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Keterangan:

$[OH^-]$: konsentrasi ion OH^-

K_w : tetapan kesetimbangan air = 1×10^{-14}

K_a : tetapan kesetimbangan asam

K_h : derajat atau tetapan hidrolisis ($K_h = K_w/K_a$)

$[G]$: konsentrasi garam yang terbentuk

Garam dari basa kuat dan asam lemah

HIDROLISIS GARAM

Strong Acid – Strong base Ex: NaCl + H ₂ O	Strong Acid – Weak Base Ex: NH ₄ Cl + H ₂ O	Weak Acid – Strong Base Ex: CH ₃ COONa + H ₂ O	Weak Acid – Weak Base Ex: CH ₃ COONH ₄ + H ₂ O
pH = 7	pH < 7	pH > 7	pH > 7 or < 7
Neutral	Acidic	Basic	Acidic or Basic
Don't hydrolyse	Cationic hydrolysis	Anionic hydrolysis	Both cationic and anionic hydrolysis
<i>Hydrolysis constant</i>	$K_h = \frac{K_w}{K_b}$	$K_h = \frac{K_w}{K_a}$	$K_h = \frac{K_w}{K_a K_b}$
<i>Degree of Hydrolysis</i>	$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_b C}}$	$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_a C}}$	$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_a K_b}}$
<i>Concentration</i>	$[H^+] = \sqrt{K_h C}$ $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w C}{K_b}}$	$[OH^-] = \sqrt{K_h C}$ $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w K_a}{C}}$	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w K_a}{K_b}}$
<i>pH</i>	$pH = 7 - \frac{1}{2} [pK_b + \log C]$	$pH = 7 + \frac{1}{2} [pK_a + \log C]$	$pH = 7 - \frac{1}{2} [pK_a + pK_b]$

CONTOH SOAL

1. Hitung pH larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,01M , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,1M, BaCl_2 0,01M, dan CH_3COONa 0,1M. Diketahui:

$$K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 10^{-4}$$

$$K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$$

$$K_a \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-6}$$

Jawab:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Adalah garam dari asam kuat + basa lemah (hidrolisa).

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 - \text{pK}_b - \text{Log M})$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 - 6 + 2) = 5$$

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ Adalah garam dari asam lemah +basa lemah.

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + \text{pK}_a - \text{pK}_b) = \frac{1}{2} (14 + 4 - 6) = 6$$

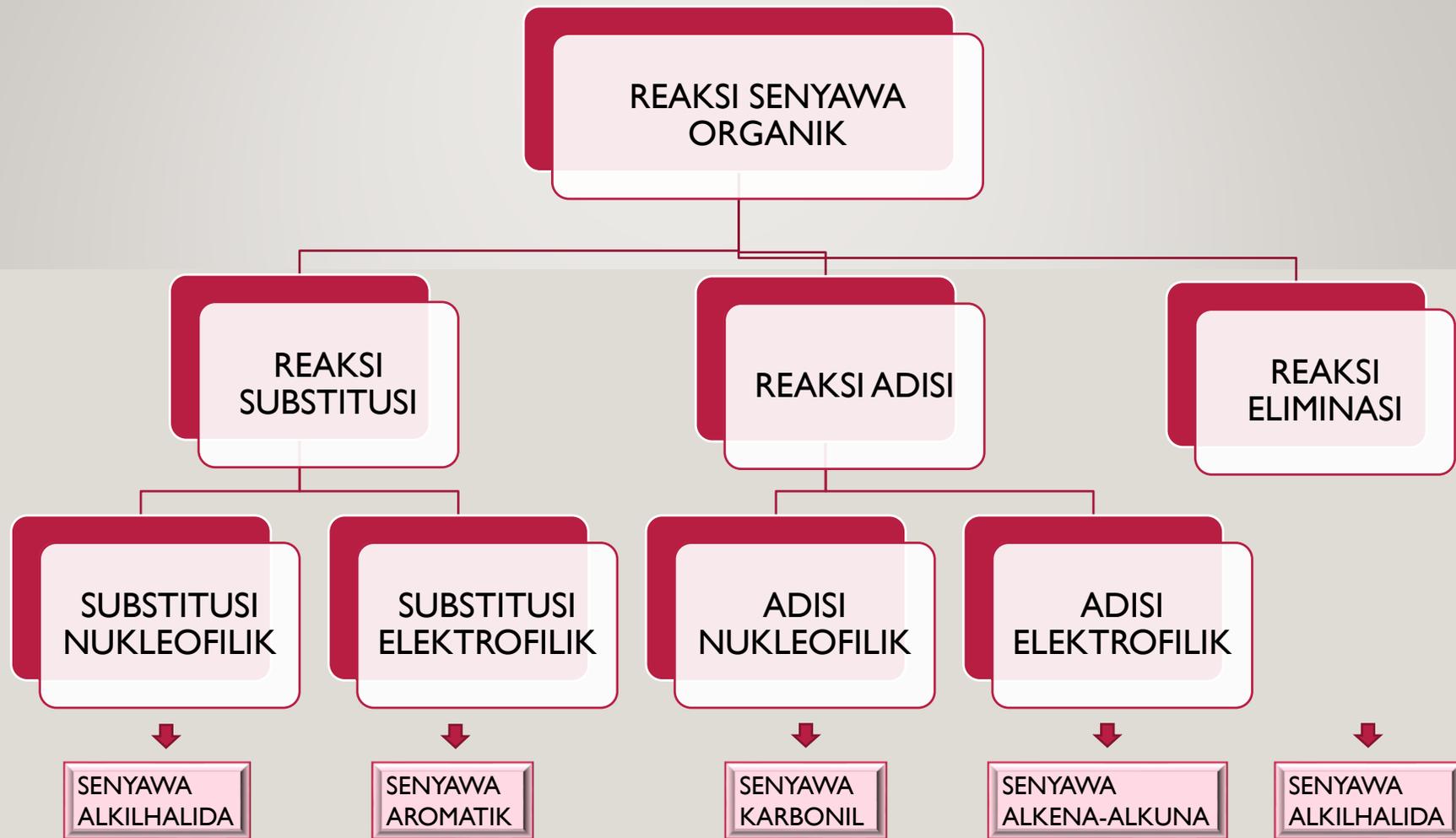
BaCl_2 adalah garam dari asam kuata dan basa kuat, maka pH larutan = 7

CH_3COONa adalah garam dari asam lemah + basa kuat.

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 + \text{pK}_a + \log M)$$

$$= \frac{1}{2} (14 + 5 - 1) = 9$$

REAKSI SN1 DAN SN2

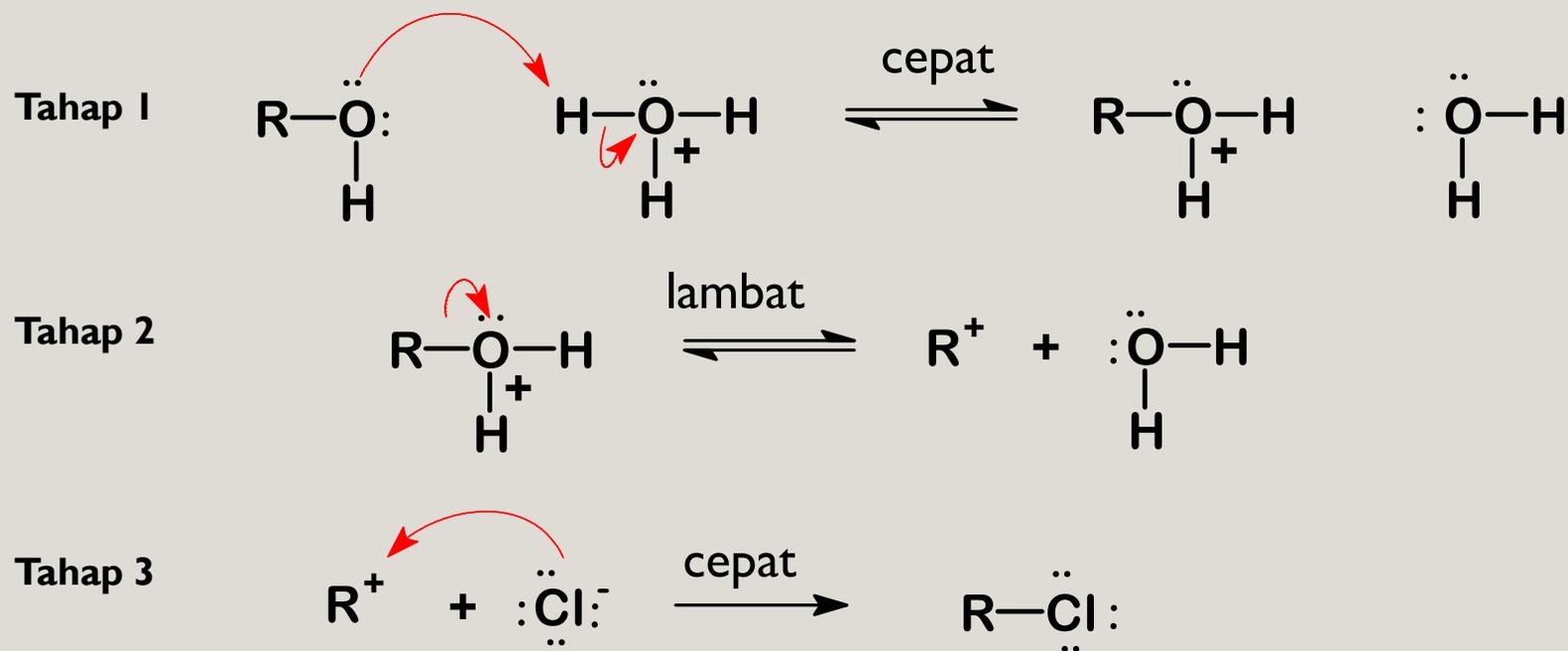


MEKANISME REAKSI:

- ❑ 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*

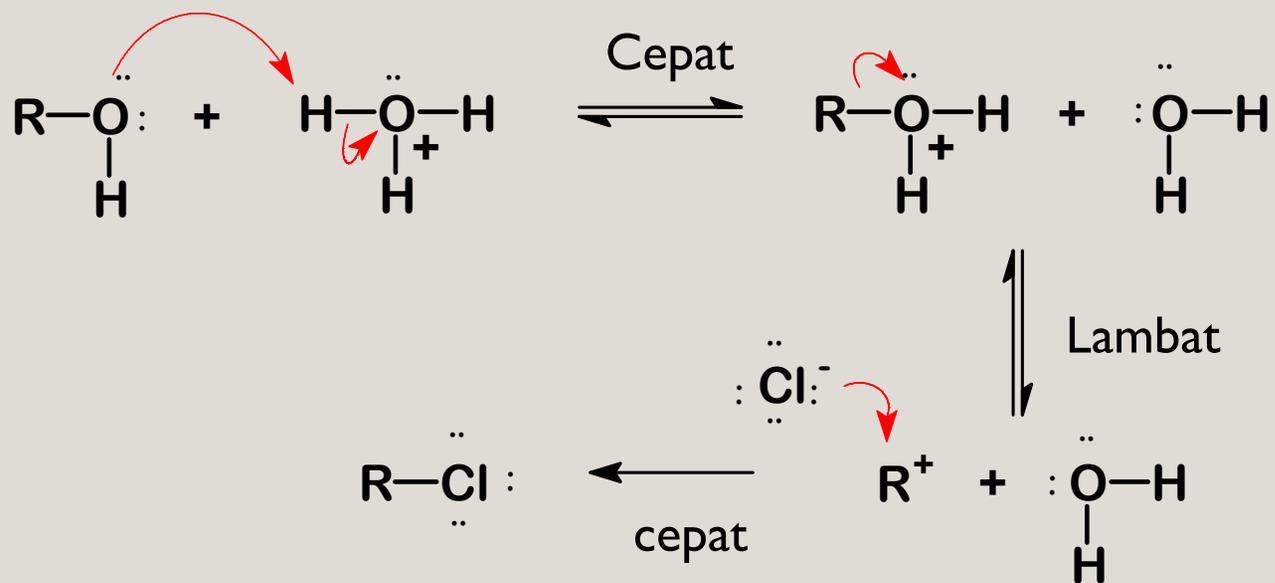
STEPWISE MECHANISM

Setiap tahap ditulis terpisah dan harus menggambarkan kembali masing-masing intermediet 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 ?**

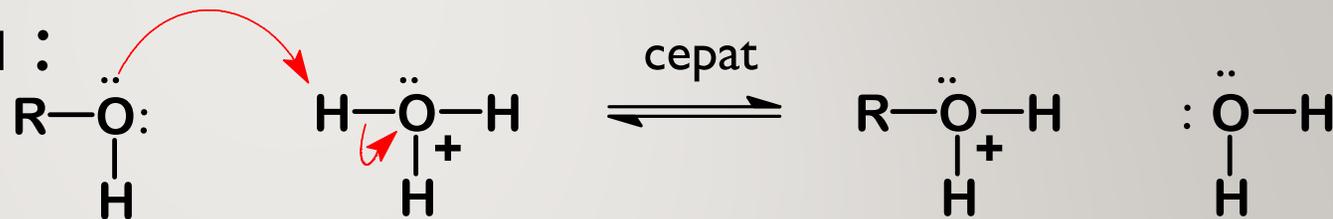
Kedua metode menggambarkan mekanisme : **Benar**

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



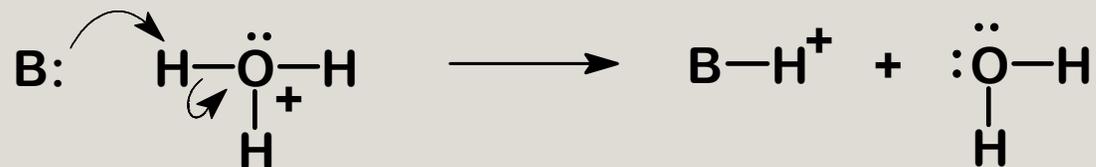
Penggunaan panah lengkung untuk menunjukkan :
Ikatan yang putus atau terbentuk

Panah lengkung mewakili perpindahan
sepasang elektron

• Dua contoh

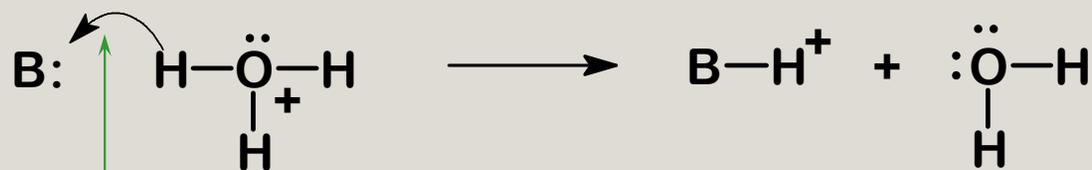
Benar (elektron yang bekerja)

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



Salah (proton yang bekerja)

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



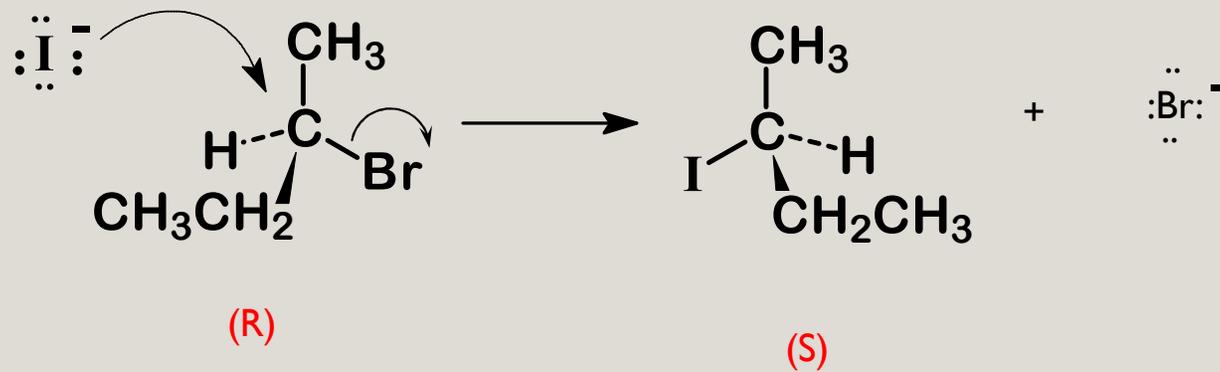
Variasi lain dari panah reaksi setimbang



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 elektrofili. Biasanya berupa gugus yang mengandung atom elektronegatif atau memiliki lone pair electron, sehingga dapat membawa kelebihan elektron, Nu⁻. 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⁺. 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

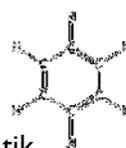
- **Substitusi Nukleofilik**, dapat terjadi pada senyawa alifatik, siklik, aromatik.
- *Exercise: apa bedanya senyawa alifatik, siklik, aromatik?*
- Pada reaksinya, nukleofil sebagai penyerang bisa bermuatan dan bisa tidak bermuatan (netral).



R: alkil/aryl

Apa yang dimaksud alkil/aryl?

Nukleofil:
bisa bermuatan negatif dan bisa tidak bermuatan (netral, tapi memiliki *lone pair electron* yang dapat didonorkan)



Aromatik



• REAKSI SUBSTITUSI

Satu gugus menggantikan gugus yang lain

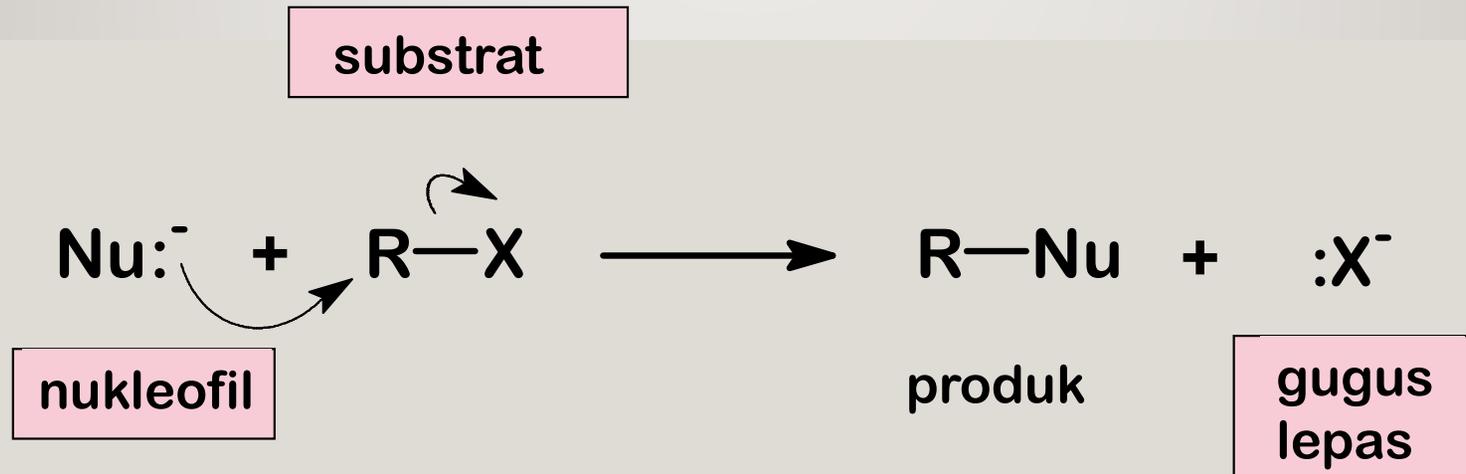


Y menggantikan tempat X (Substitusi)

Y “menggantikan” X

• SUBSTITUSI NUKLEOFILIK

PENGGANTIAN NUKLEOFILIK

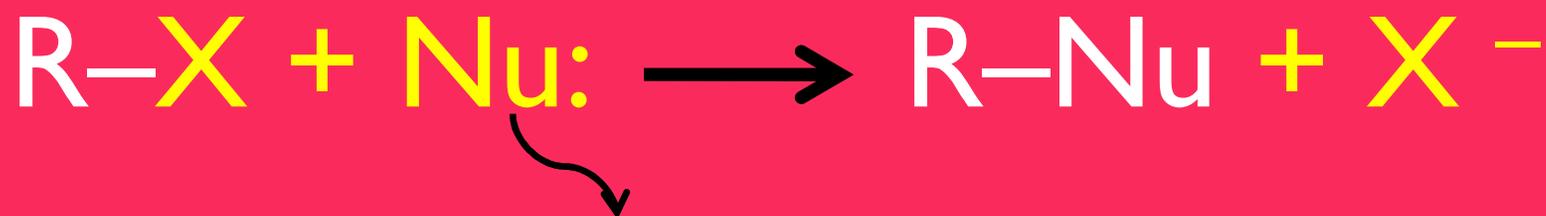


nukleofil “menggantikan” gugus lepas.

Disebut reaksi substitusi:

Nu menggantikan X (berganti tempat).

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



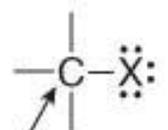
bisa bermuatan dan bisa tidak bermuatan (netral)

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.

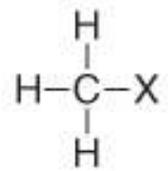
- ALKIL HALIDA

Alkyl halide



sp^3 hybridized C
 $R-X$ X = F, Cl, Br, I

Classification of alkyl halides



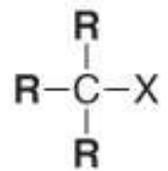
methyl halide



1°
(one R group)



2°
(two R groups)



3°
(three R groups)

The Leaving Group:

Poor leaving groups for Nucleophilic Substitution

Starting material	Leaving group	Conjugate acid	pK _a
R-F	F ⁻	HF	3.2
R-OH	⁻ OH	H ₂ O	15.7
R-NH ₂	⁻ NH ₂	NH ₃	38
R-H	H ⁻	H ₂	35
R-R	R ⁻	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 ₂ ⁺	H ₂ O	H ₃ O ⁺	-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

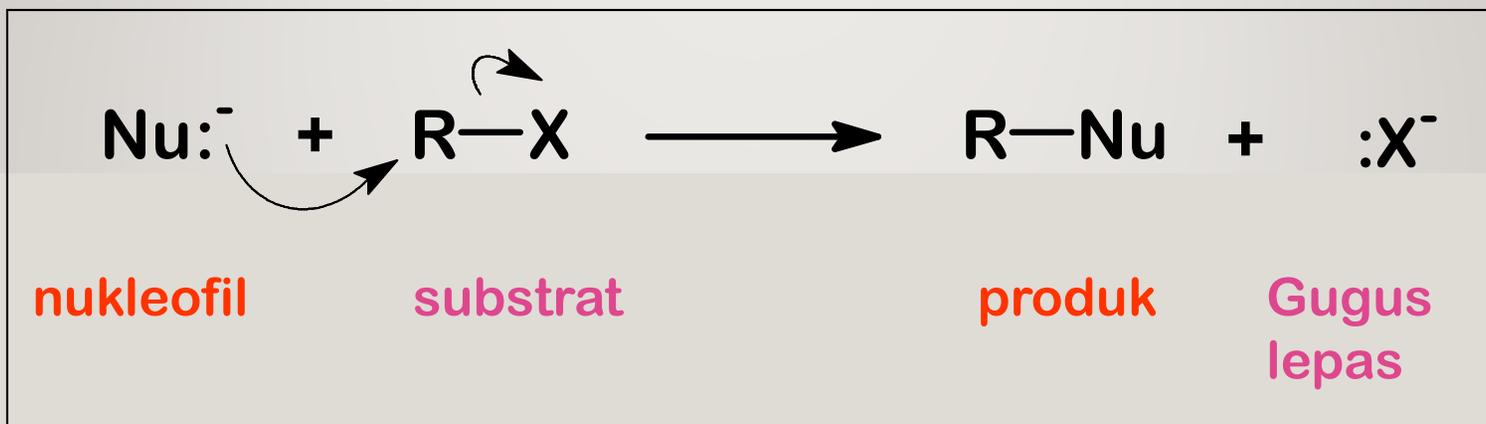
REAKSI SUBSTITUSI NUKLEOFILIK
(substitusi pada atom karbon)

Dapat dibandingkan dengan

REAKSI ASAM-BASA
(Substitusi pada atom Hidrogen)

PERBANDINGAN SUBSTITUSI

PENGGANTIAN PADA ATOM C



PENGGANTIAN PADA ATOM H

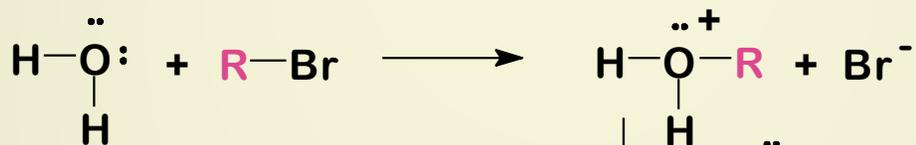


NUKLEOFIL

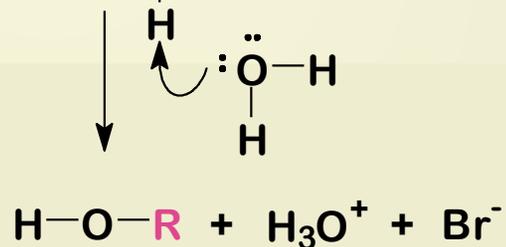
PEMILIHAN NUKLEOFIL UNTUK SINTESIS BERBAGAI SENYAWA ORGANIK:

$Y + Nu \longrightarrow R-Nu + Y$		
<u>Nukleofil</u>	<u>Produk</u>	<u>Senyawa</u>
Cl^-, Br^-, I^-	$R-X$	alkyl halides
OH^-	$R-OH$	alcohols
RO^-	$R-O-R'$	ethers
$:C \equiv N:^-$	$R-C \equiv N:$	nitriles
$R'-C(=O)O^-$	$R'-C(=O)OR$	esters
$R'-C \equiv C:^-$	$R'-C \equiv C-R$	alkynes
SH^-	$R-SH$	thiols

NUKLEOFIL YANG TIDAK BERMUATAN



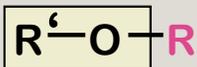
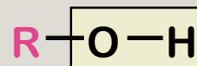
Under some circumstances water will react.



Nukleofil



Produk



Senyawa

alcohols

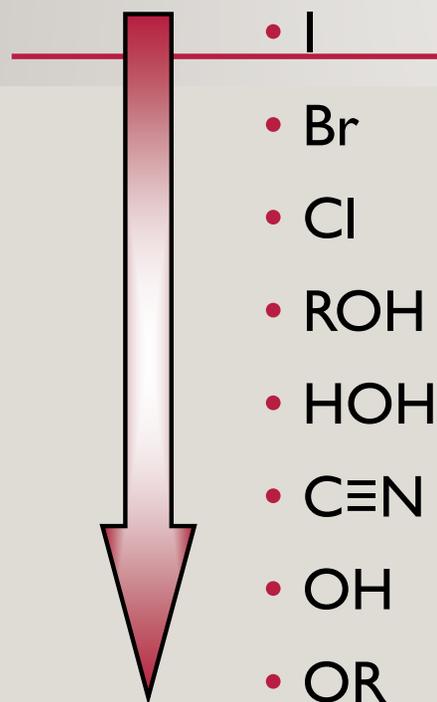
ethers

amines

amines

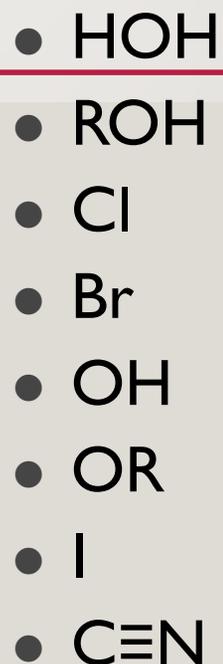
30

Urutan kebasaan



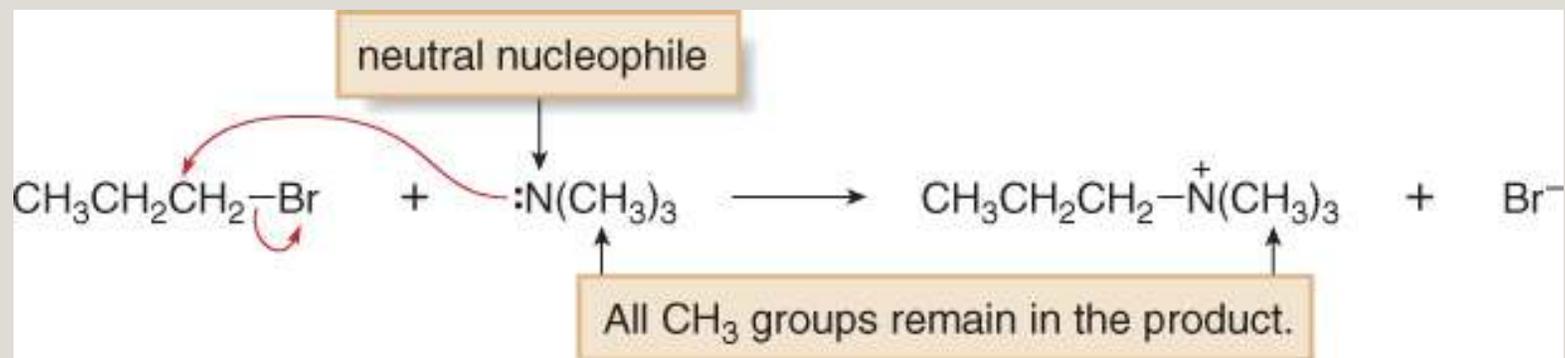
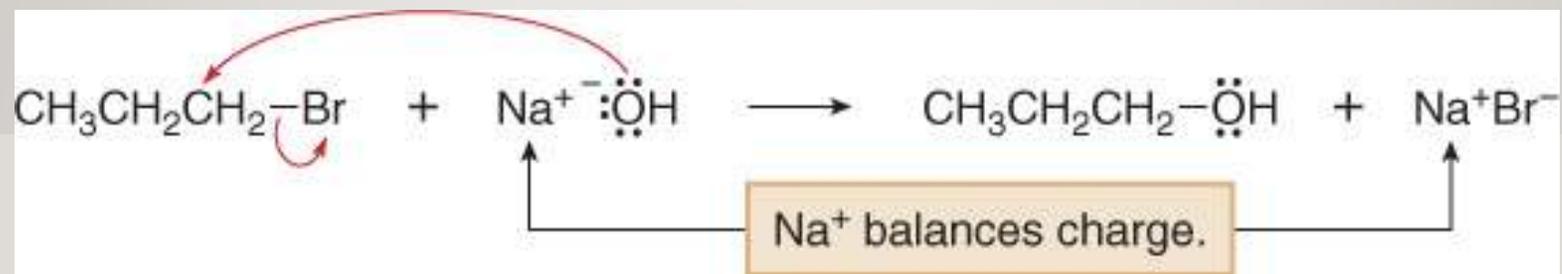
Semakin kuat kebasaan semakin kuat ikatannya semakin sulit lepas

Urutan nukleofilisitas



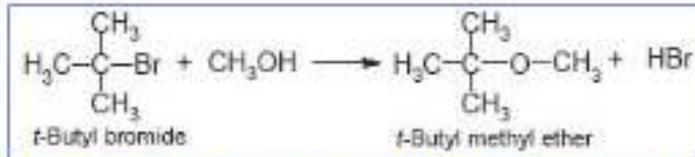
Bawah bisa menggantikan atasnya

Keterangan: semakin ke bawah semakin kuat



- REAKSI 1
- REAKSI S_N2

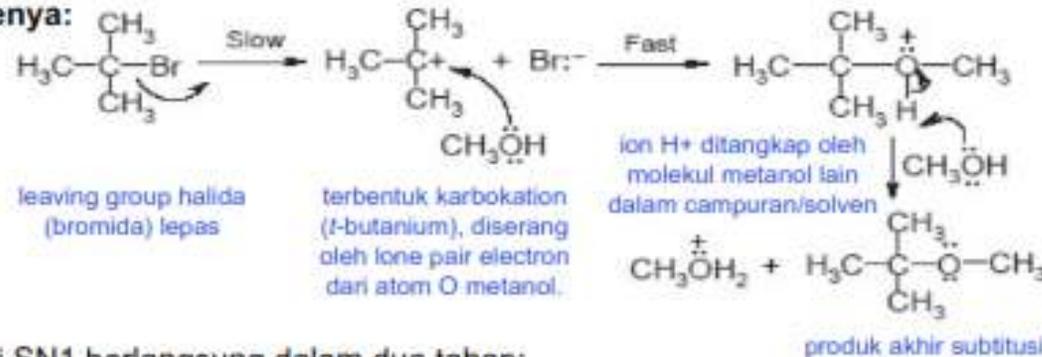
MEKANISME SN1



Contoh: reaksi antara tersier butil bromida dan metanol

oksigen bermuatan positif karena menyumbangkan elektronnya, kemudian melepaskan ion H⁺

mekanismenya:



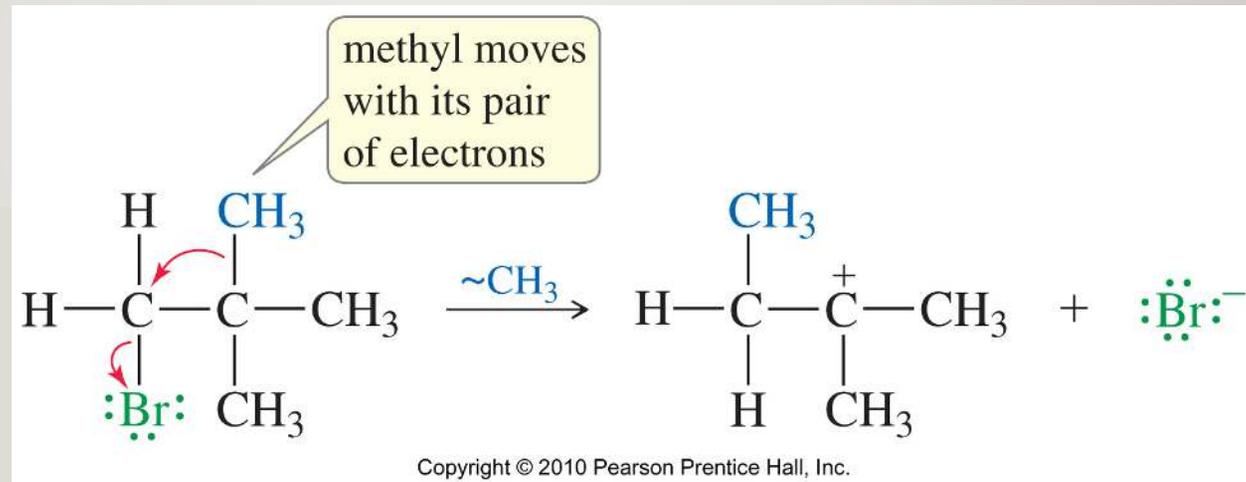
- Reaksi SN1 berlangsung dalam dua tahap:
 - Pembentukan karbokation**, lepasnya leaving group meninggalkan substrat, reaksi berlangsung lambat sehingga menjadi penentu laju/kinetika reaksi.
 - Serangan nukleofil terhadap karbokation**, berlangsung cepat.

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

PENATAANULANG PADA REAKSI SNI

- Karbokation dapat mengalami penataulangan untuk membentuk suatu intermediet karbokation yang lebih stabil.
- Pergeseran hidrida: H^- pada karbon yang bersebelahan berikatan dengan C^+ .
- Pergeseran metil: CH_3^- 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 (berserta 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-SO₃⁻ (sulfonat), R-SO₄⁻ (sulfat), R-PO₄⁻ (fosfat).
 - Spesi netral: H₂O (air), R-OH (alkohol), R₃N (amina), R₃P.
- 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 SN¹

➤ 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⁻ makin kuat terikat pada R sehingga sulit lepas.
- X⁻ akan mudah distabilkan, dalam pelarut polar, jadi reaksi ini akan mudah terjadi jika ditambahkan AgNO₃ 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^+

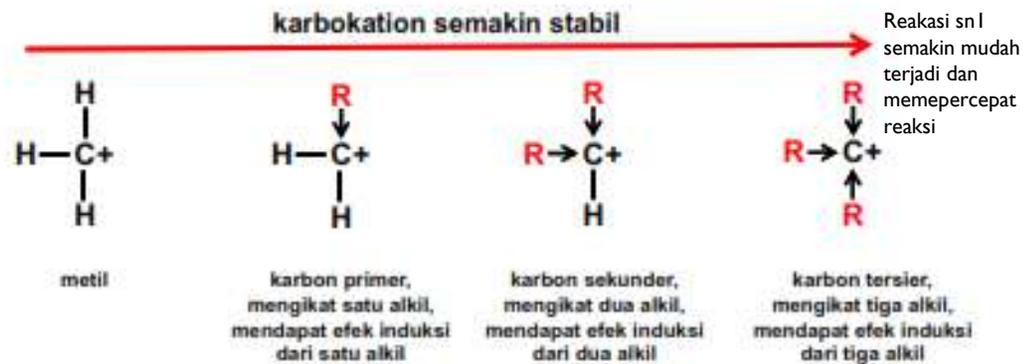
➤ Pengaruh Struktur R

- 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

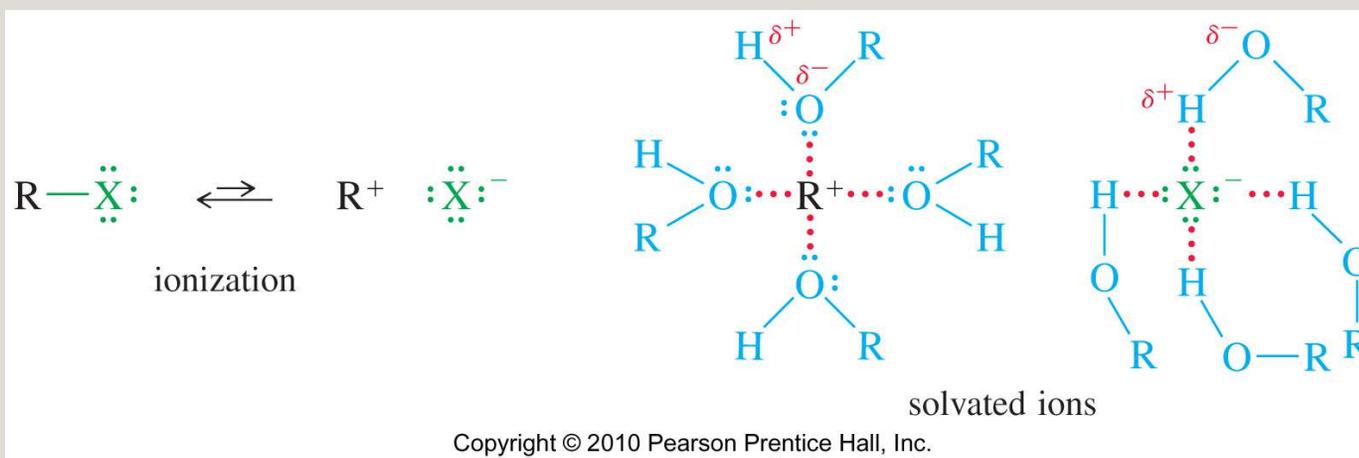
- Gugus alkil memiliki sifat induksi elektron ikatan.
- Ikatan kimia adalah penggunaan 2 elektron secara bersama-sama oleh 2 atom yang saling berikatan.
- Induksi adalah efek dorongan elektron ikatan, namun tidak menyebabkan lepasnya elektron ikatan, tidak ada perpindahan elektron ikatan untuk dimiliki 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.



EFEK SOLVASI

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

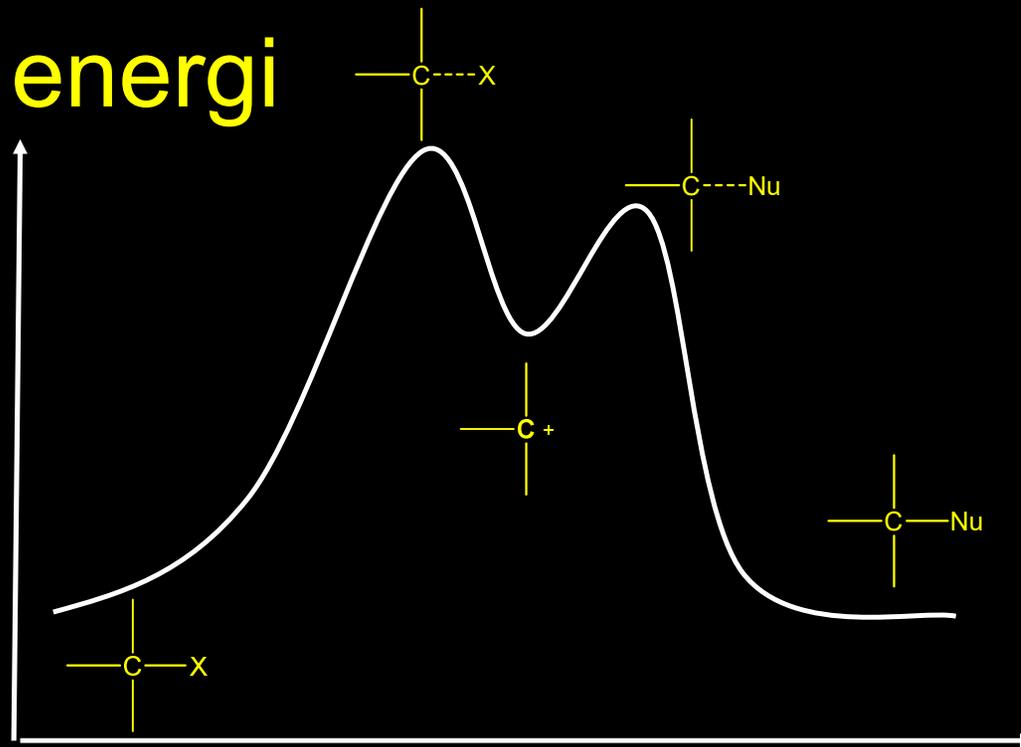


Kinetika Reaksi SN1:

$$V = k[RX]$$

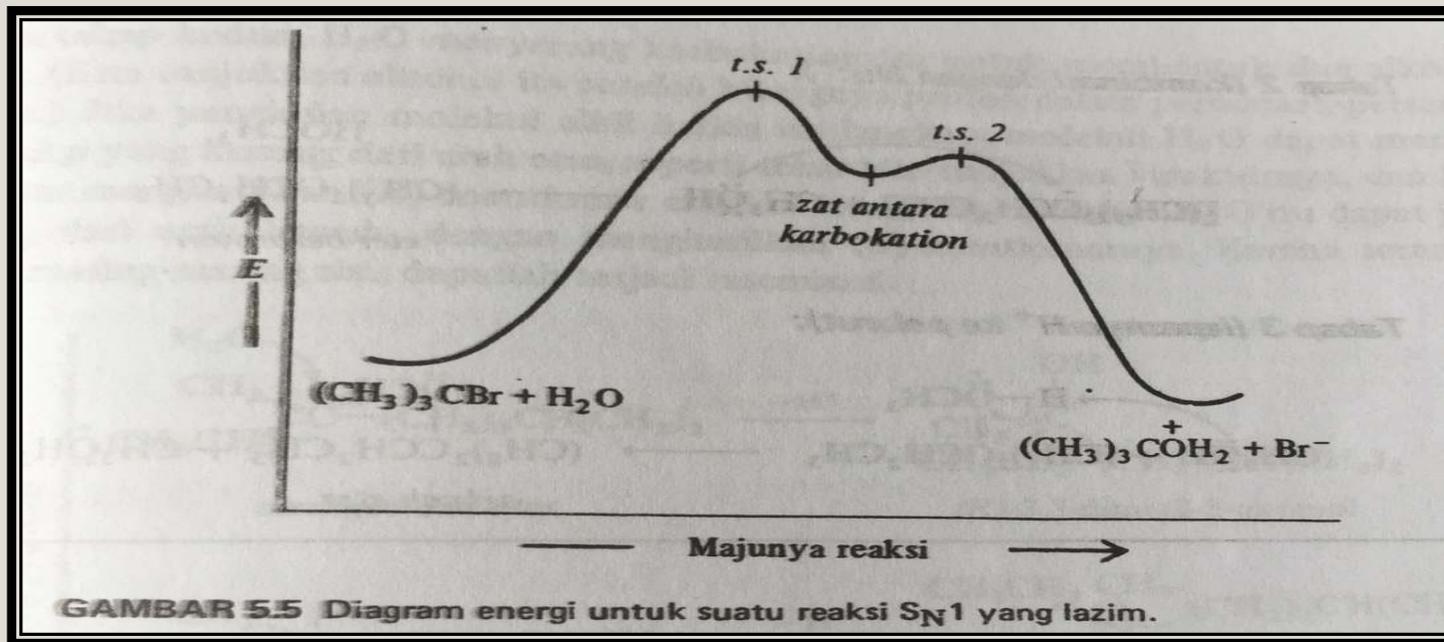
orde pertama dan bergantung pada substrat

Profil energi



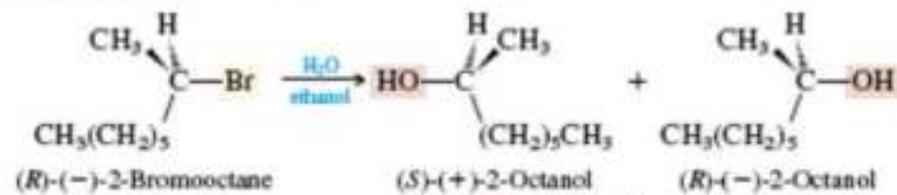
reaksi keseluruhan t-butyl bromida dengan air sebenarnya terdiri dari dua reaksi yang terpisah : reaksi S_N1 (ionisasi yang diikuti oleh kombinasi dengan nukleofil dan suatu reaksi asam – basa).

Diagram energi reaksi S_N1 :



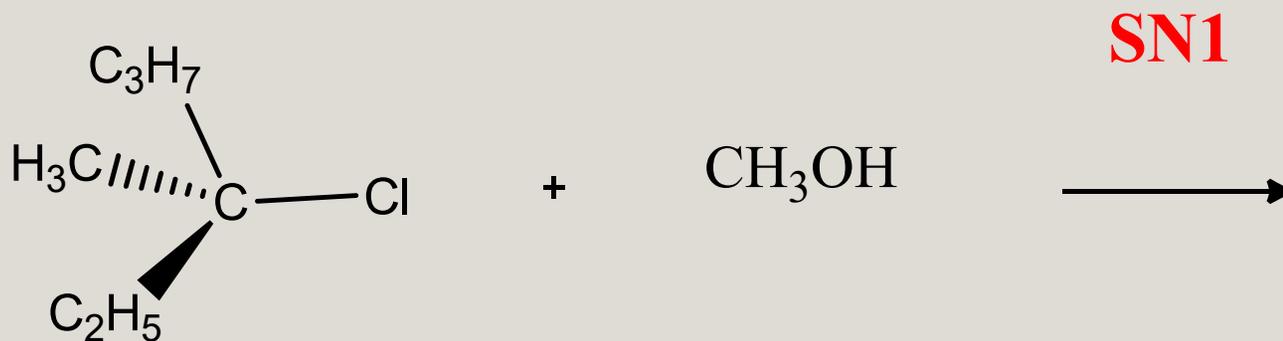
Latihan menggambar tahap-tahap mekanisme reaksi SN1

- Bromo-oktan dan air, dalam solven alkohol.



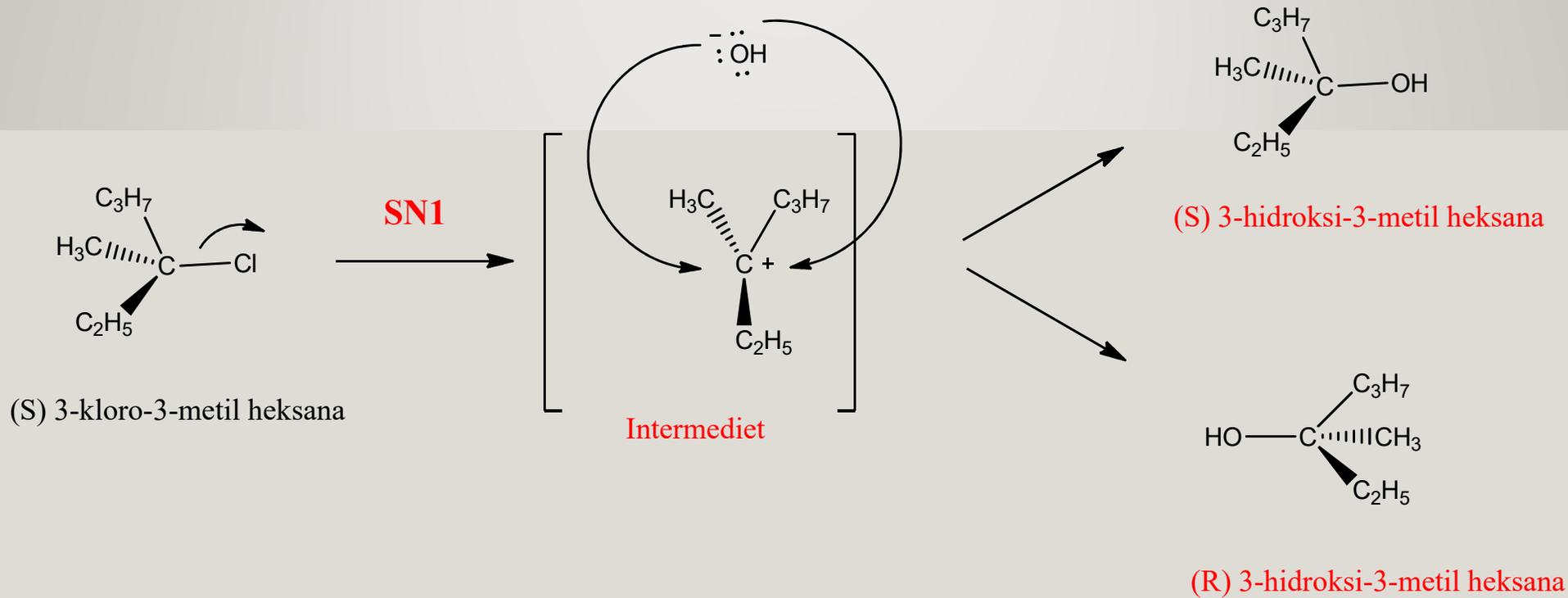
- Manakah dan jelaskan yang lebih mudah terjadi reaksi SN1 antara:
 1. Isopropilbromida dengan isobutilbromida.
 2. Siklopentil iodida dengan 1-metilsiklopentil iodida
 3. Siklopentil Bromida dengan 1-bromo-2,2-dimetilpropana
- Tulis mekanisme reaksi hidrolisis yang terjadi jika **tersierbutil klorida**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

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



(S) 3-kloro-3-metil heksana

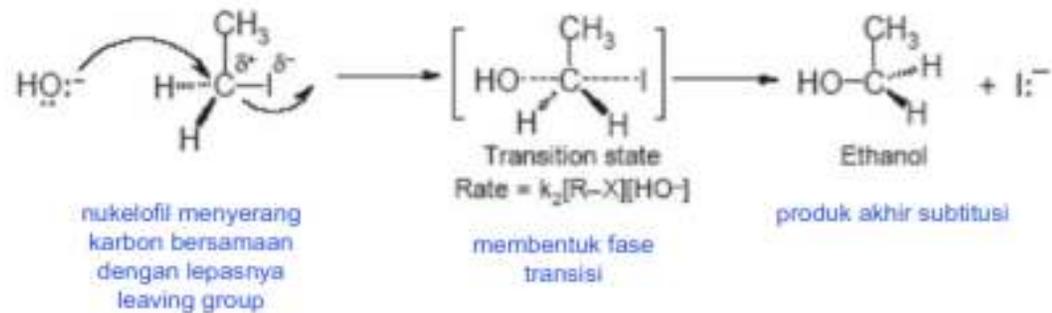
Alkilhalida tersier



MEKANISME SN2



Mechanism.

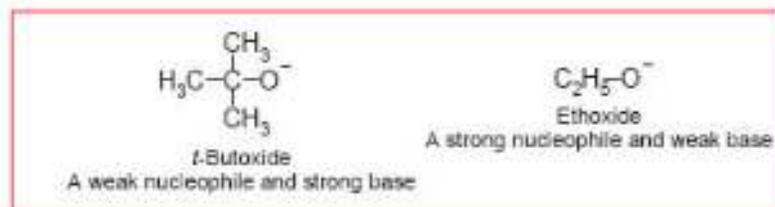


Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi SN2

- 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_N2: KEKUATAN NUKLEOFILIK

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

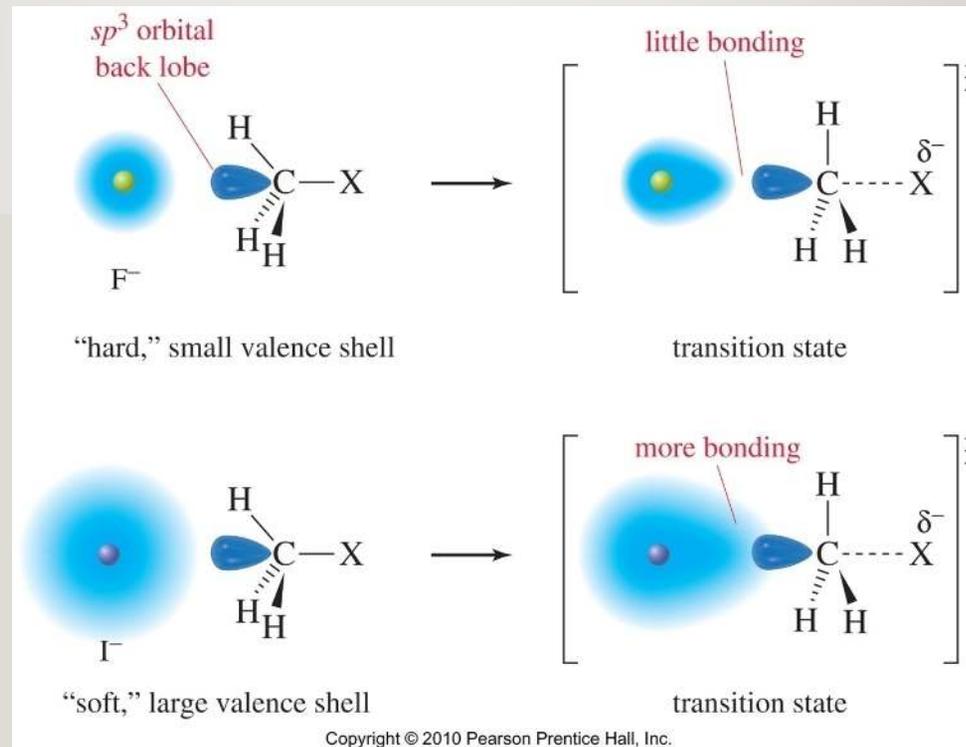
strong nucleophiles	$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{P}:$ $-\ddot{\text{S}}-\text{H}$ $:\ddot{\text{I}}:^-$ $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\ddot{\text{N}}\text{H}$ $-\text{:C}\equiv\text{N}$ $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}:$ $\text{H}-\ddot{\text{O}}:^-$ $\text{CH}_3-\ddot{\text{O}}:^-$	moderate nucleophiles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

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

KECENDERUNGAN NUKLEOFILISITAS

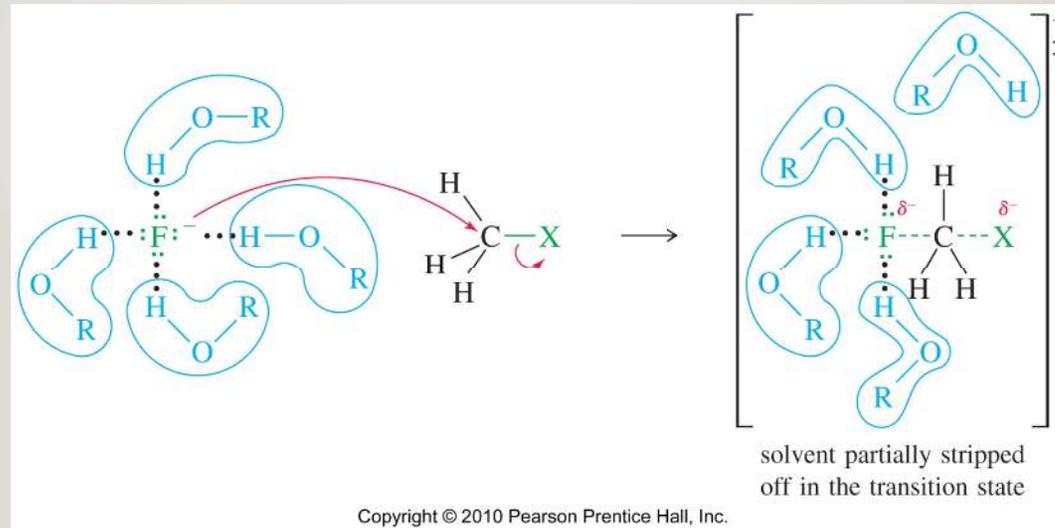
- Suatu nukleofil bermuatan negatif relatif lebih kuat dibandingkan dengan molekul netralnya :
$$\text{OH}^- > \text{H}_2\text{O} \quad \text{HS}^- > \text{H}_2\text{S} \quad \text{NH}_2^- > \text{NH}_3$$
- Nukleofilisitas turun dari kiri ke kanan dalam satu periode:
$$\text{OH}^- > \text{F}^- \quad \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$$
- 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

Ions:	$\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{Br}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{I}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{--}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}\text{--}\text{R}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{--}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}\text{--}\ddot{\text{O}}\text{R}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{--}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{P}}\text{--}\ddot{\text{O}}\text{R}$
	halides			sulfonate	sulfate	phosphate
Neutral molecules:	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{--}\text{H} \\ \text{:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{--}\text{R} \\ \text{:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{:}\text{N}\text{--}\text{R} \\ \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{:}\text{P}\text{--}\text{R} \\ \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{:}\ddot{\text{S}}\text{--}\text{R} \\ \text{:} \end{array}$	
	water	alcohols	amines	phosphines	sulfides	
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.						

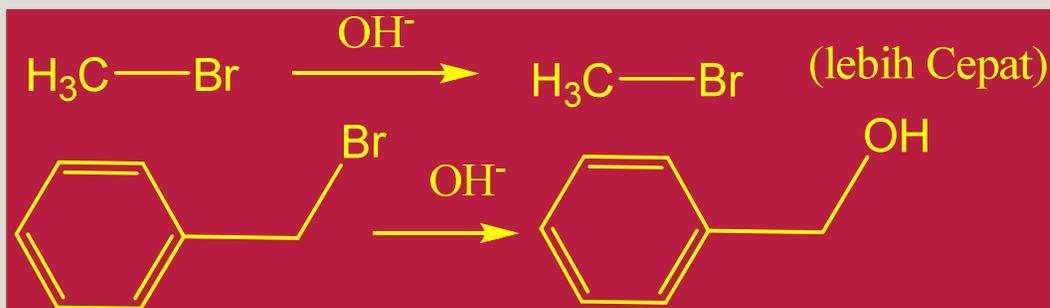
EFEK STERIK RX SN²

➤ 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 ₃ Cl	MeCH ₂ Cl	Me ₂ CH ₂ Cl	Me ₃ CH ₂ Cl
v: relatif	1	2.7x10 ⁻²	4.9x10 ⁻⁴	2.2x10 ⁻⁵

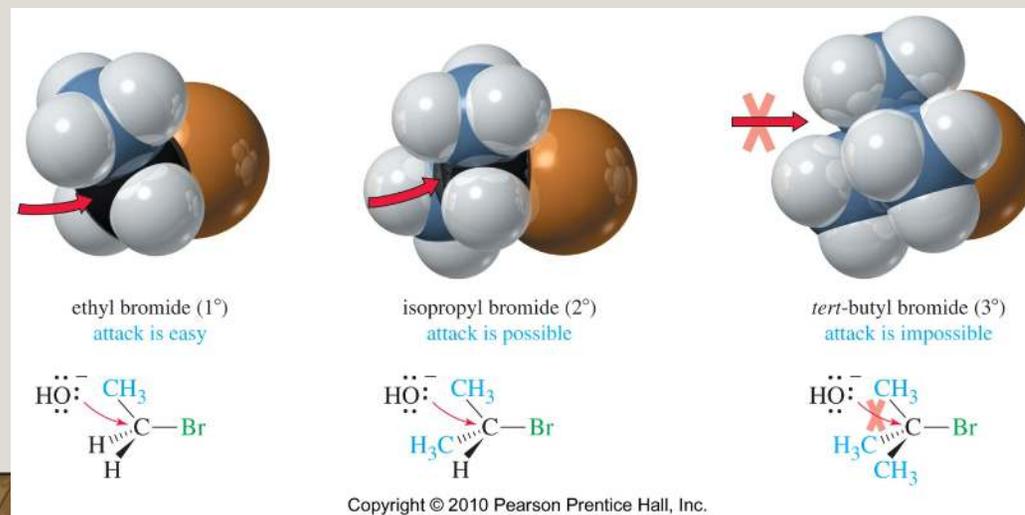
makin besar gugus R, rx semakin lambat karena pereaksi yg akan masuk terhalang oleh sesaknya gugus R pada atom C yang mengikat *leaving group*



- 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 sp³.



Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi SN2

- **Efek sterik** substrat: elektrofil yang lebih meruah akan menyulitkan substitusi oleh nukleofil pada reaksi S_N2.

Relative rates for S_N2 : 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 ₃ Cl	MeCH ₂ Cl	Me ₂ CH ₂ Cl	Me ₃ CH ₂ Cl
kecepatan relatif :	1	2.7x10 ⁻²	4.9x10 ⁻⁴	2.2x10 ⁻⁵

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

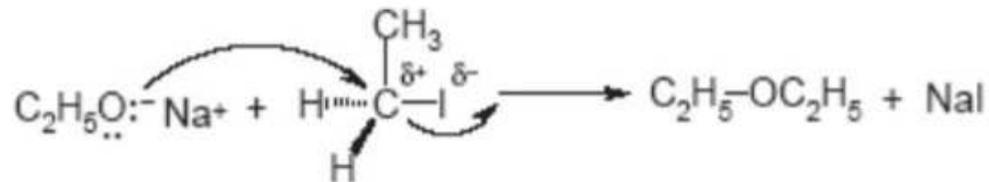
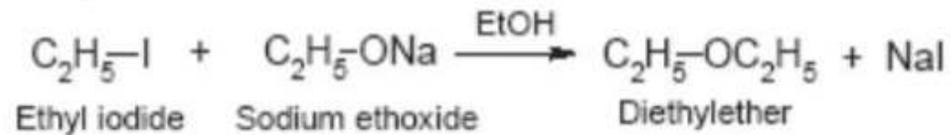
kenukleofilan: kemampuan menyerang inti/*nukleus*

➤ Lingkungan

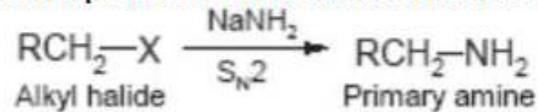
- Tidak terlalu dipengaruhi oleh kepolaran

Beberapa contoh reaksi SN2

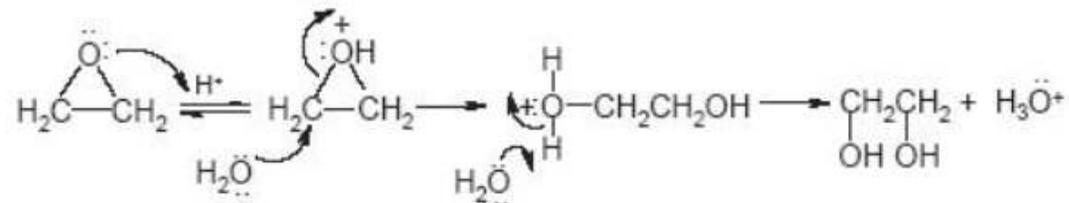
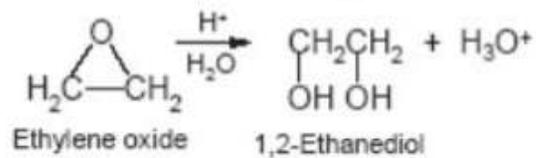
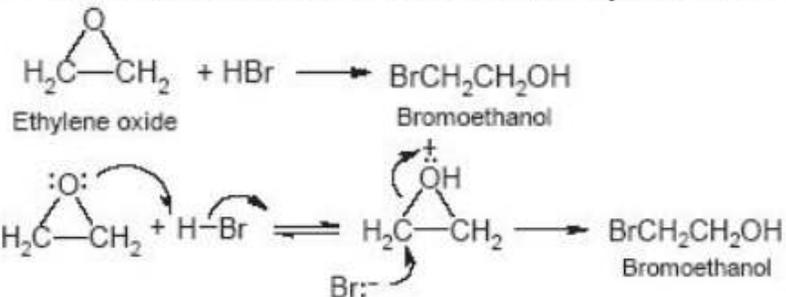
- Pembuatan eter dari suatu alkil halida: Sintesis Williamson. Reaksi ini terbatas hanya untuk alkil halida primer, sementara alkil halida lain akan lebih cenderung mengalami reaksi eliminasi.



- Pembuatan amina primer dari alkil halida: berlangsung secara SN2

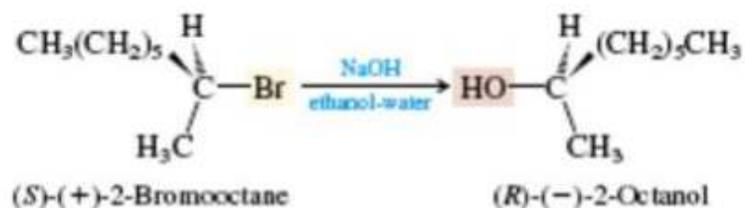


- Pembuatan alkohol dari suatu epoksida :



Latihan menggambar tahap-tahap mekanisme reaksi SN2

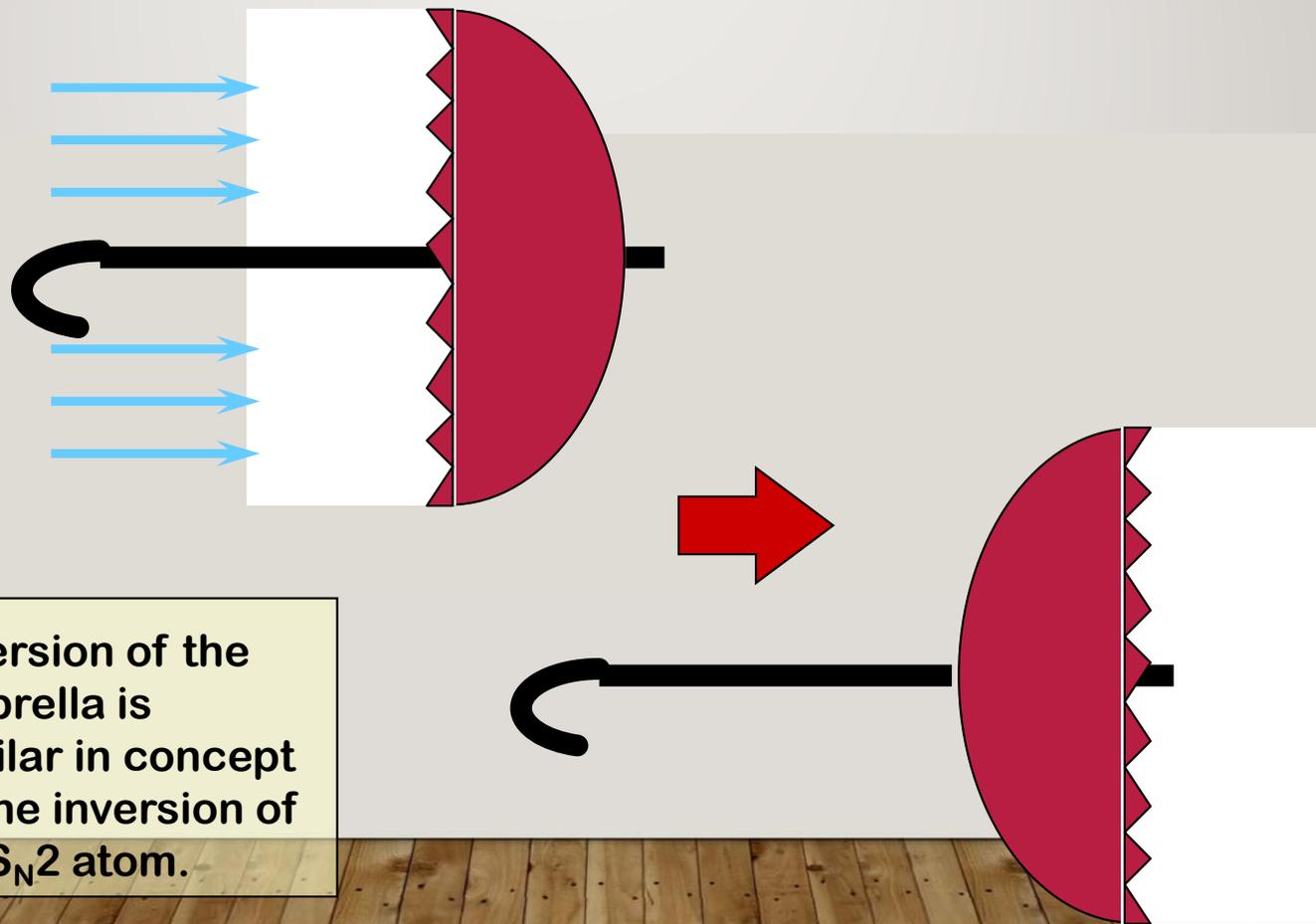
- (S)-2-Bromooktana dan hidroksida (dari NaOH), dalam solven alkohol-air.



- 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

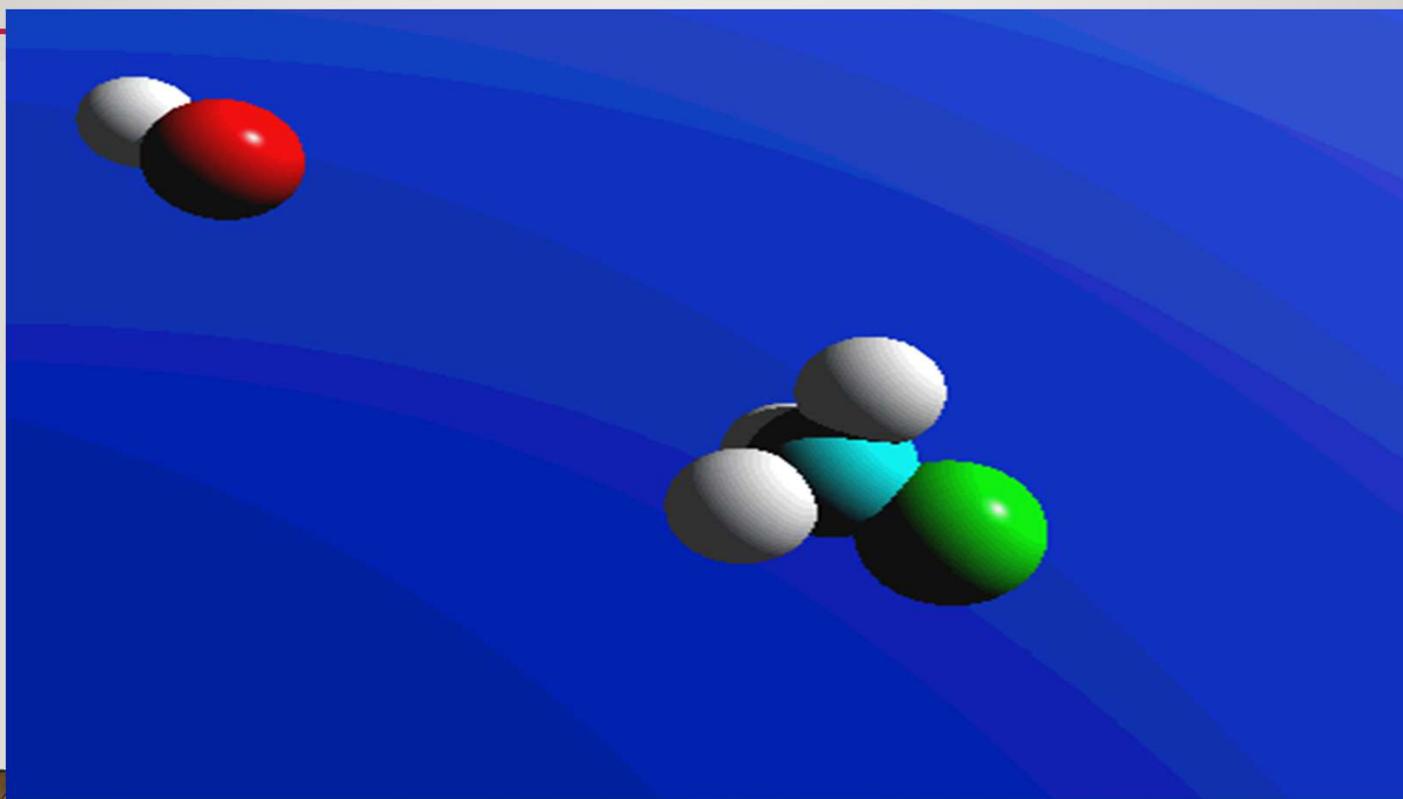
CONCEPTUAL ANALOGY 2

INVERSION OF AN UMBRELLA IN THE WIND

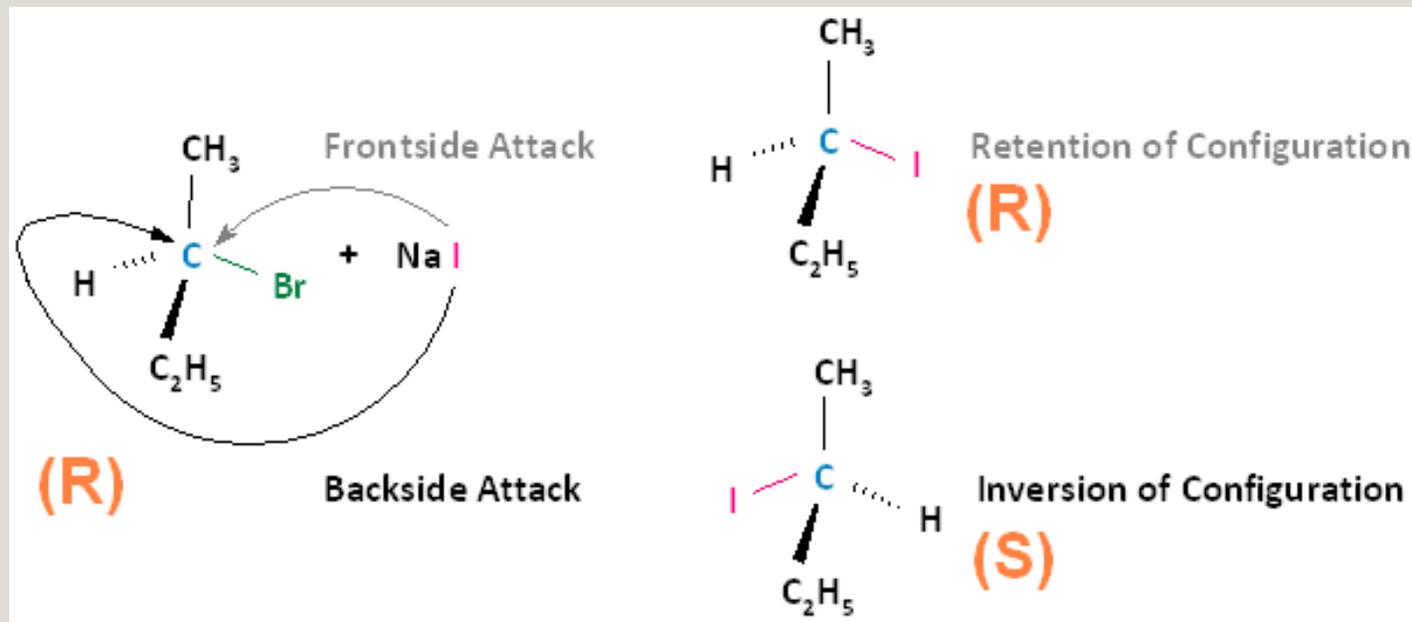


Inversion of the umbrella is similar in concept to the inversion of an S_N2 atom.

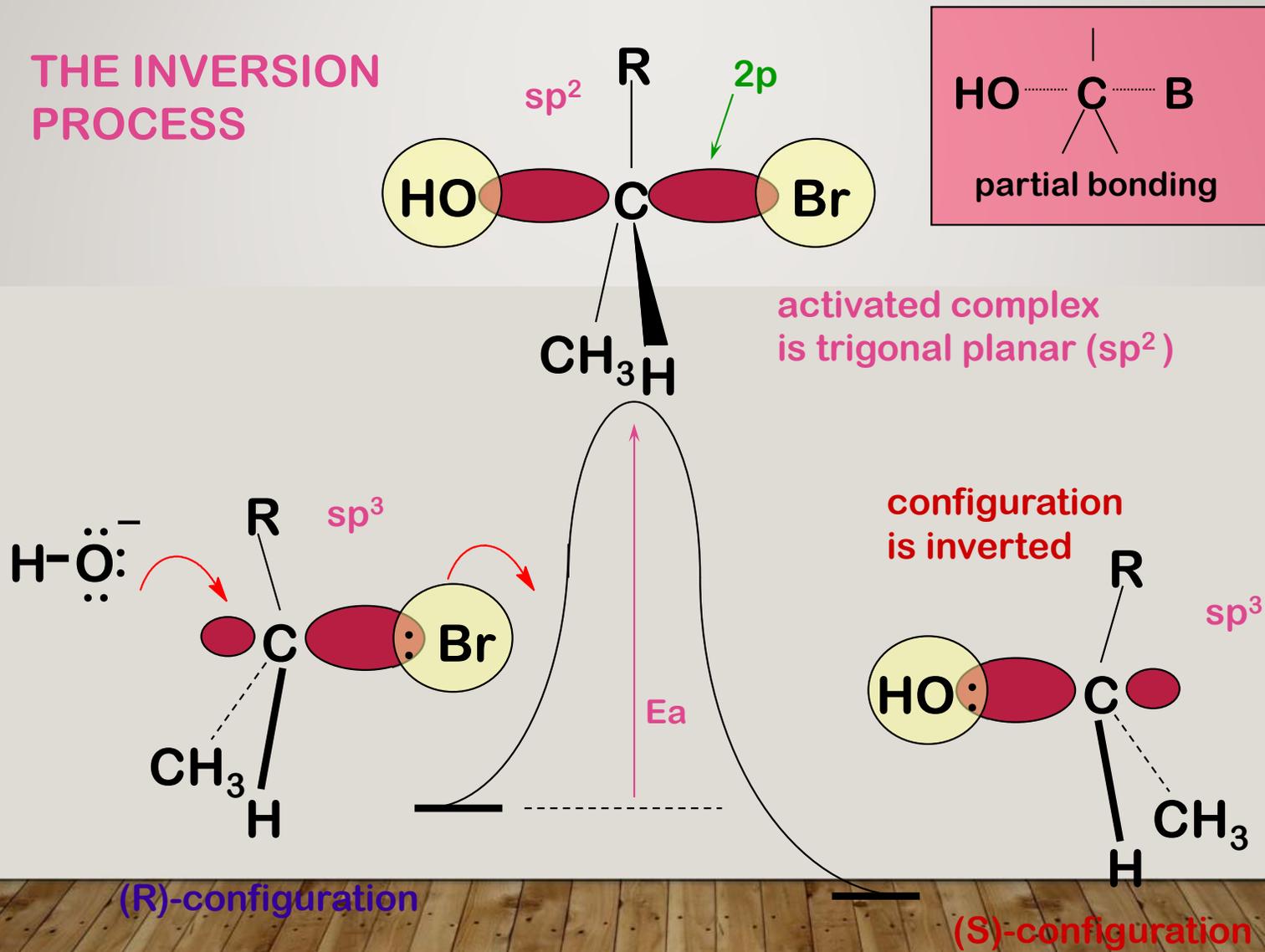
ANIMASI REAKSI S_N2



Arah serangan nukleofil



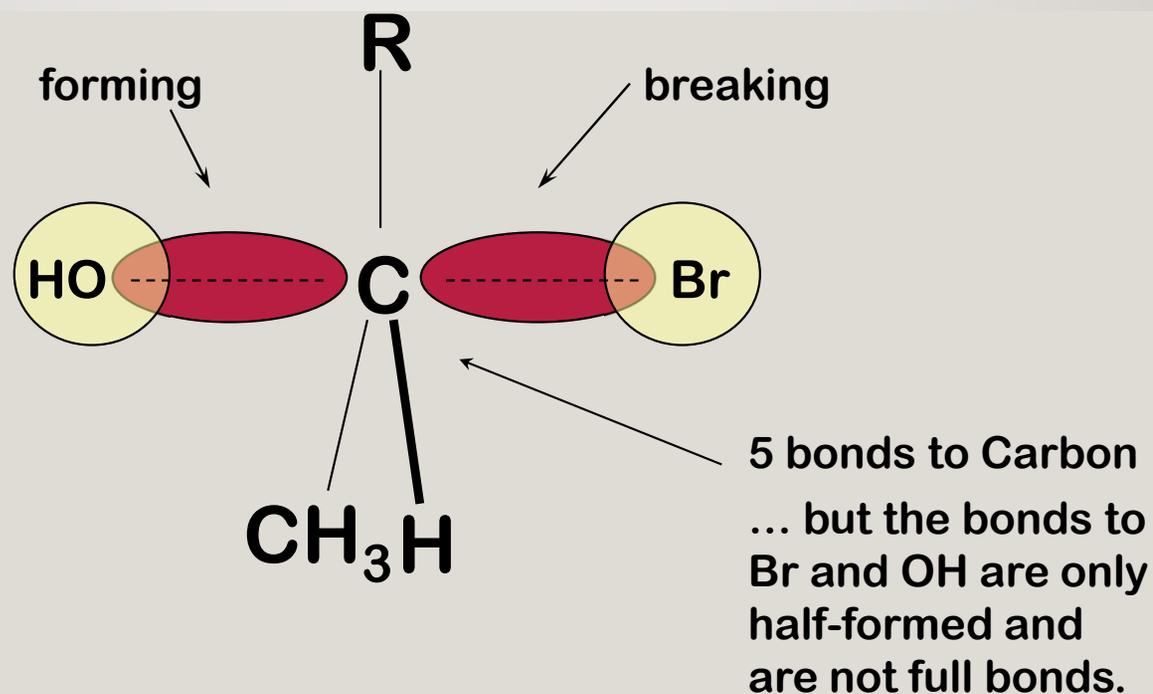
THE INVERSION PROCESS



ACTIVATED COMPLEX FOR S_N2

MIDPOINT OF THE REACTION

trigonal planar (sp²)



NOT A STABLE SPECIES

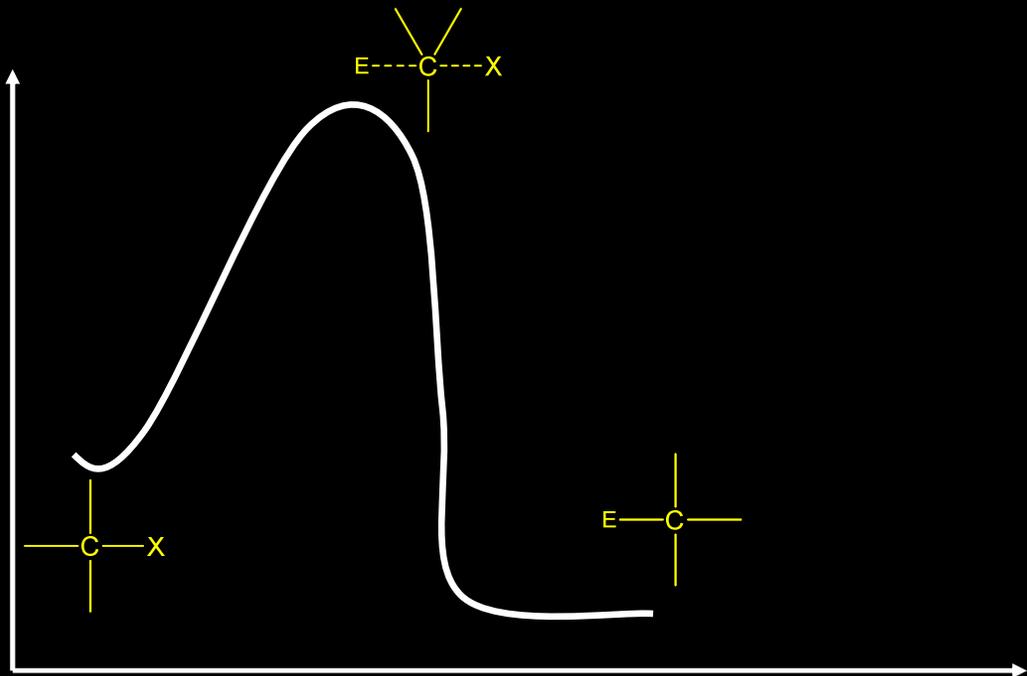
Kinetika Reaksi SN2:

$$V = k_2 [RX] [Y^-]$$

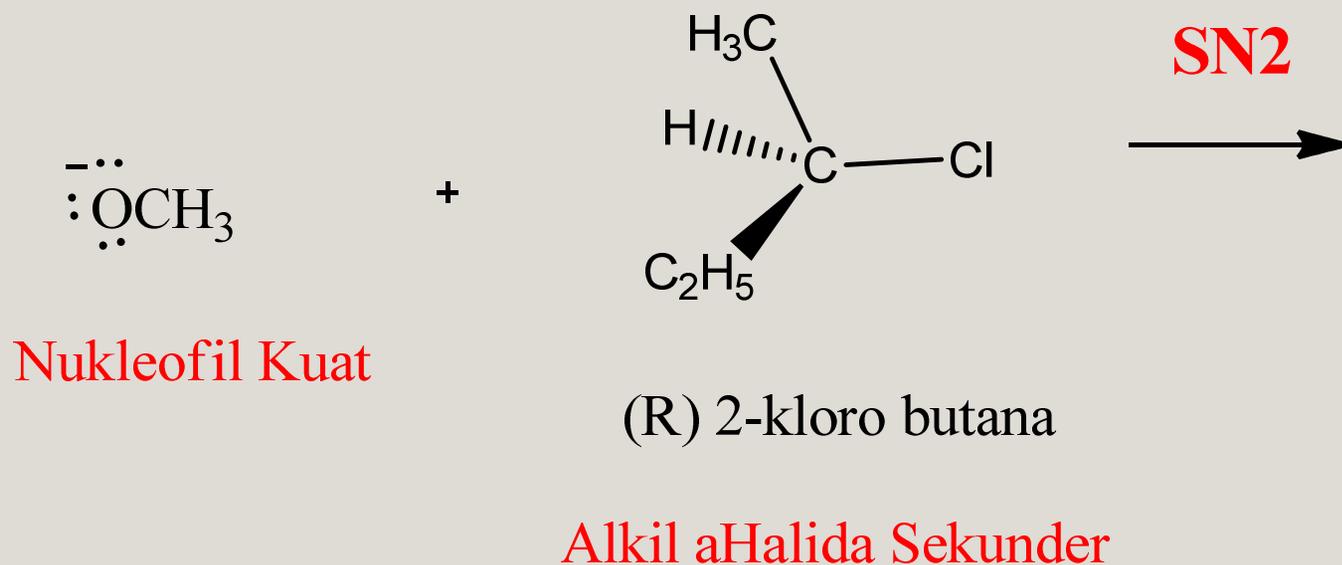
orde kedua

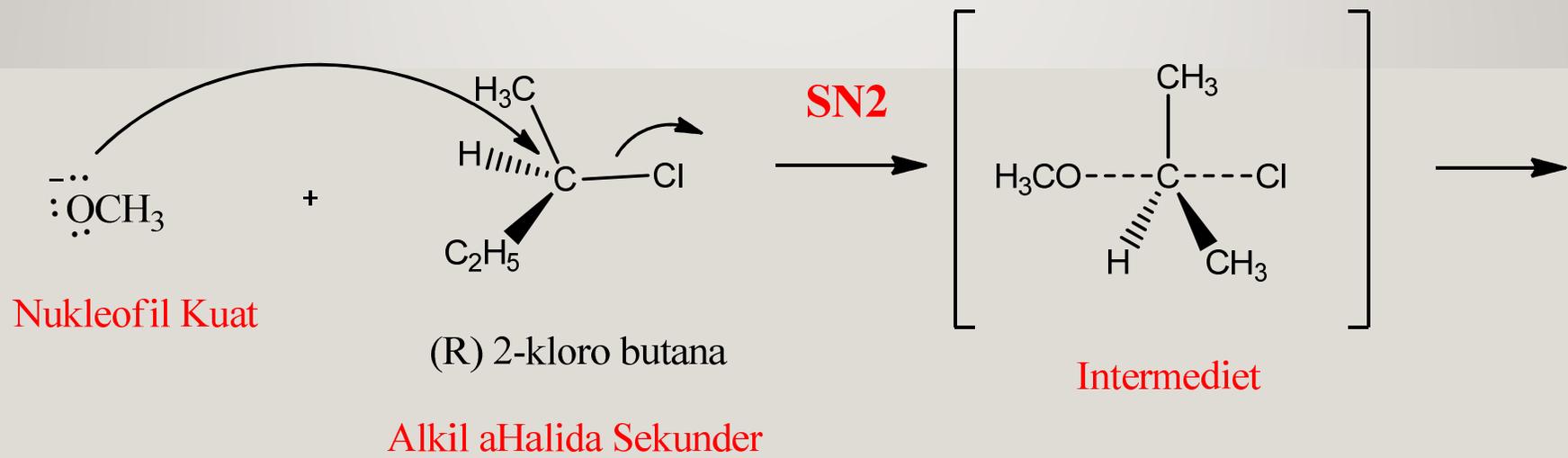
bergantung pada substrat dan pereaksi

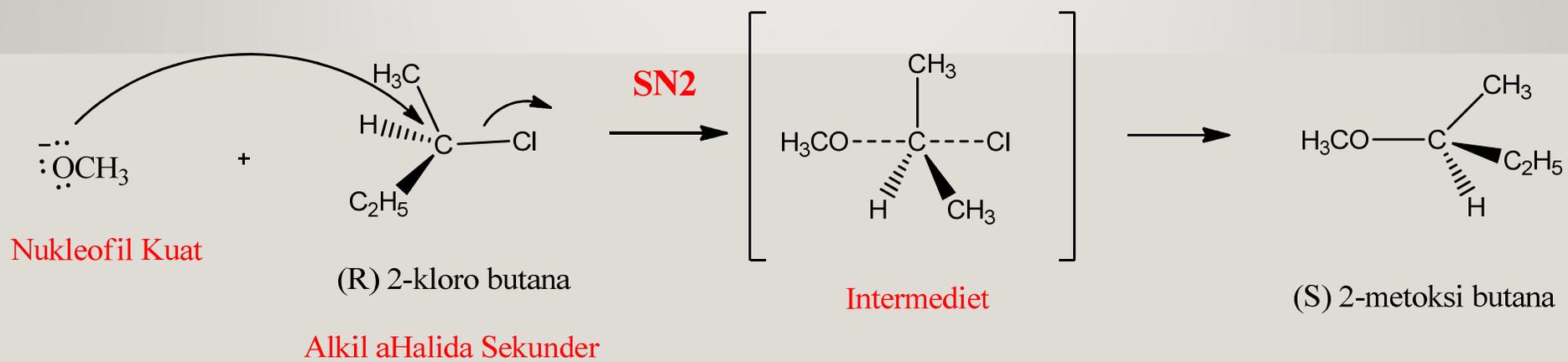
➤ Profil Energi



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







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^-	Anion (disukai)	Netral (disukai)
Pelarut	Sedikit dipengaruhi kepolaran	Kec. Sangat dipengaruhi kepolaran

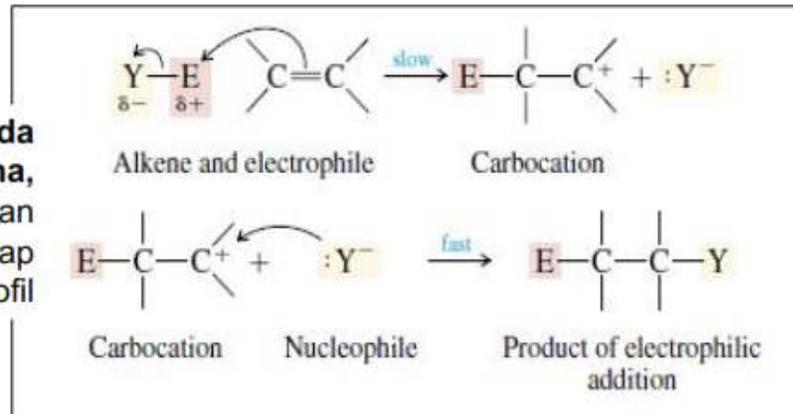
MEKANISME S_N1 ATAU S_N2?

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

SUBSTITUSI ELEKTROFILIK (SE) Aromatik

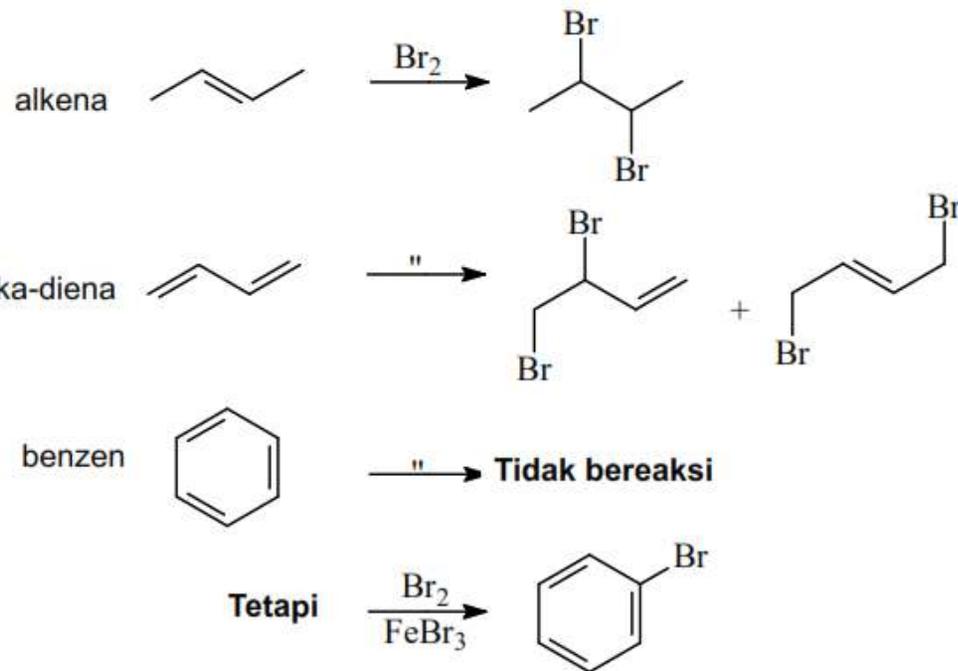
- Reaksi senyawa karbon ikatan rangkap dengan elektrofil (E^+):
 - Senyawa karbon rangkap alifatik (alkena)
 - Senyawa karbon aromatik (ikatan rangkap selang seling, seperti benzen)
- Alkena + elektrofil \rightarrow mengalami reaksi adisi.
- Aromatik + elektrofil \rightarrow mengalami **reaksi substitusi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

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

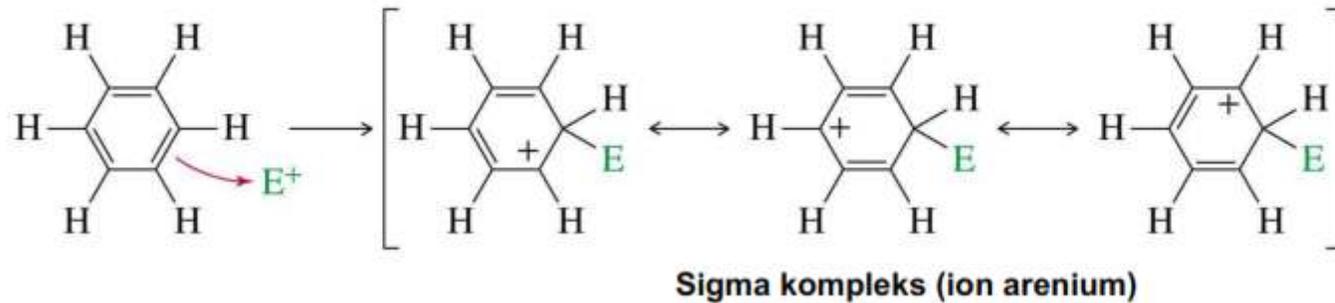


Stabilitas Benzen

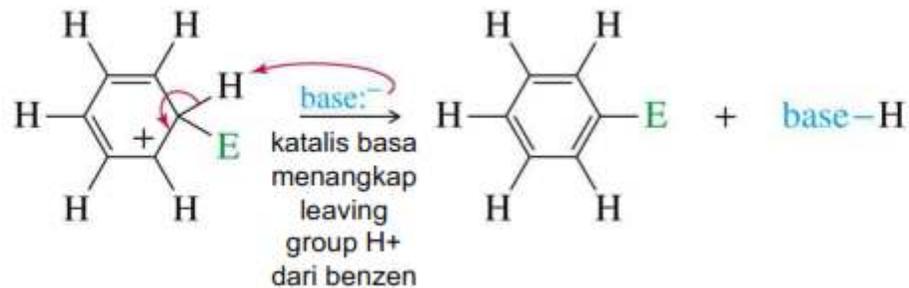
Ikatan rangkap pada benzen tidak bereaksi seperti pada alkena:



Tahap 1 : Serangan E⁺ membentuk sigma kompleks



Tahap 2 : lepasnya proton pada sigma kompleks membentuk produk substitusi



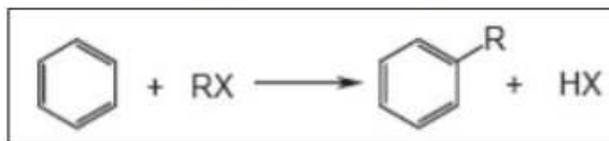
Elektrofil

- 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 Br₂, Cl₂, I₂, dengan katalis Fe-halida)
 - Nitro (NO₂, 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.

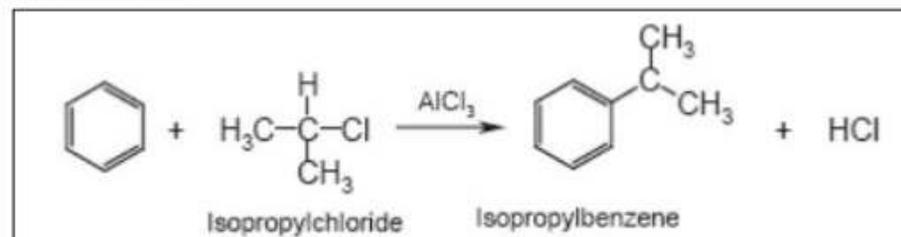
Mekanisme Alkilasi

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 -NO₂, -CN, -CHO, -COR, -NH₂, -NHR, -NR₂

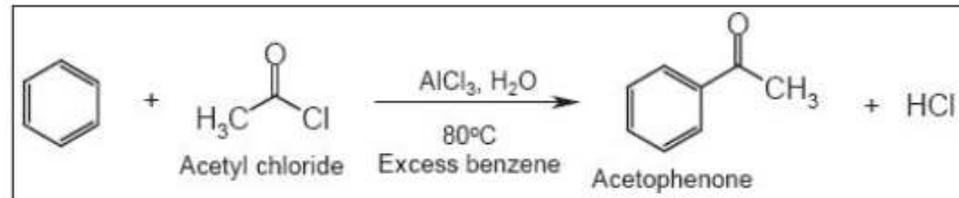
Contoh alkilasi:



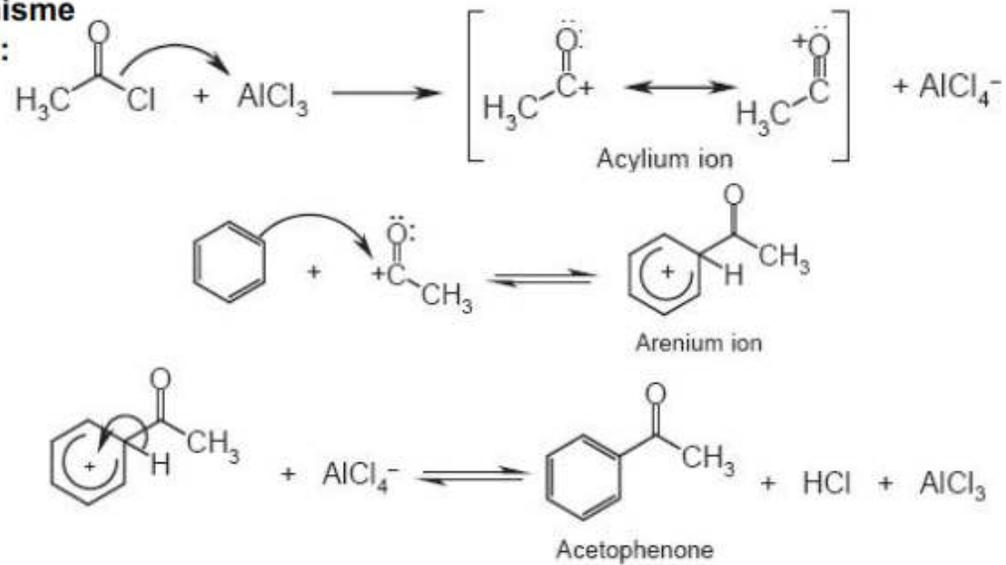
Mekanisme Asilasi

Contoh asilasi:

Friedel Crafts

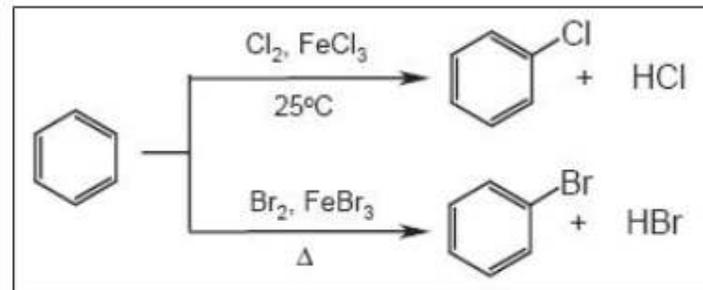


Mekanisme asilasi:

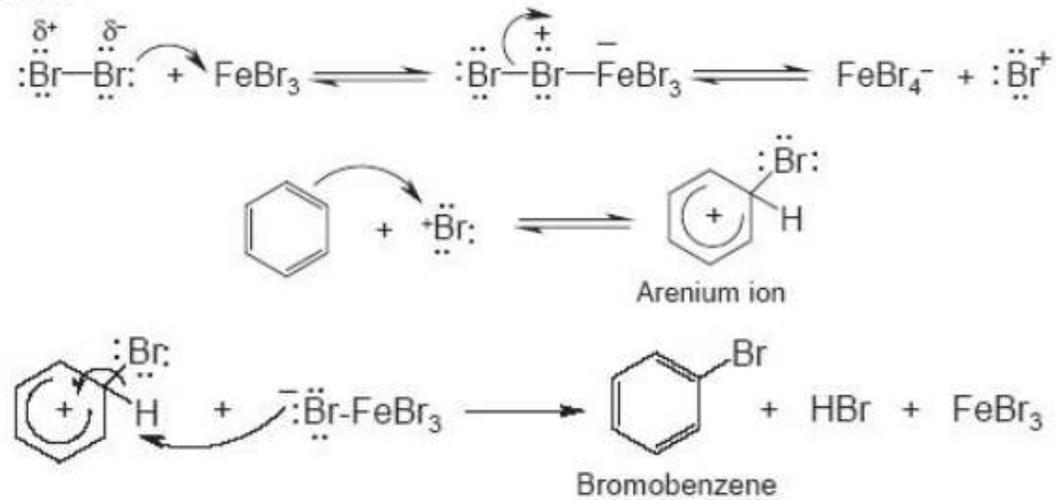


Mekanisme Halogenasi

Contoh halogenasi:

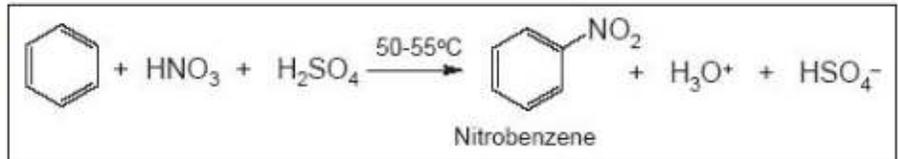


Mekanisme halogenasi:

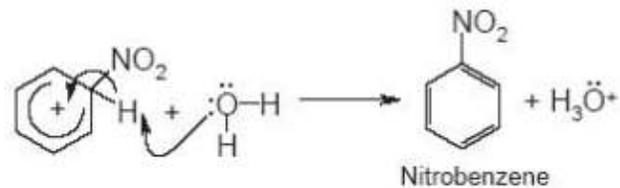
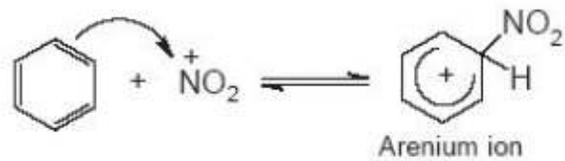
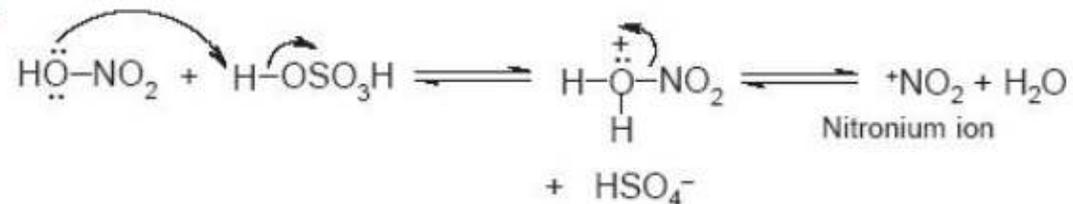


Mekanisme Nitration

Contoh nitration:

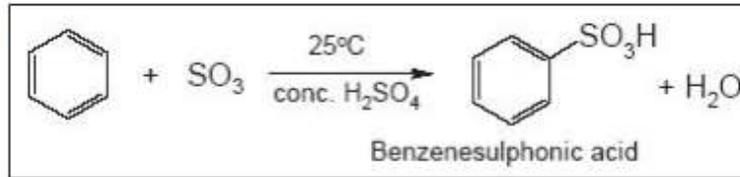


Mekanisme nitration:

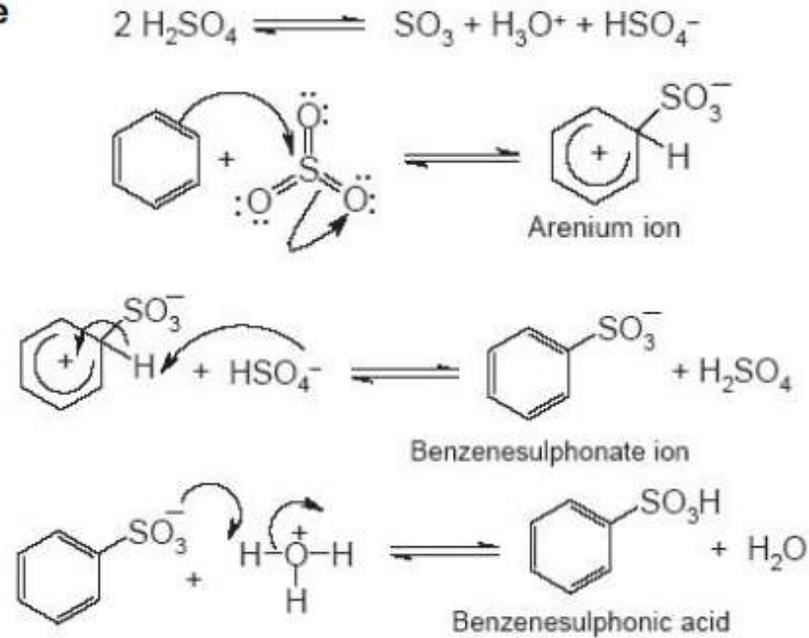


Mekanisme Sulfonasi

Contoh sulfonasi:

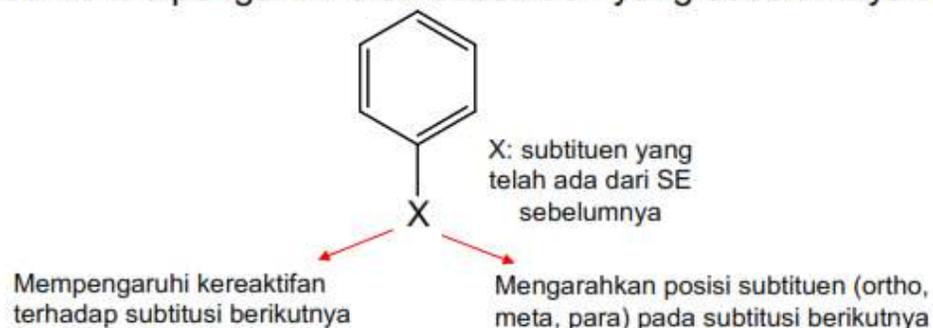


Mekanisme sulfonasi:



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- α pada sistem tak jenuh (mengandung ikatan rangkap)

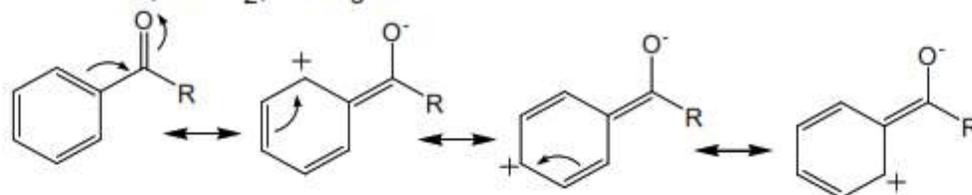
Efek Elektronik Substituen pada Cincin Benzen

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

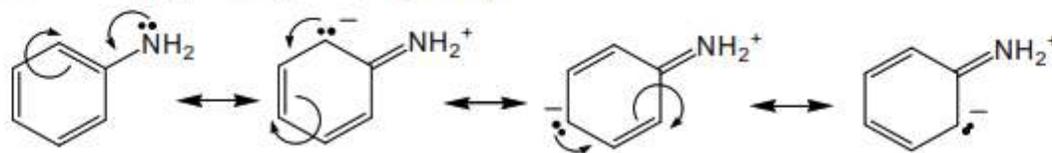
- b. **Aseptor resonansi.** Konjugasi antara orbital p digambarkan melalui struktur resonansi dengan muatan positif pada cincin benzen.

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



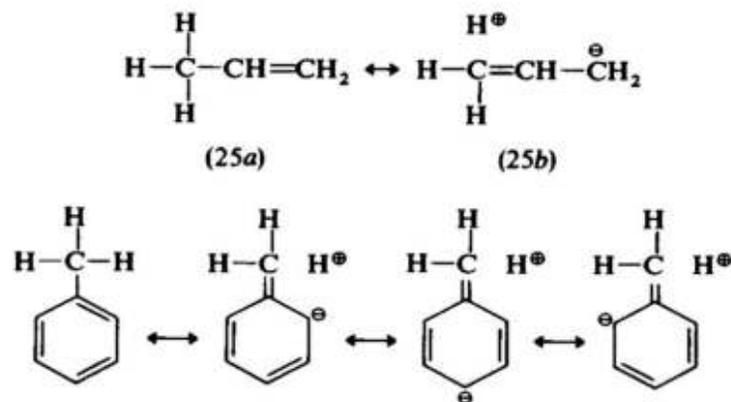
- c. **Donor Resonansi.** Konjugasi antara orbital-p digambarkan melalui struktur resonansi dengan muatan negatif pada cincin benzen.

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



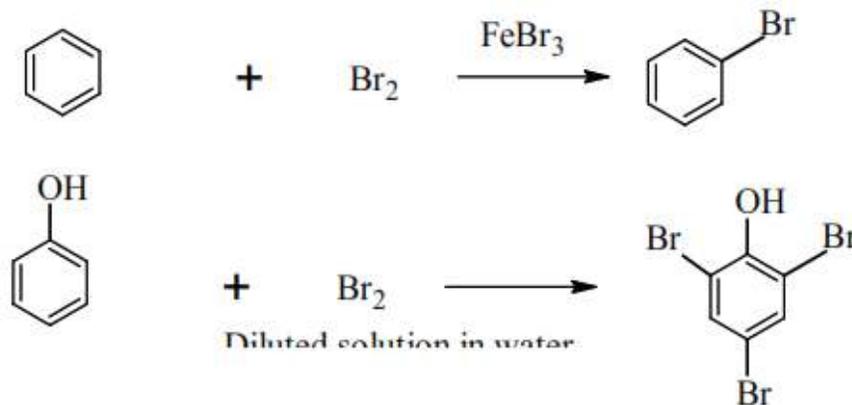
Efek Elektronik Subtituen pada Cincin Benzen

- 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:* -CH₃, -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:* -CF₃



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.



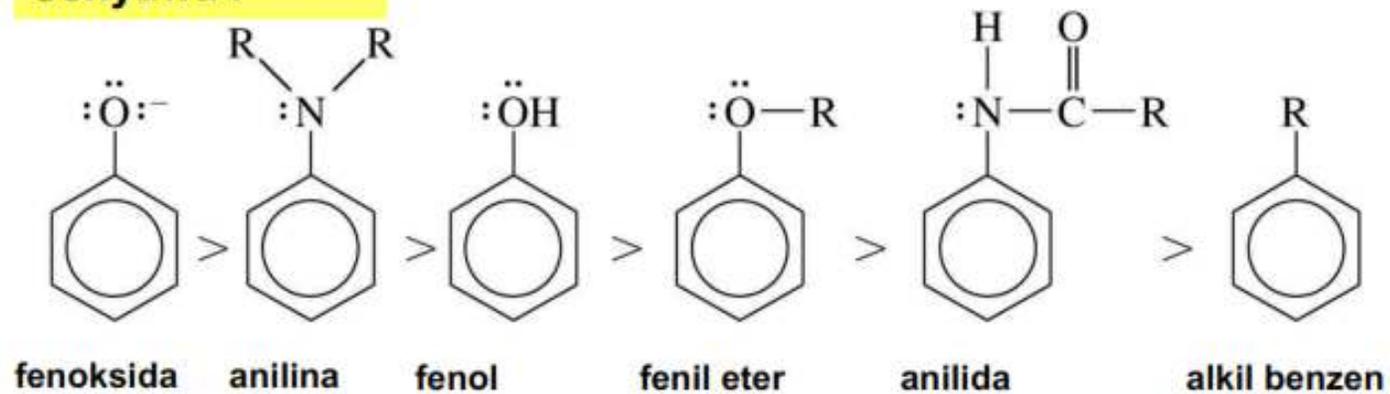
Subtituen Pengaktivasi

Gugus Fungsi :

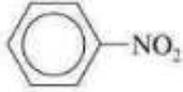
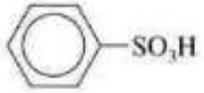
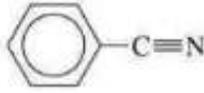


Tidak punya PEB

Senyawa :



Subtituen Pendeaktivasi

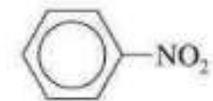
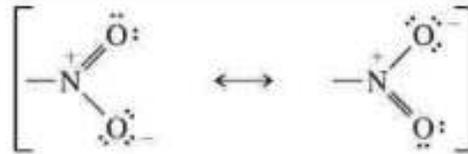
Gugus	Bentuk resonansi	Contoh
$-\text{NO}_2$ nitro	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{O}^- \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \diagup \\ -\text{N}^+ \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \right]$	 nitrobenzene
$-\text{SO}_3\text{H}$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

Gugus

Bentuk resonansi

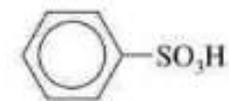
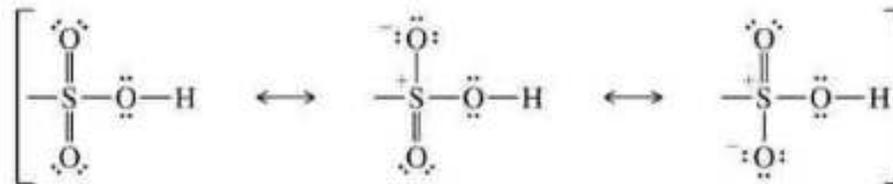
Contoh

$-\text{NO}_2$
nitro



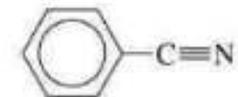
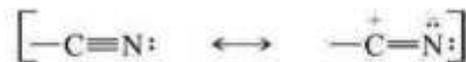
nitrobenzene

$-\text{SO}_3\text{H}$
sulfonic acid



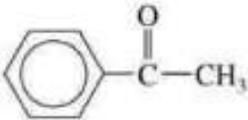
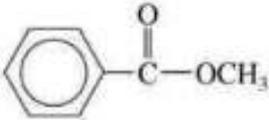
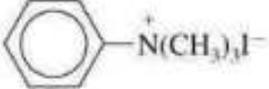
benzenesulfonic acid

$-\text{C}\equiv\text{N}:$
cyano



benzonitrile

Subtituen Pendeaktivasi

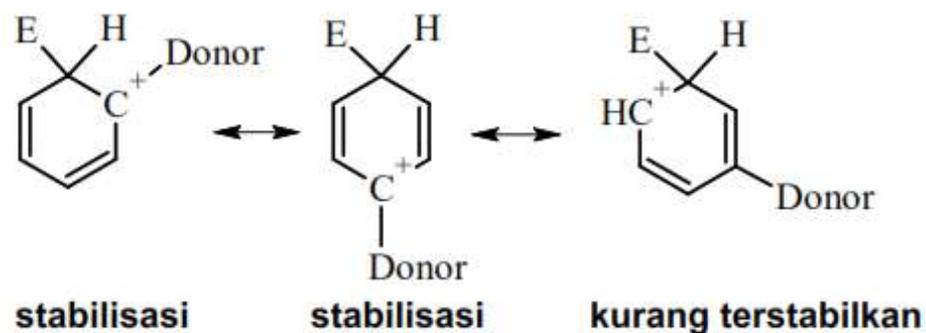
Gugus	Bentuk resonansi	Contoh
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{R} \end{array}$ <p>ketone or aldehyde</p>	$\left[\begin{array}{c} \overset{\cdot\cdot}{\text{O}}^+ \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{R} \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}^-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

Efek Subtituen pada Pengarahan

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

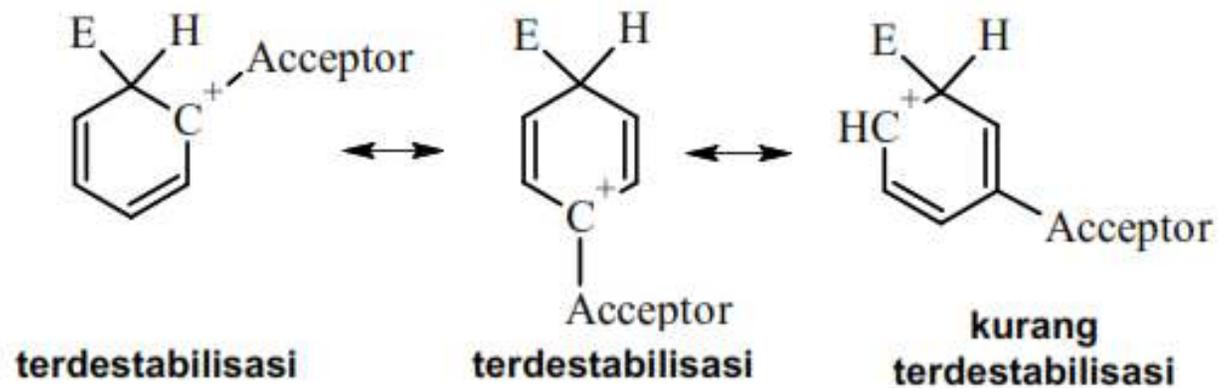
1. Seluruh **donor elektron** akan mengarahkan subtituen yang datang pada **posisi orto** dan **para** (dengan terdapat beberapa pengecualian).

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



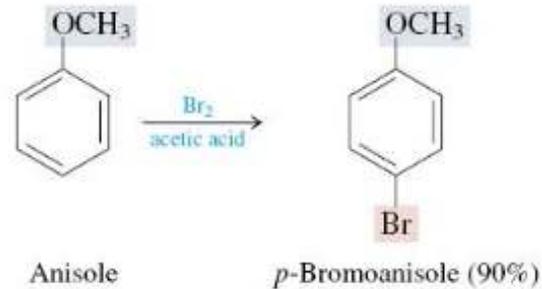
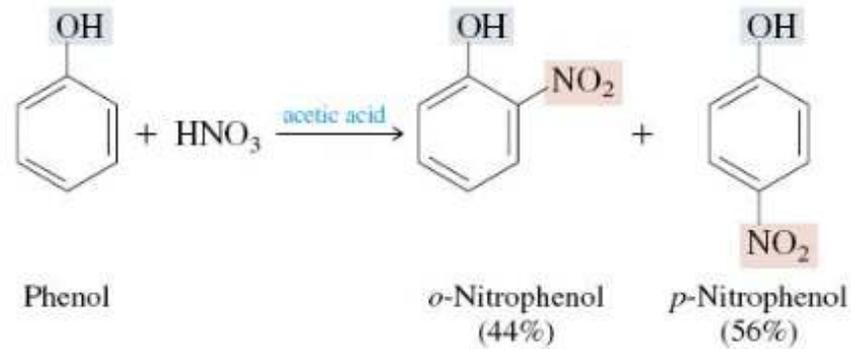
SUMMARY SUBSTITUENT EFFECT

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) (X = F, Cl, Br, I)	Ortho, para-directing
	$-\text{CH}_2\text{X}$ (halomethyl)	

SUMMARY SUBSTITUENT EFFECT

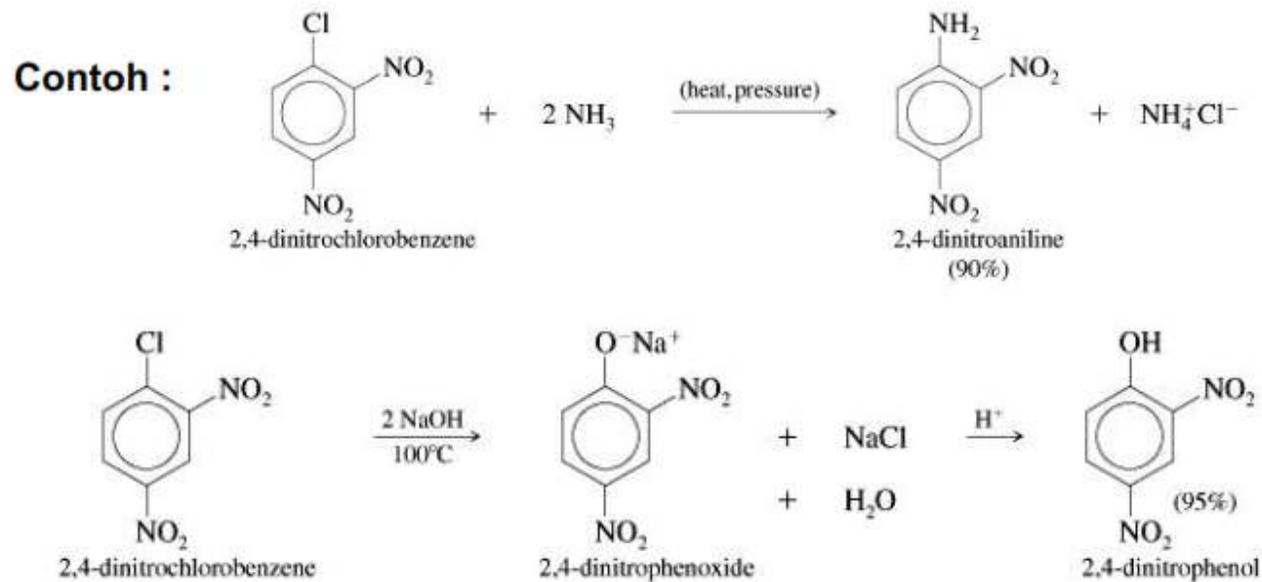
Effect on rate	Substituent	Effect on orientation	
Strongly deactivating	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{CH} \end{array}$	(formyl)	Meta-directing
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{CR} \end{array}$	(acyl)	
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{COH} \end{array}$	(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:



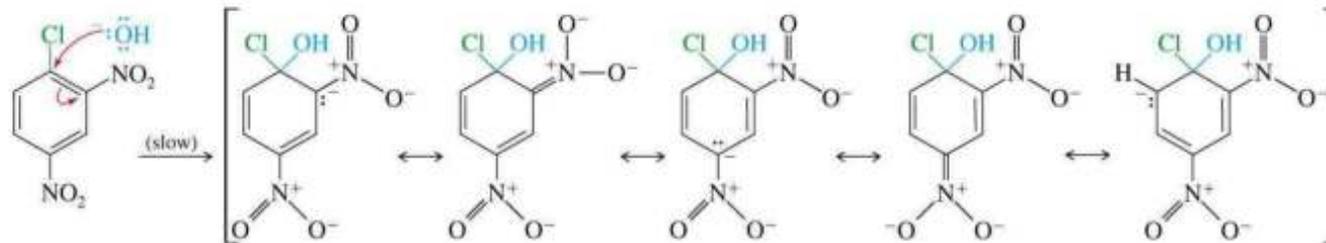
Substitusi Nukleofilik Aromatis

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

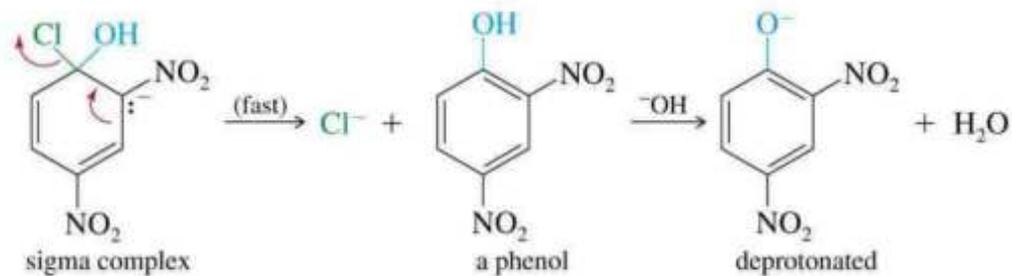


Mekanisme Substitusi Nukleofilik

Tahap 1. Serangan Nu⁻ (OH⁻) memberikan sigma yang distabilkan resonansi



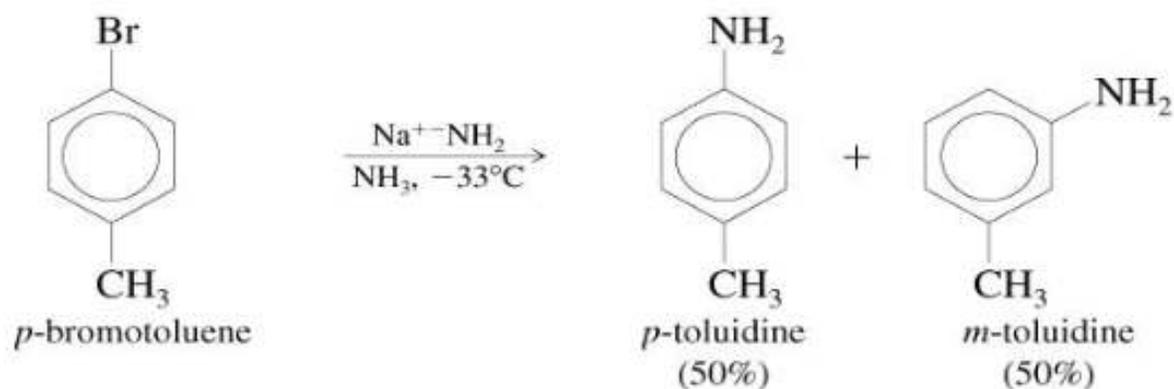
Tahap 2. Lepasnya Nu⁻ (Cl⁻) memberikan produk



Mekanisme Benzuna

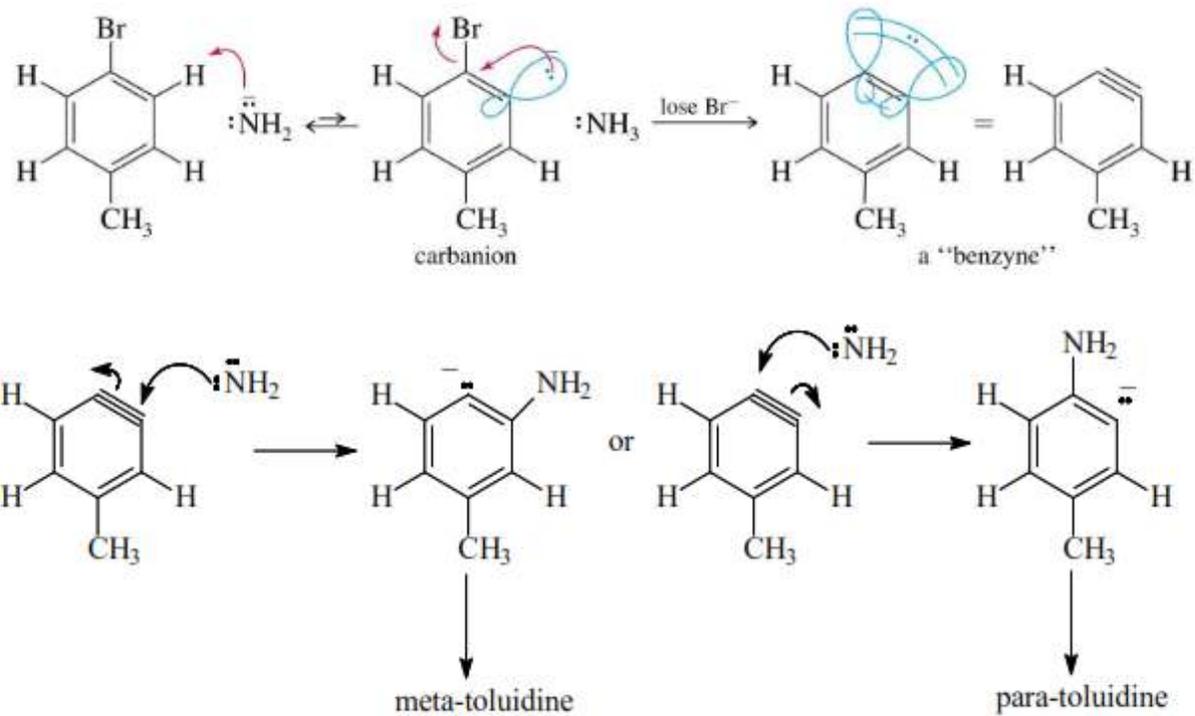
- Pereaksinya adalah halobenzena yang tidak memiliki gugus penarik elektron pada cincin benzen.
- Gunakan basa yang sangat kuat seperti NaNH_2 .

Contoh :

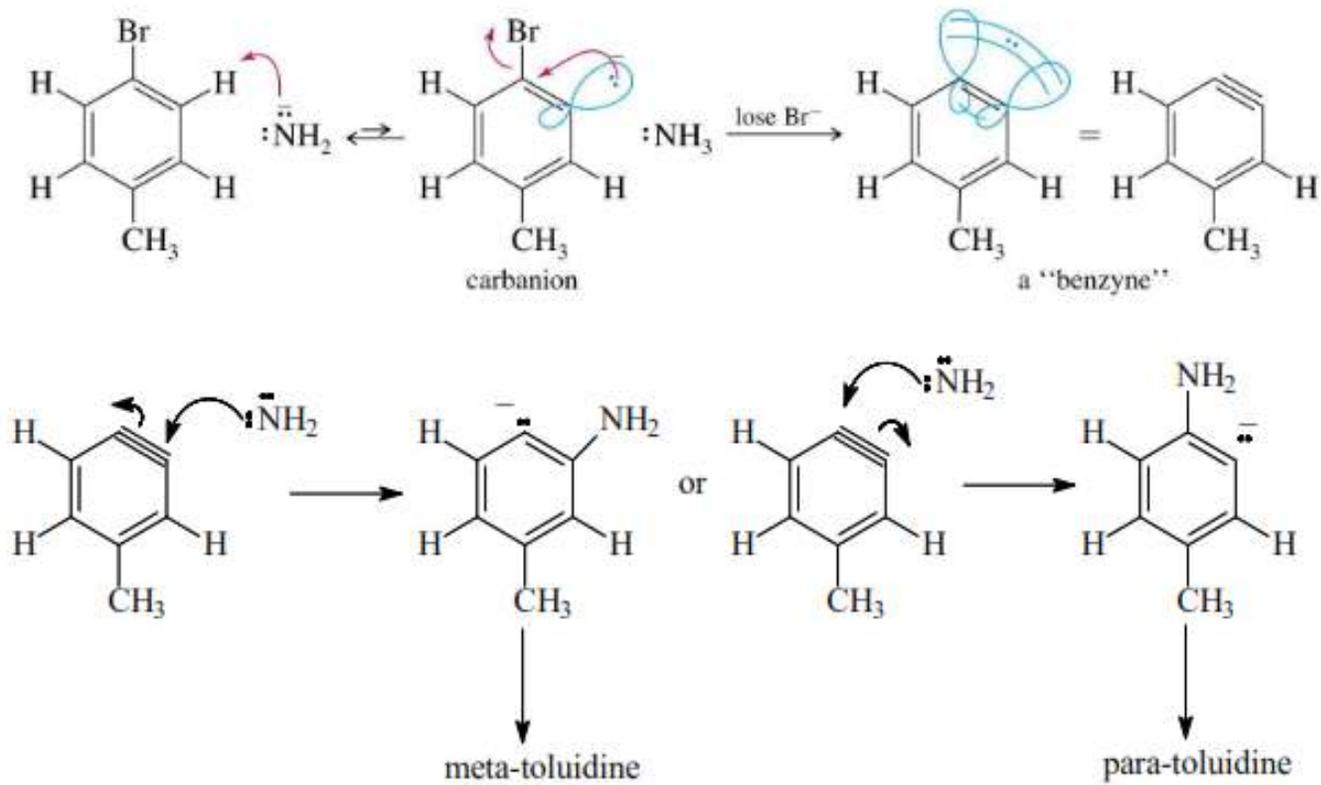


Intermediet Benzuna

Mekanisme reaksi :



Mekanisme reaksi :



RADIKAL BEBAS



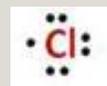
REAKSI RADIKAL BEBAS

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)

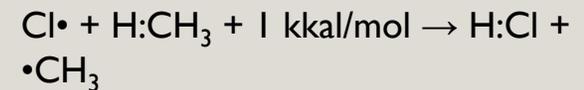
- Tahap pembentukan awal radikal-radikal bebas



- Tahap pemaksapisahan (cleavage).

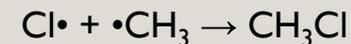
Tahap Propagasi

- 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).

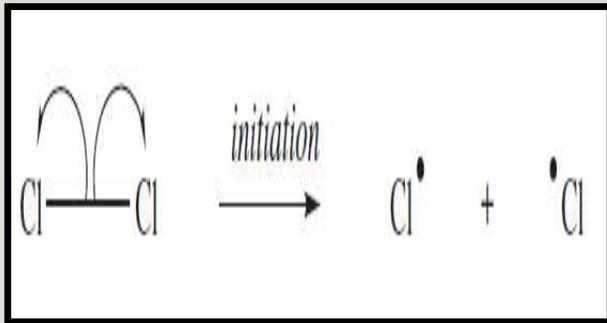


REAKSI SUBSTITUSI YANG MELIBATKAN RADIKAL BEBAS

- 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

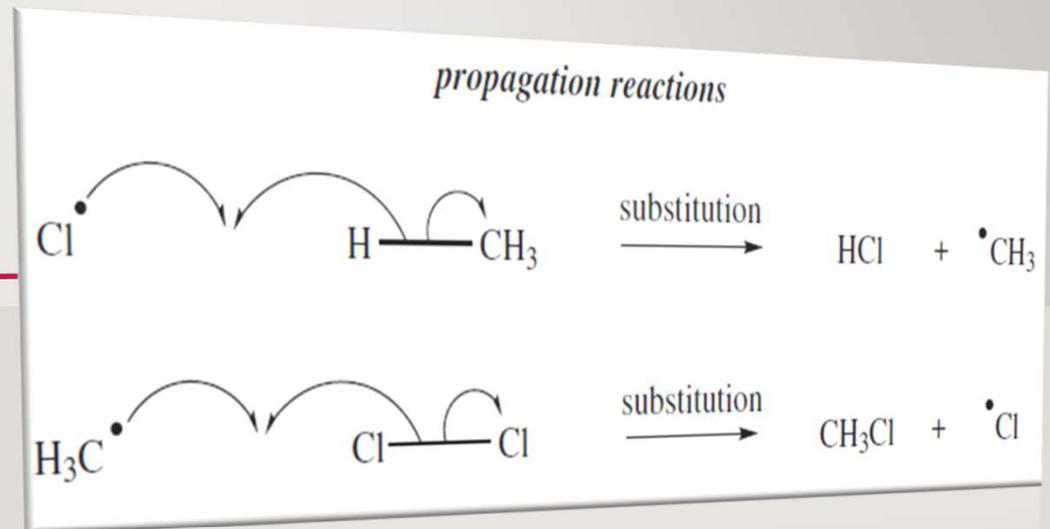


TAHAP INISIASI (TAHAP AWAL)



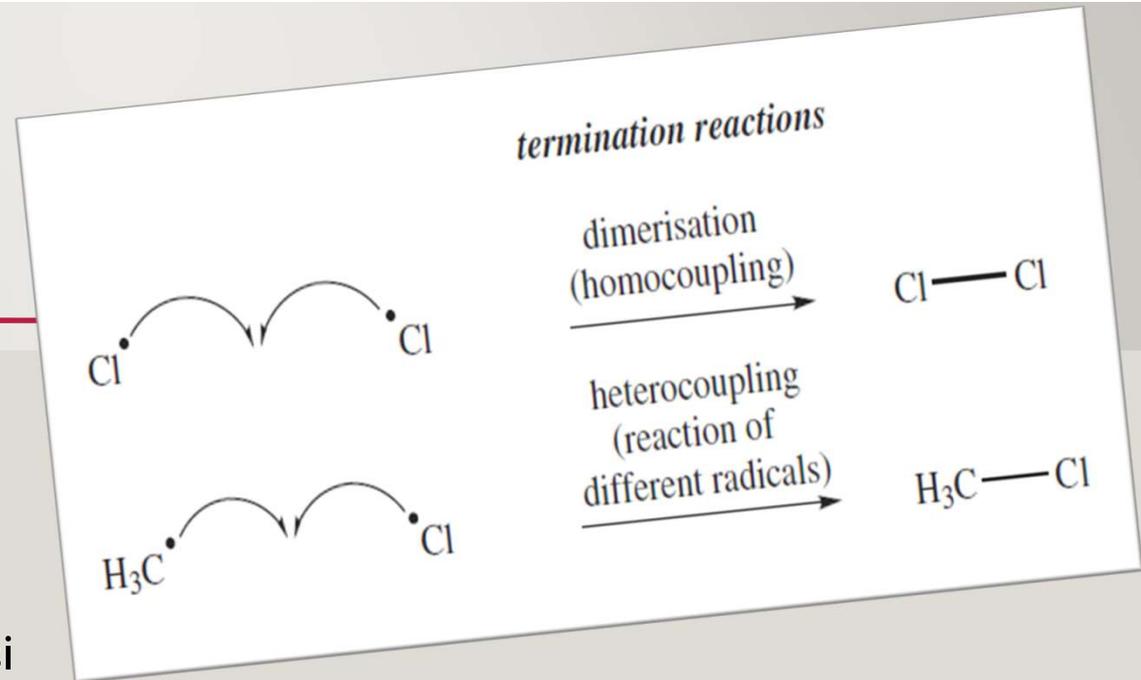
- Pada tahap ini, terjadi pembentukan awal radikal-radikal bebas klor.
- Dimana pembentukan radikal klor melalui pemaksapisahan homolitik dengan bantuan panas dan UV menjadi 2 radikal bebas klor.
- Hal ini menyebabkan jumlah radikal bebas meningkat pesat.

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_2 membentuk klorometana (propagasi II).

TAHAP TERMINASI



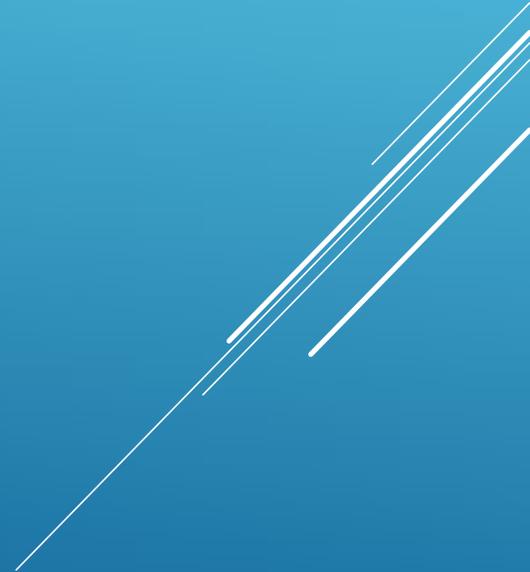
- Tahap pengakhiran dari tahap propagasi dengan menstabilkan radikal dan mengubah radikal bebas menjadi tak reaktif melalui reaksi kopling.
- Terminasi akan berujung pada turunnya jumlah radika bebas.

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 ..



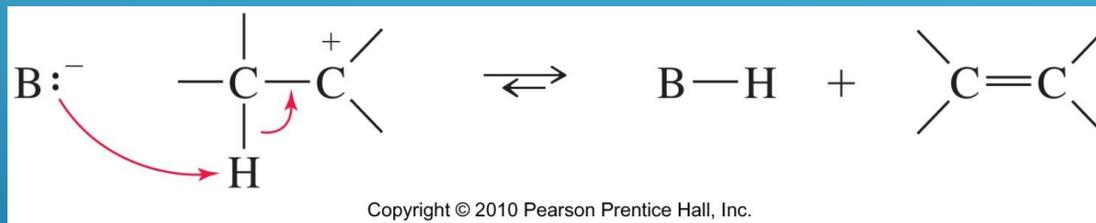
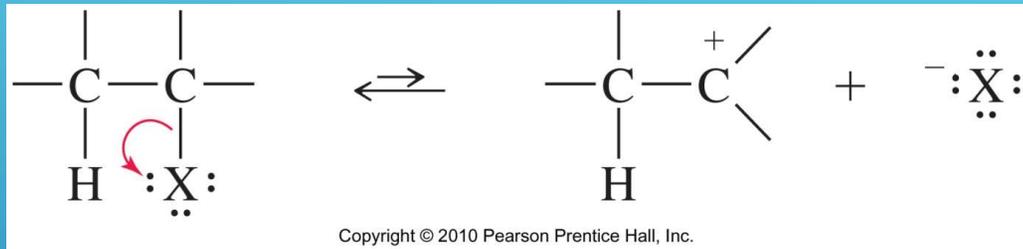
REAKSI ELIMINASI E1 DAN E2



REAKSI E1

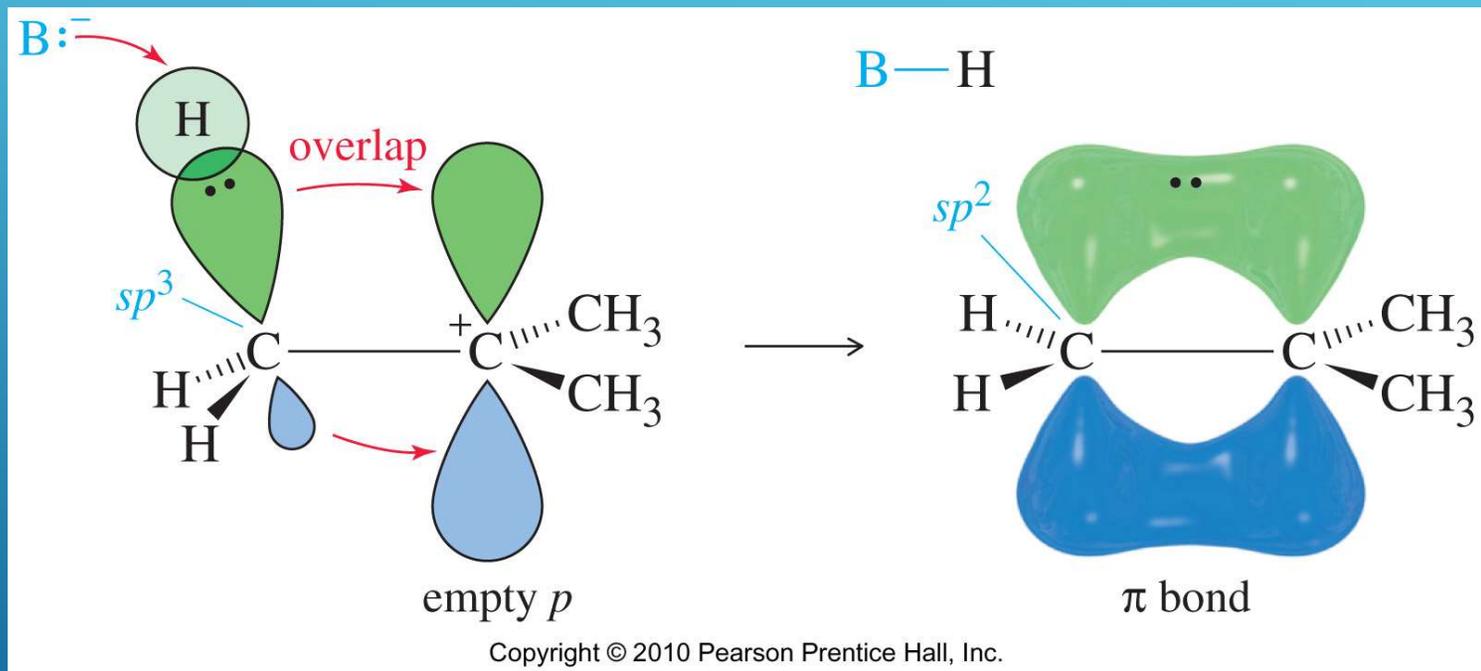
- ▶ Reaksi eliminasi merupakan reaksi yang disertai pelepasan molekul sederhana dari suatu substrat.
- ▶ Reaksi eliminasi merupakan reaksi organik di mana **dua substituen dipisahkan dari suatu molekul** baik dalam mekanisme satu atau dua-tahap. Mekanisme satu-tahap dikenal sebagai reaksi E2, dan mekanisme dua-tahap dikenal sebagai reaksi E1.

MEKANISME E1



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

MEKANISME DALAM SKALA MOLEKULAR



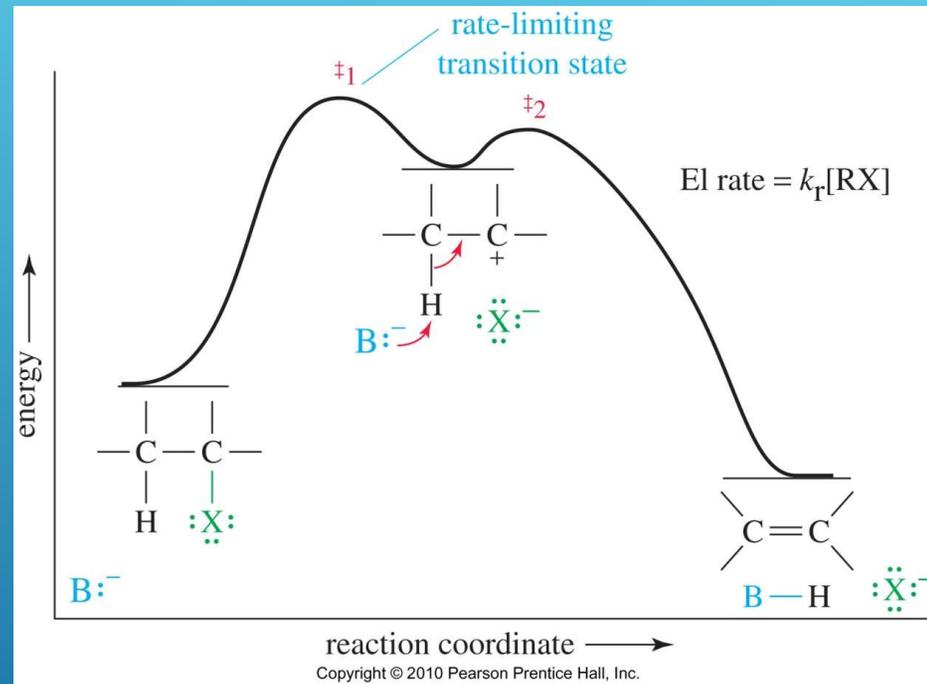
MEKANISME REAKSI ELIMINASI

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:

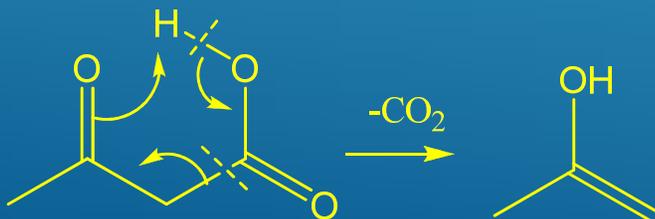
Dehidrohalogenasi

molekul HX lepas dari senyawa alkil halida (RX)



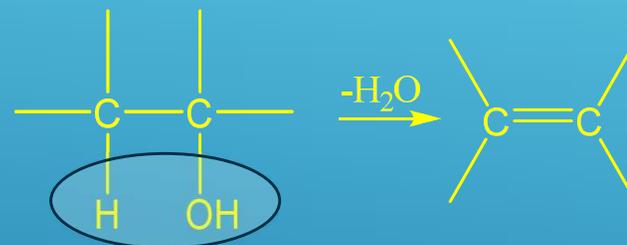
Dekarboksilasi

Molekul CO₂ lepas dari senyawa dikarboksilat



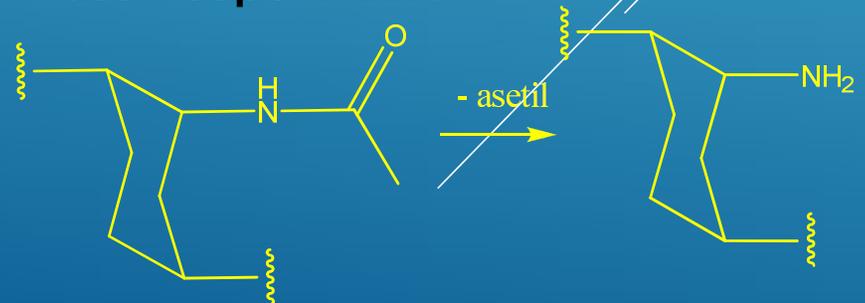
Dehidrasi

Molekul air lepas dari senyawa alkohol



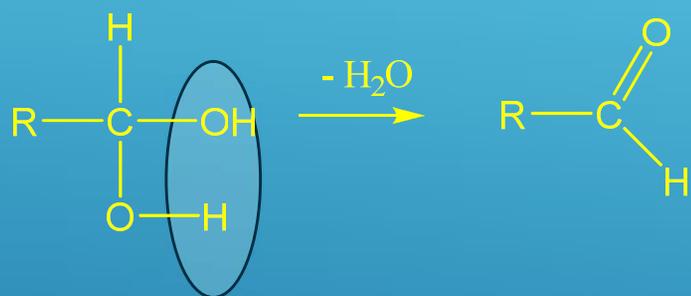
Deasetilasi

Molekul COCH₃ lepas dari senyawa yang mengandung gugus asetil seperti kitin.

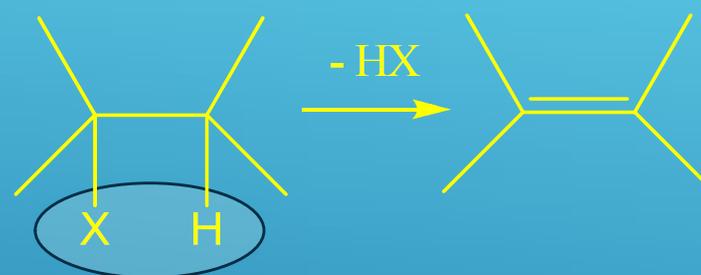


BERDASARKAN KEDUDUKAN H TERELIMINASI REAKSI ELIMINASI DIBEDAKAN:

Eliminasi α (alfa)

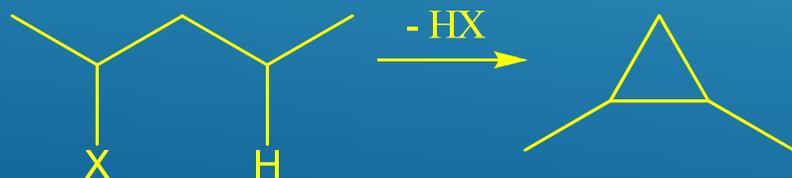


Eliminasi β

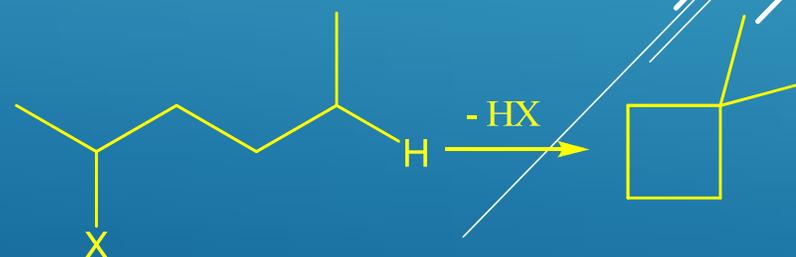


Lazim terjadi dan akan lebih banyak dibahas.

Eliminasi γ (gamma)



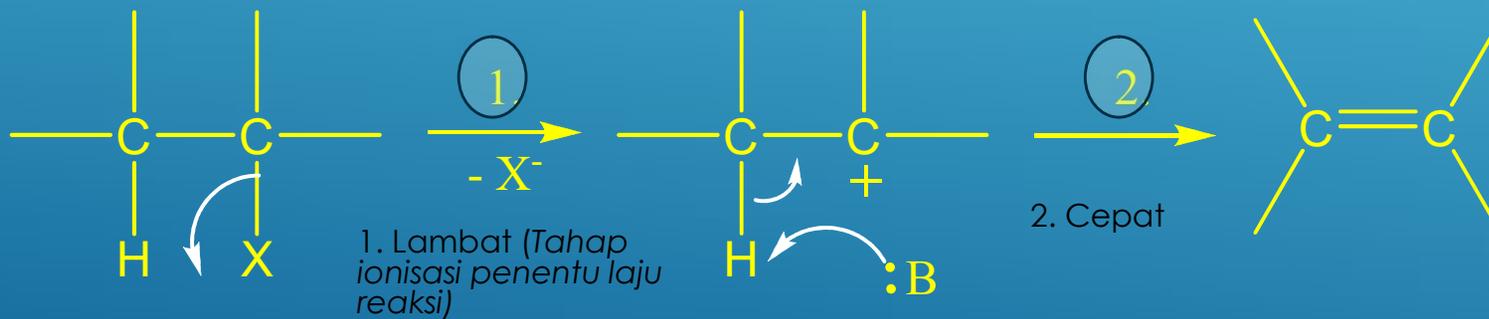
Eliminasi δ (delta)



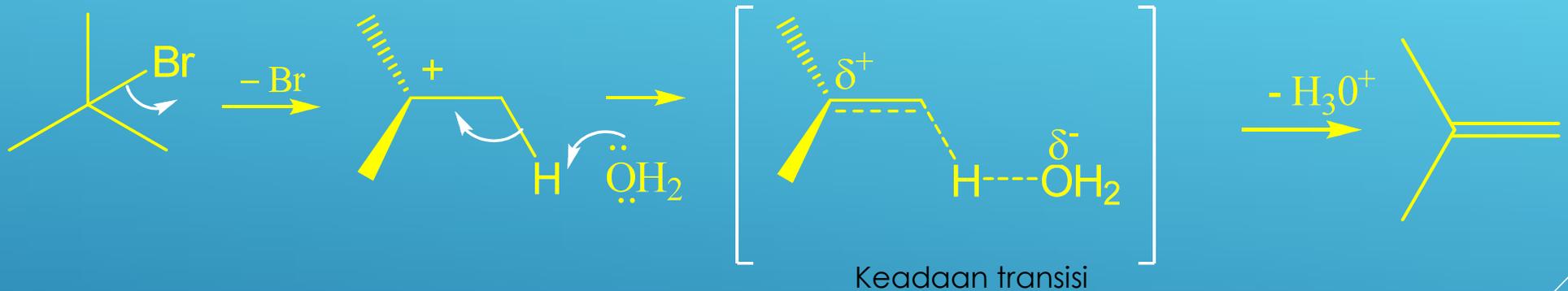
BERDASARKAN KINETIKA REAKSI ELIMINASI DIBEDAKAN E¹ DAN E²

A. Eliminasi E¹ (Uni molekuler)

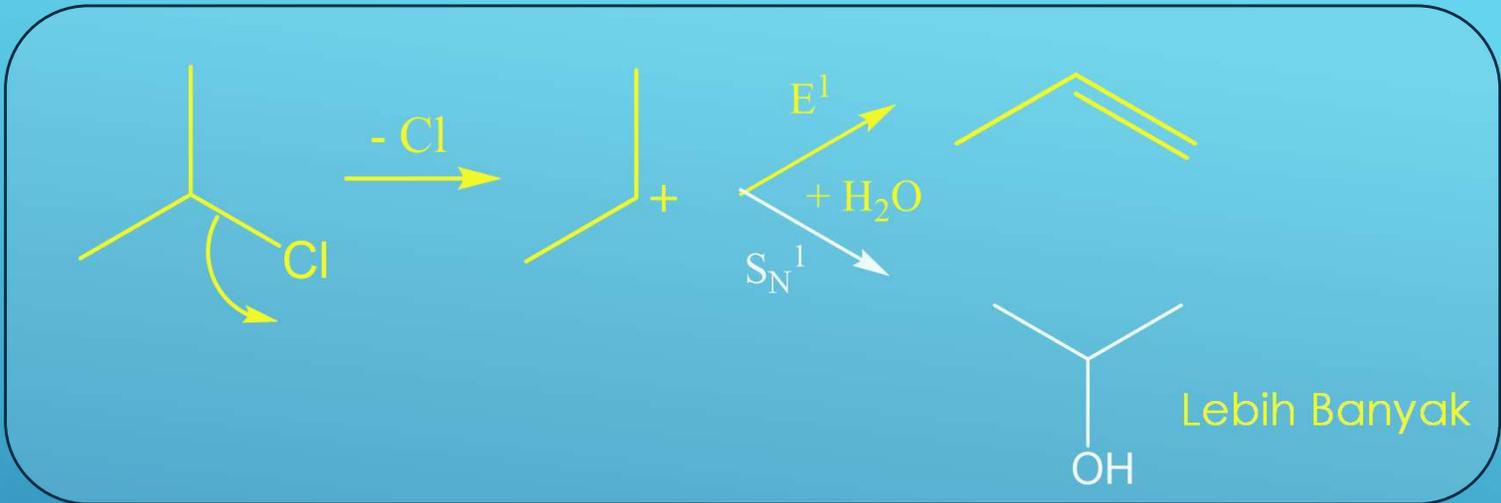
mekanisme reaksinya berlangsung dua tahap. Penentu laju reaksi adalah konsentrasi substrat pada tahap ionisasi/pembentukan ion karbokation. Secara umum mekanisme reaksinya sbb:



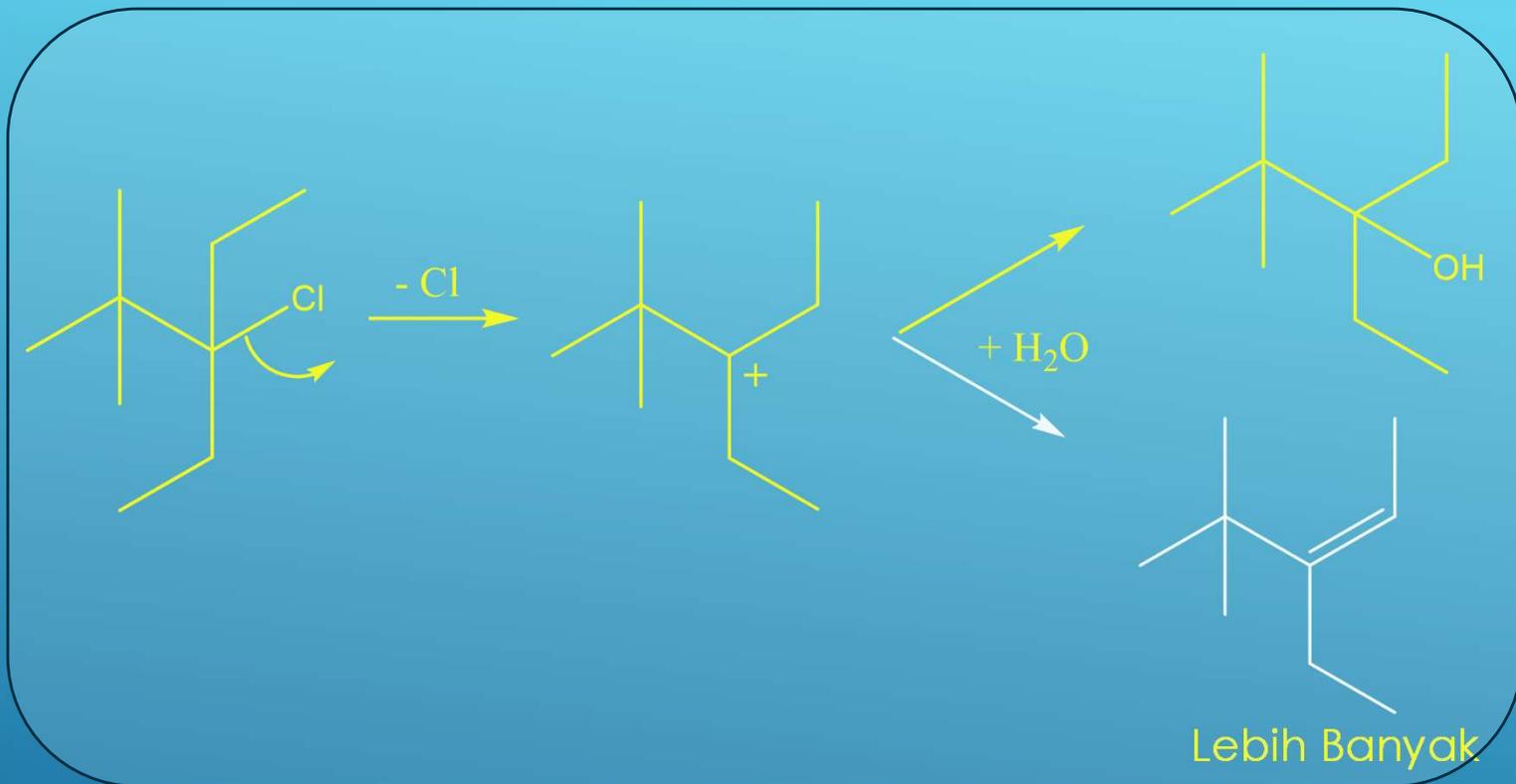
Contoh: reaksi eliminasi *t*-butilklorida



Pada reaksi E¹ terjadi persaingan dengan reaksi S_N¹ karena masing-masing tahap reaksi ada pembentukan karbokation,.



Reaksi SN1 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

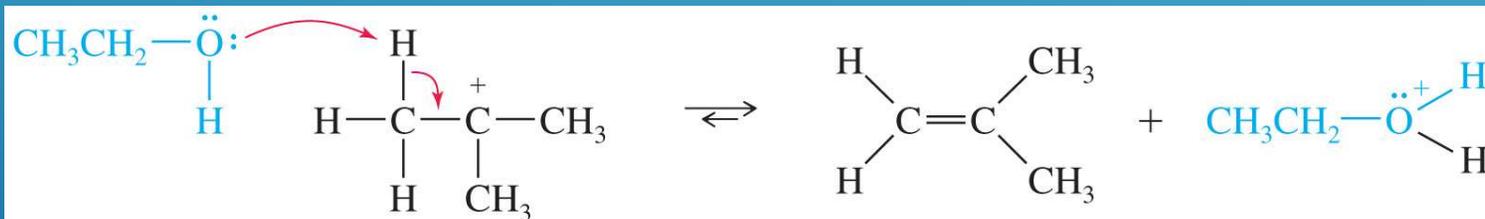
Sebaliknya
produk substitusi

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.

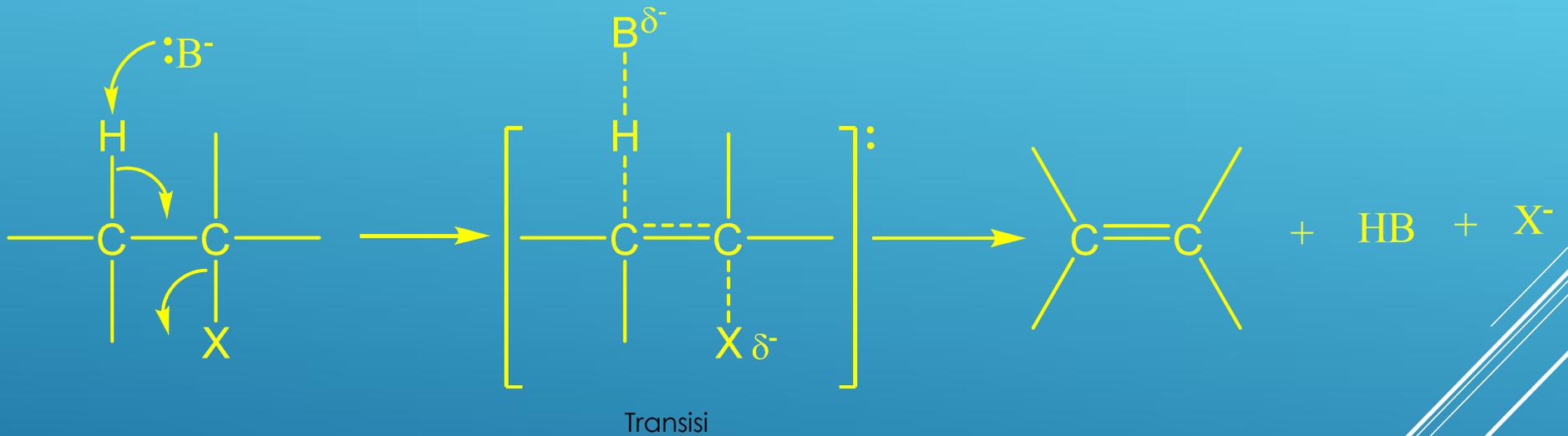


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Produk mayor
(trisubstituen)

B. Eliminasi E² (Bimolekuler)

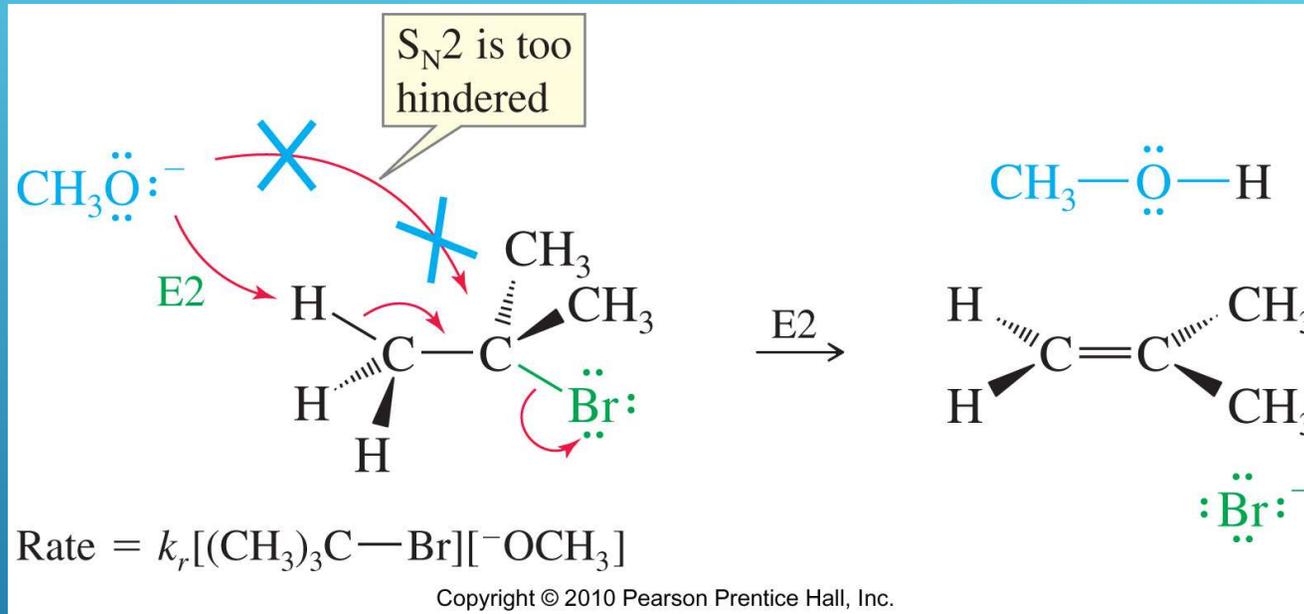
mekanisme reaksinya berlangsung satu tahap. Reaksi serempak (*Concerted reaction*). Secara umum mekanisme reaksinya sbb:



REAKSI E2

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

MEKANISME E2

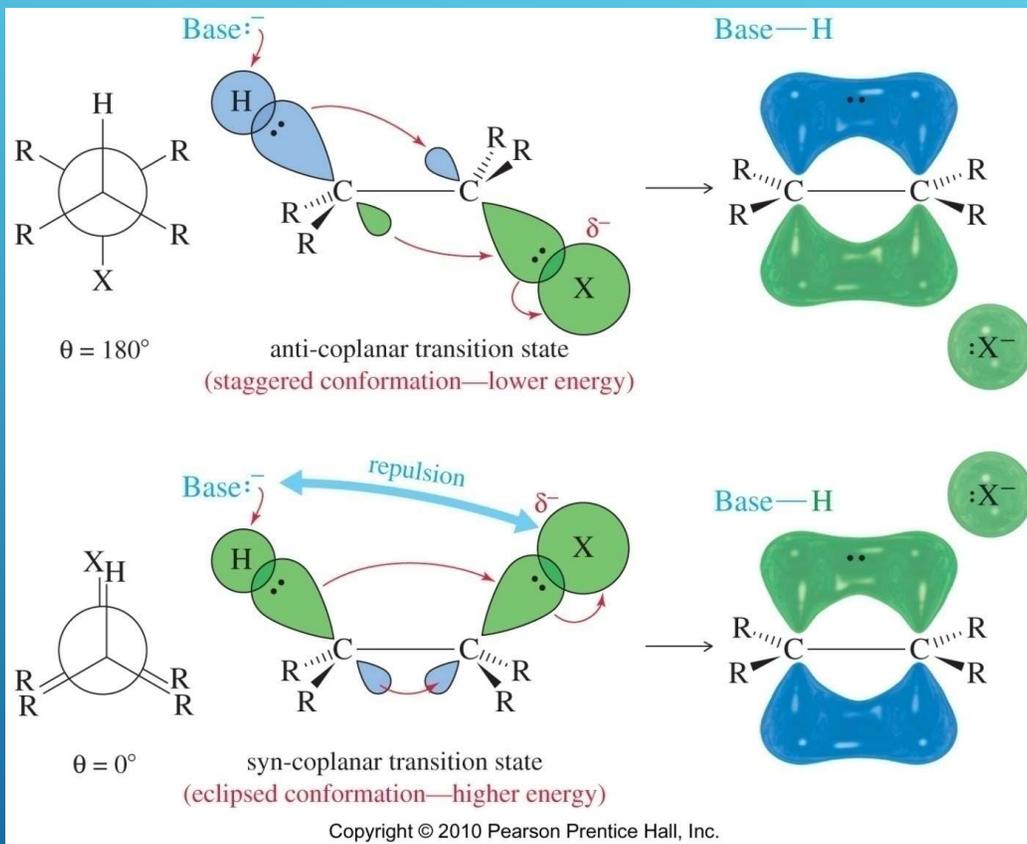


- Urutan reaktivitas untuk alkil halida:
 $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$
- Campuran produk mungkin dapat terbentuk, namun produk yang sesuai dengan aturan Zaitsev yang menjadi produk dominan predominates.

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



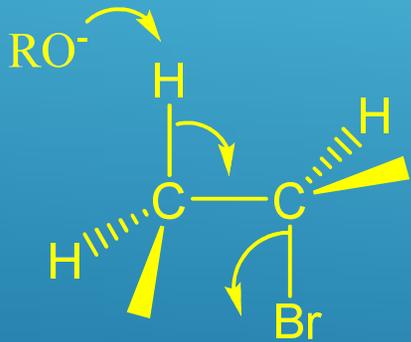
1. Faktor faktor yang menentukan E¹ dan E²

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

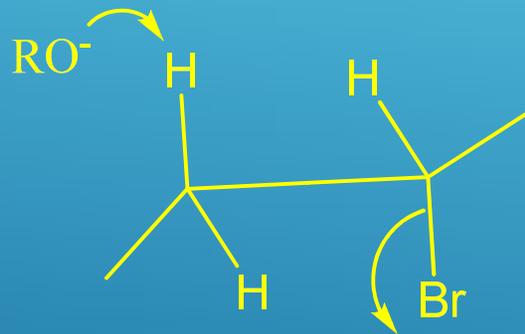
1. Kestabilan ion karbonium yang terbentuk, makin stabil ion karbonium, makin mudah terjadi E¹
2. Kekuatan basa, makin kuat biasanya makin mudah terjadi E²
3. Struktur RX, makin mudah X lepas, makin mudah terjadi E² oleh faktor induksi dan faktor *crowded* dan keasaman H β

2. Stereokimia E²

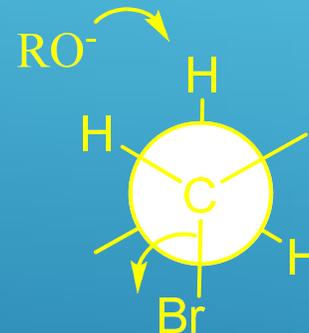
Selalu transkoplanar (trans elimination), artinya lepasnya H dan X dari arah trans atau berlawanan (anti eliminasi)



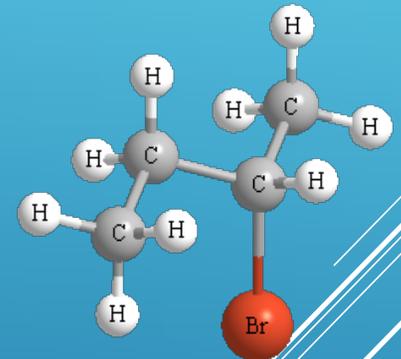
dimensional



Kudakuda



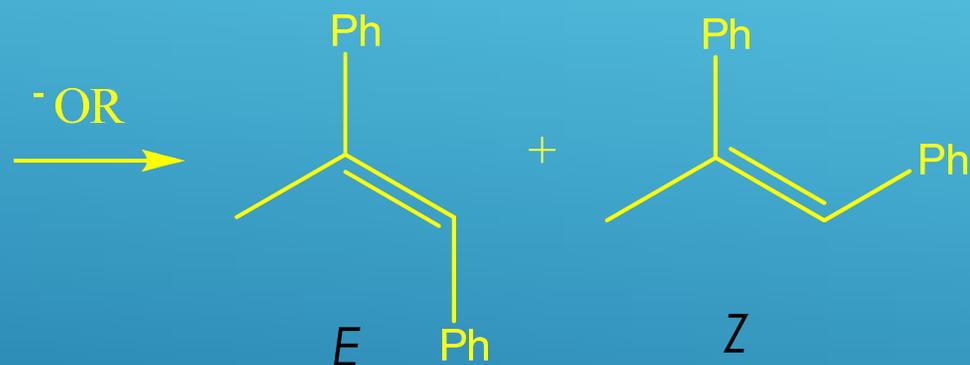
Proyeksi Newman



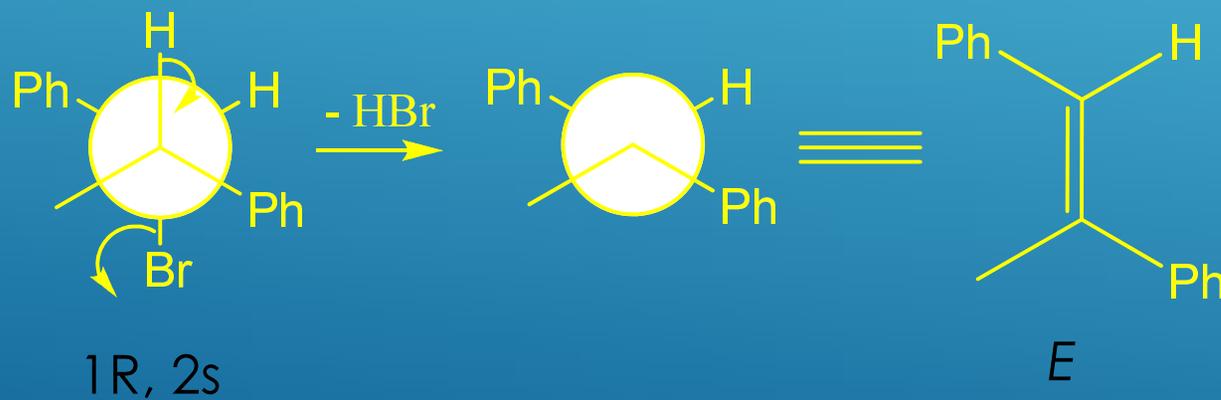
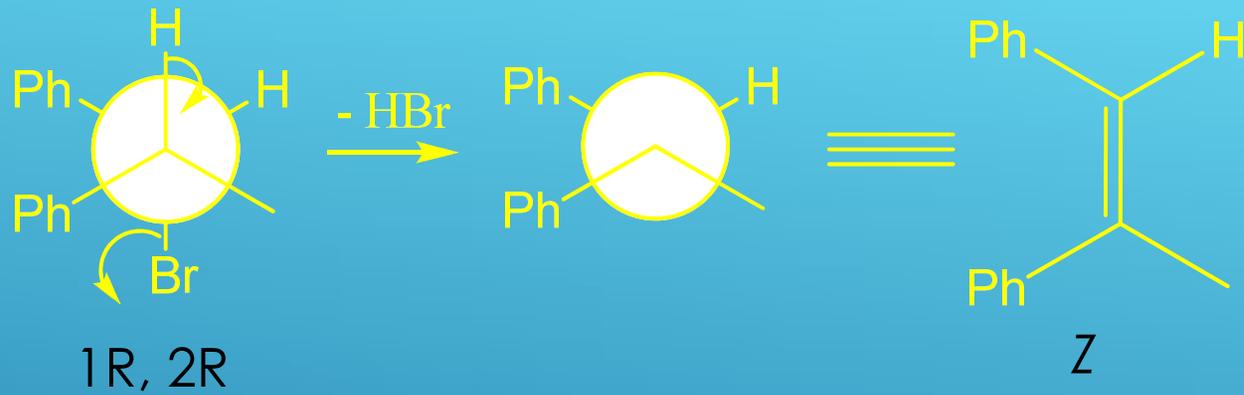
Bola pasak

contoh:

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



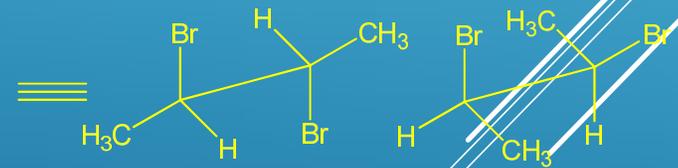
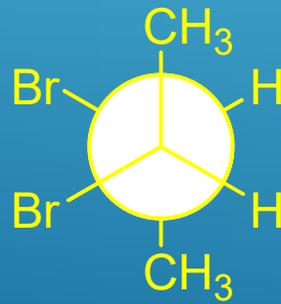
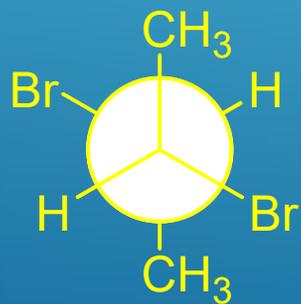
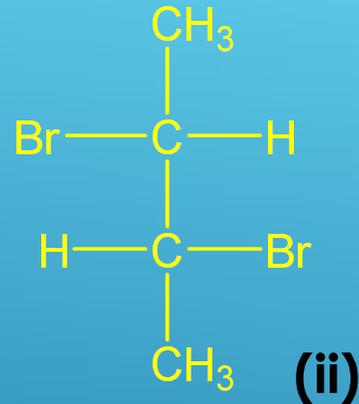
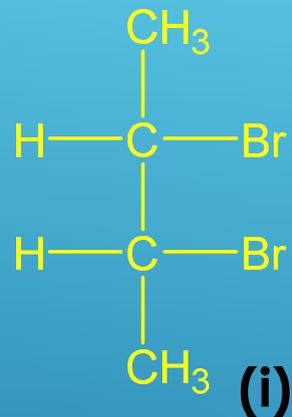
untuk substrat dengan konfigurasi 1R, 2R dan 1S, 2S produk Z alkena
untuk substrat dengan konfigurasi 1R, 2S dan 1S, 2R produk E alkena



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

CONTOH SOAL:

MANAKAH DIANTARA SENYAWA BERIKUT YANG LEBIH MUDAH MENGALAMI REAKSI E²



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)

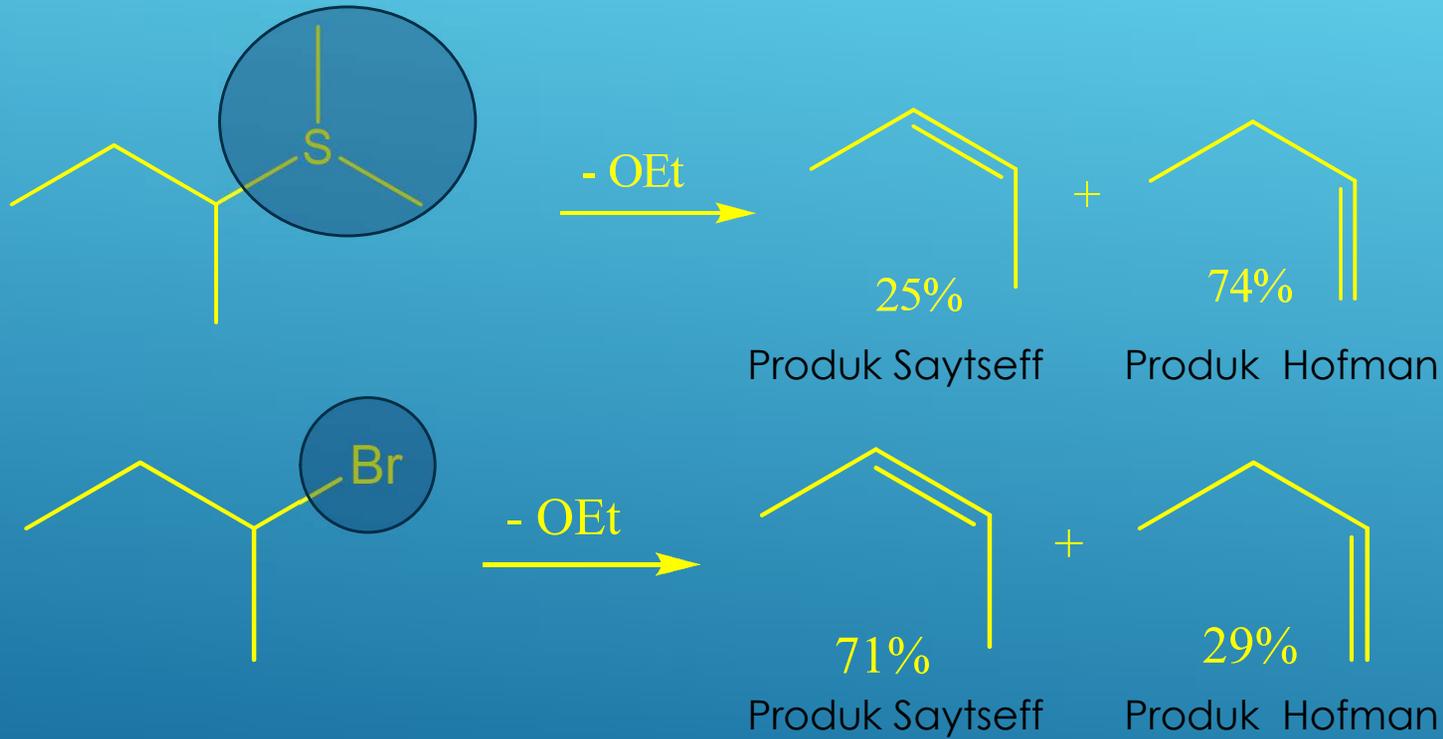
CONTOH:



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

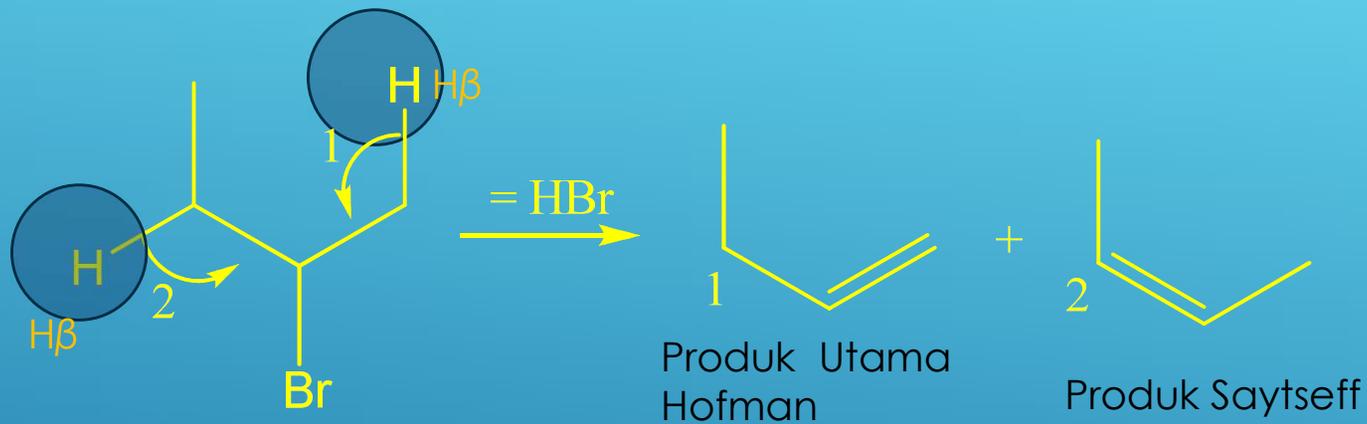
1. Gugus lepas (X)
2. Keasaman $\text{H}\beta$
3. Kekuatan Basa
4. Faktor sterik (*Crowded*)
5. Pelarut

1. GUGUS LEPAS (X)



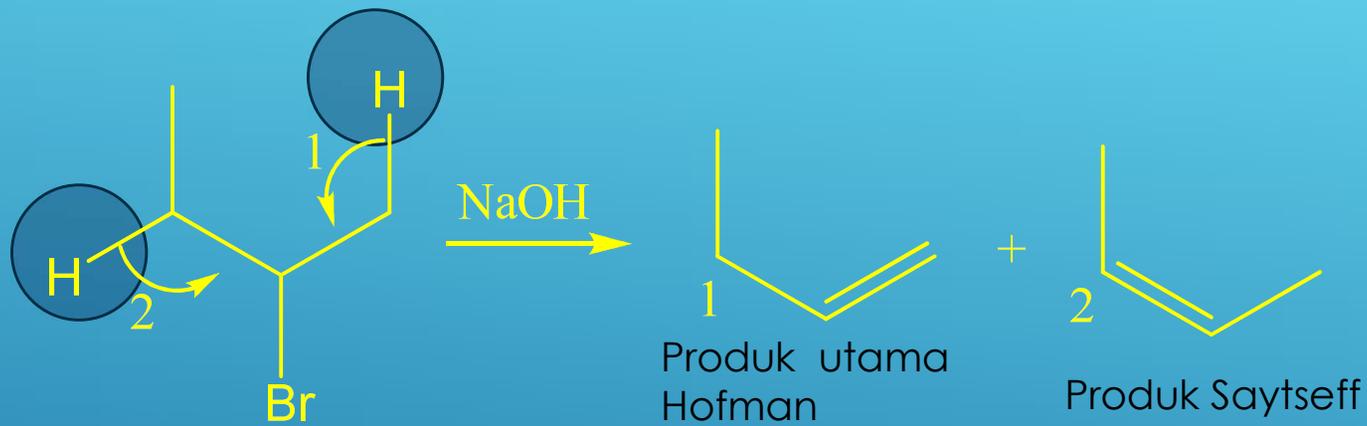
Kesimpulan.....?

2. KEASAMAN HB



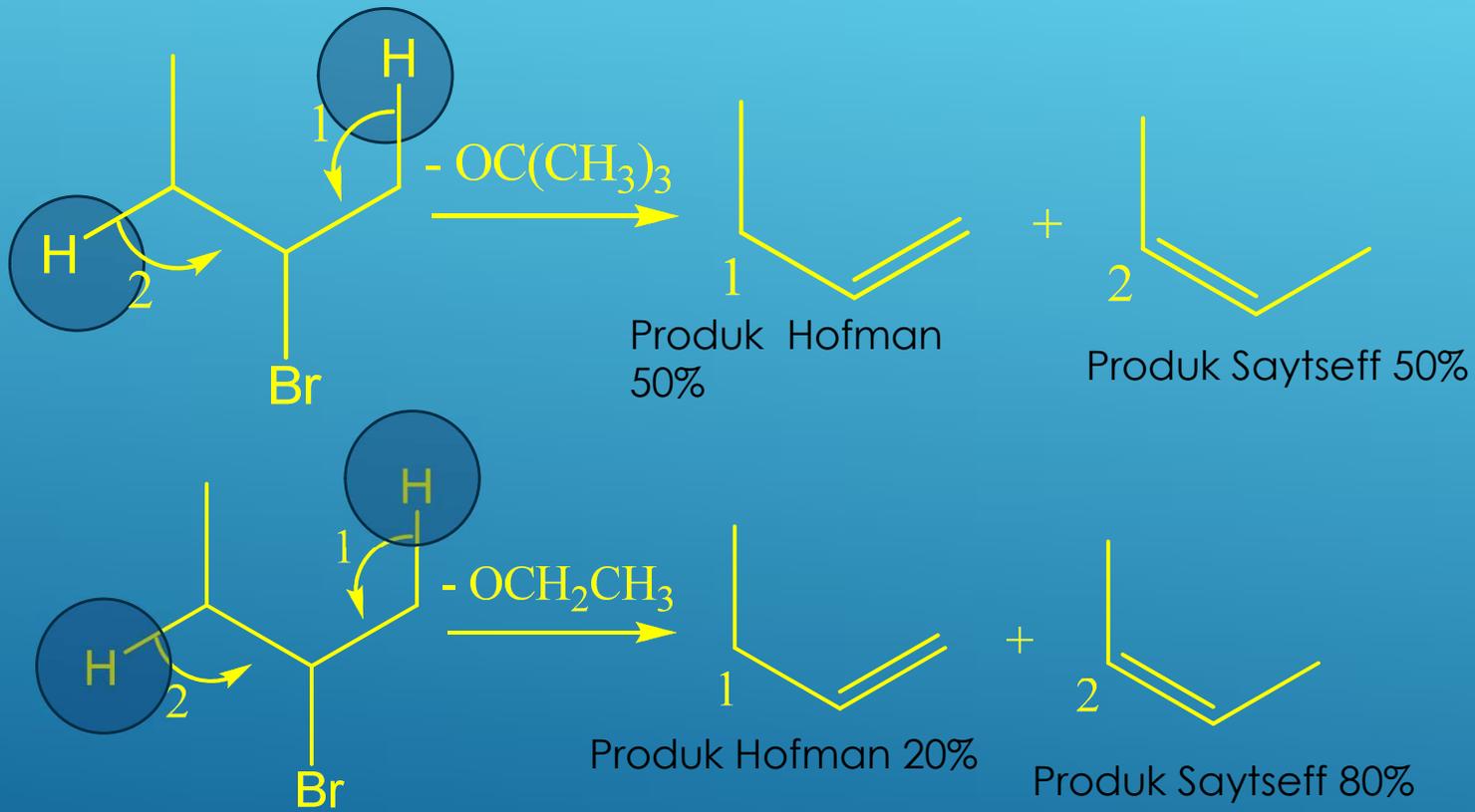
Kesimpulan.....?

3. KEKUATAN BASA



Kesimpulan.....?

4. FAKTOR STERIK (CROWDED)



Kesimpulan.....?

5. PELARUT

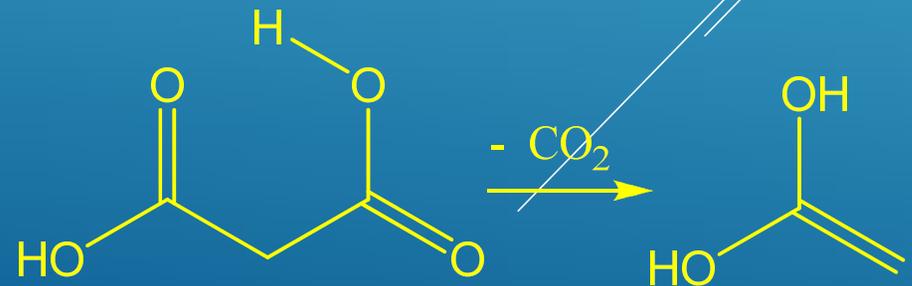
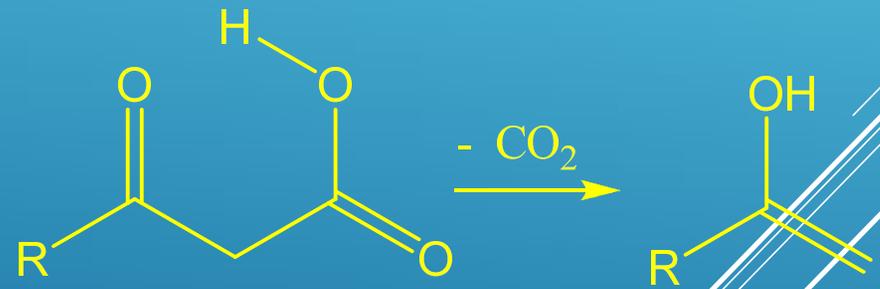
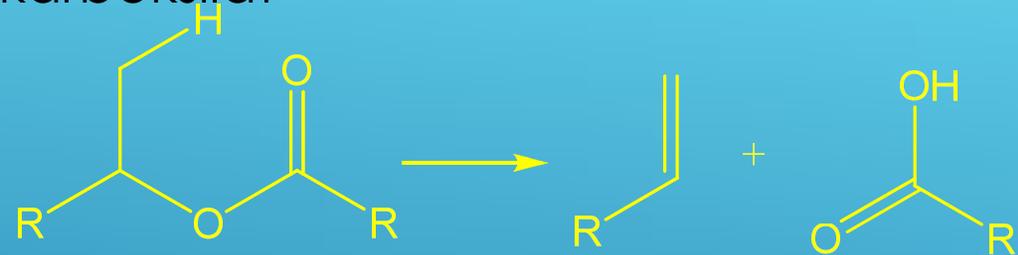
Pada umumnya pelarut berpengaruh pada reaksi bersaing. Untuk produk eliminasi Pelarut yang polar lebih disukai E1 daripada E2; dan SN1 daripada SN2 Pengaruh pelarut tergantung pada kemampuan untuk mensolvasi ion-ion dan menstabilkan ion yang terbentuk atau memberikan kestabilan untuk memudahkan terbentuknya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

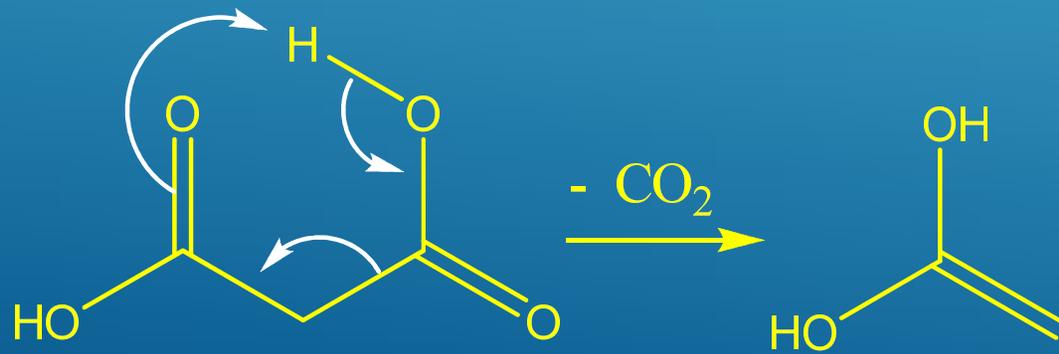
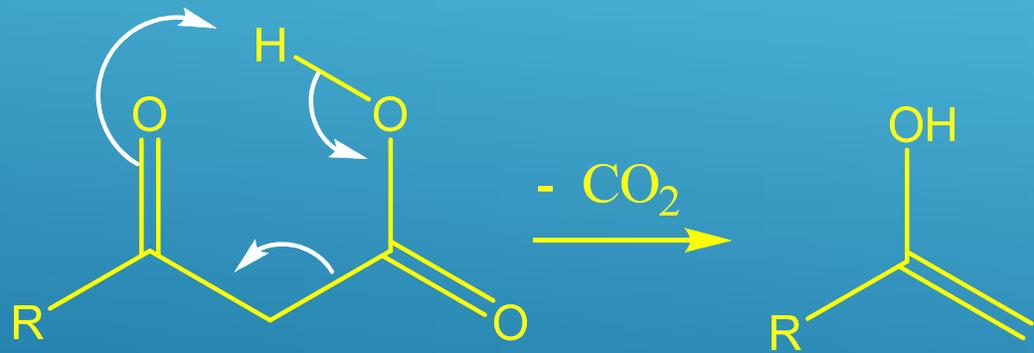
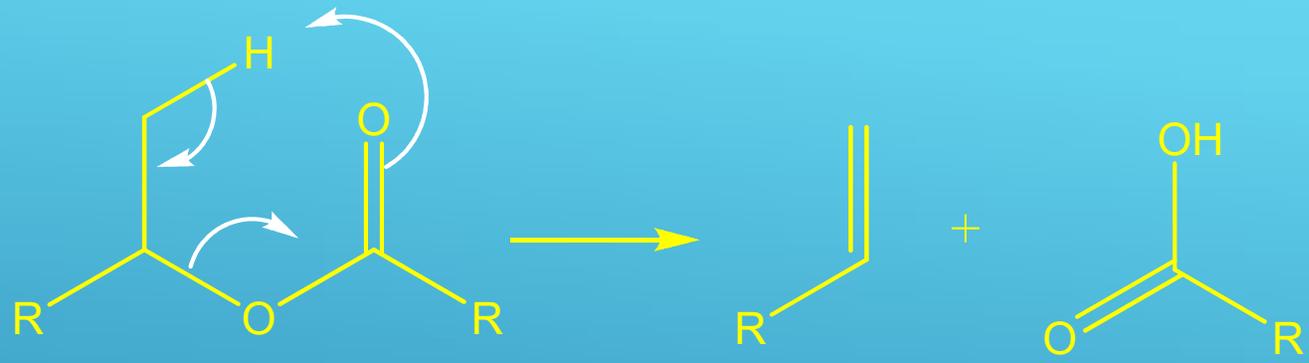
Telah dijelaskan bahwa umumnya reaksi eliminasi adalah eliminasi trans atau anti eliminasi artinya gugus pergi molekul yang lepas berada berlawanan arah dalam ruang geometri molekul.

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

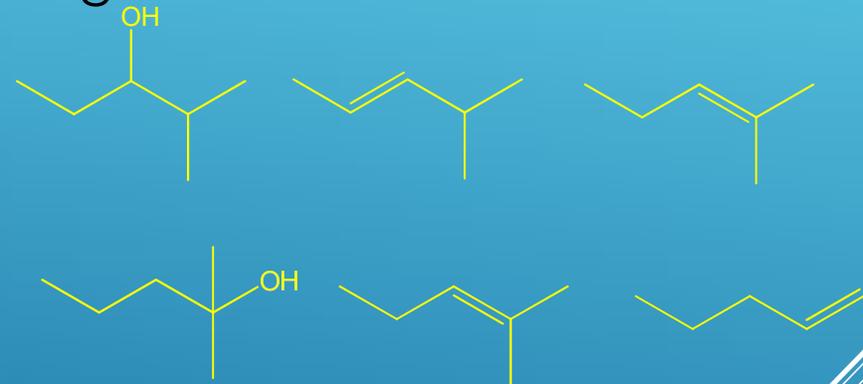
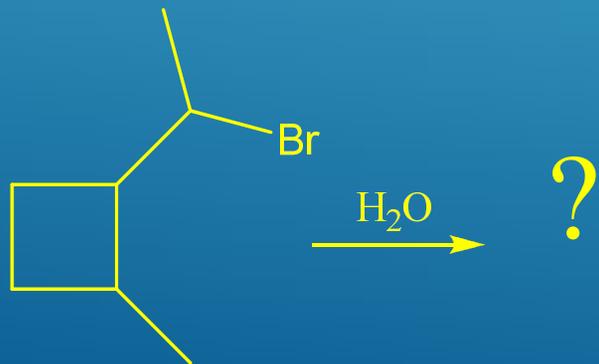
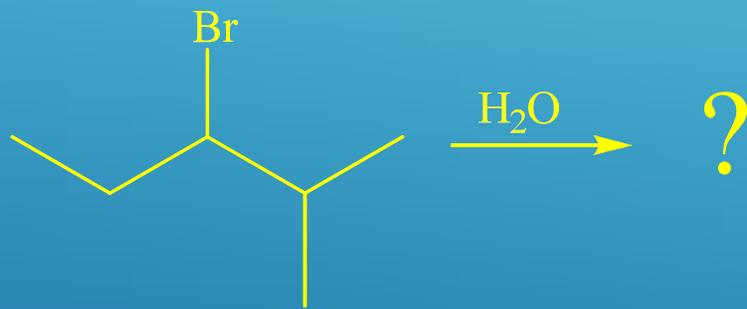
Contoh ini dapat terjadi pada senyawa ester dan senyawa asam beta karbonil atau asam beta karboksilat





Soal:

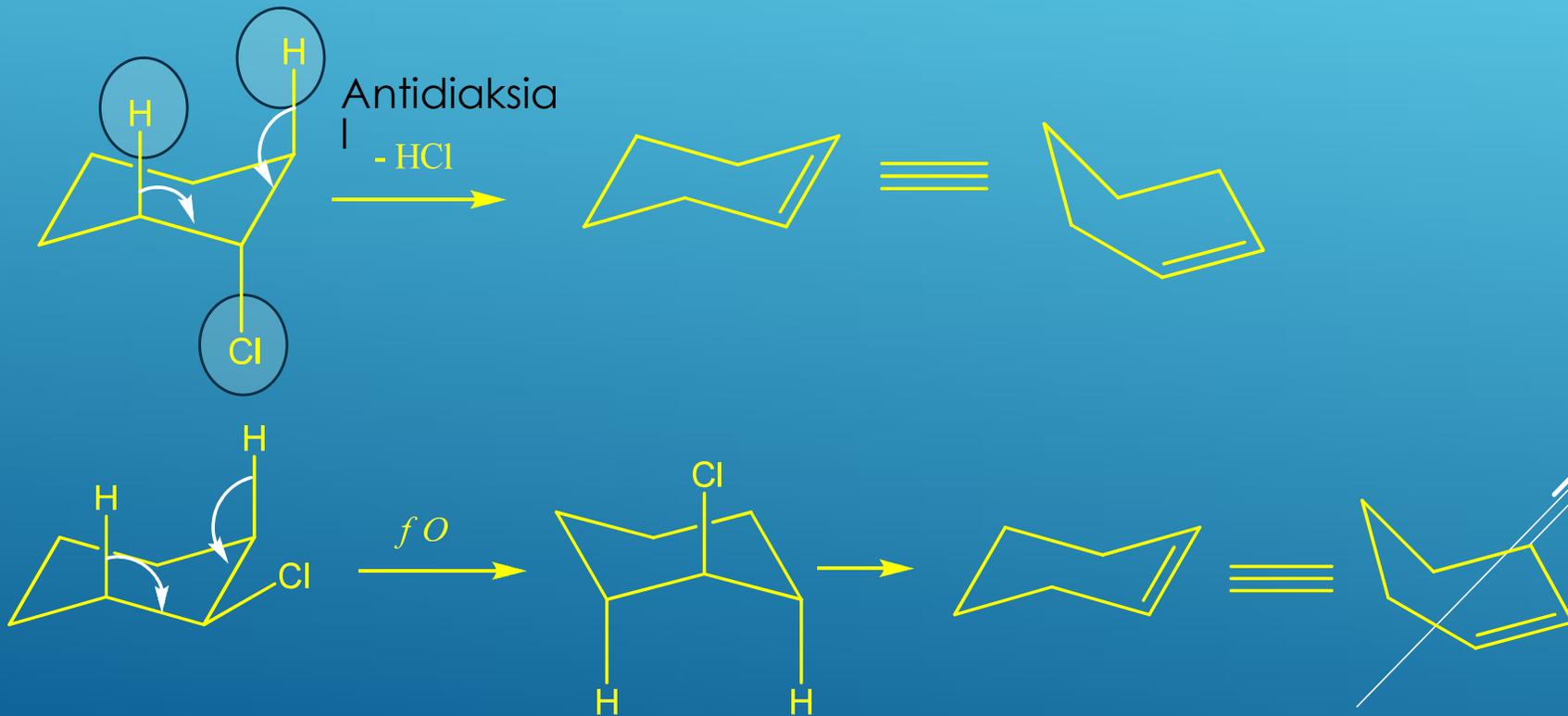
1. Tunjukkan produk-produk yang mungkin terbentuk dan jenis reaksinya
2. Jelaskan yang mana sebagai produk utama
3. Tuliskan mekanisme reaksinya
4. Perhatikan stereokimianya yang mungkin:



Produk-produk yang dapat terbentuk

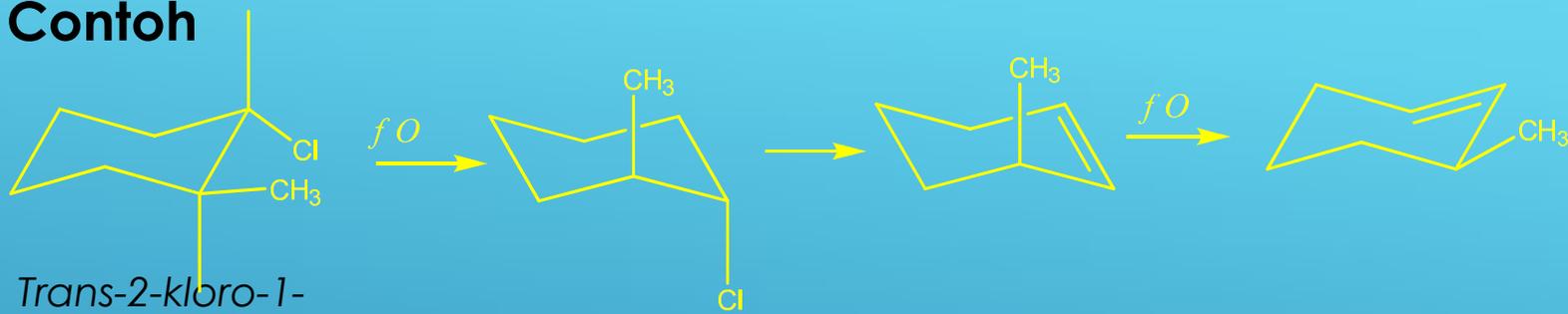
5. Eliminasi Pada senyawa Lingkar

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:

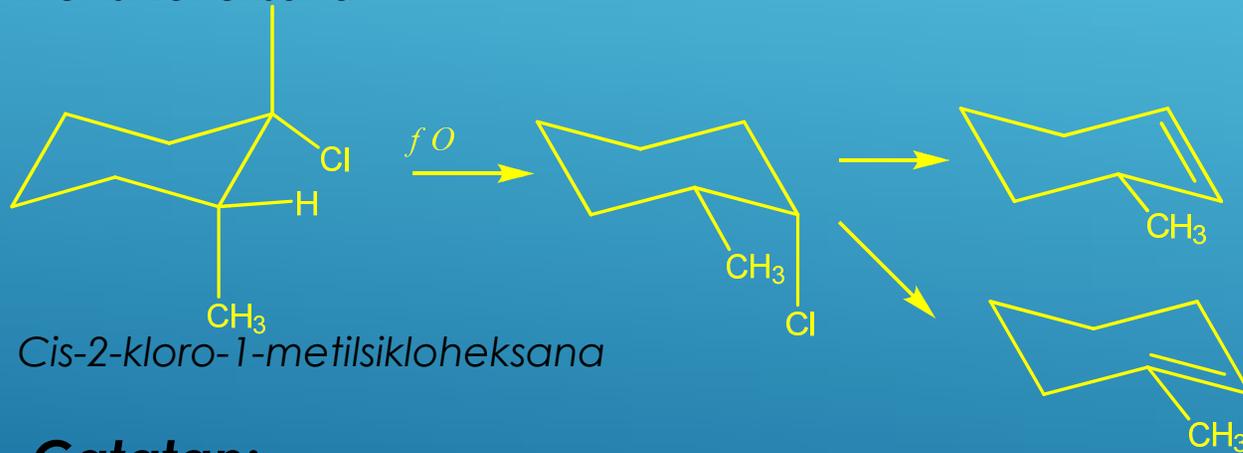


Jika living group pada posisi ekuatorial, maka terjadi *flip over* sebelum mengalami eliminasi

Contoh



Trans-2-kloro-1-
metilsikloheksana



Cis-2-kloro-1-metilsikloheksana

Catatan:

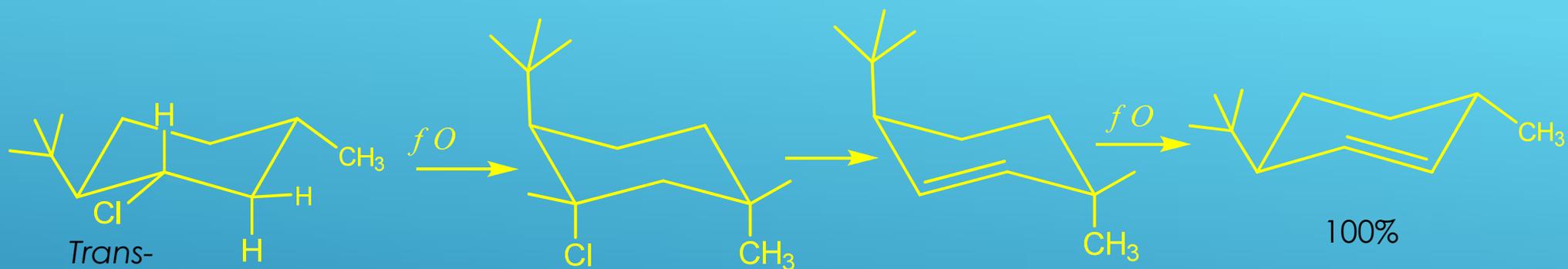
trans Cl equatorial to axial = 0,4 kkal
CH₃ equatorial to axial = 1,7 kkal

Cis Cl equatorial to axial = 0,4 kkal
CH₃ aksial ke ekuatorial = -1,7 kkal

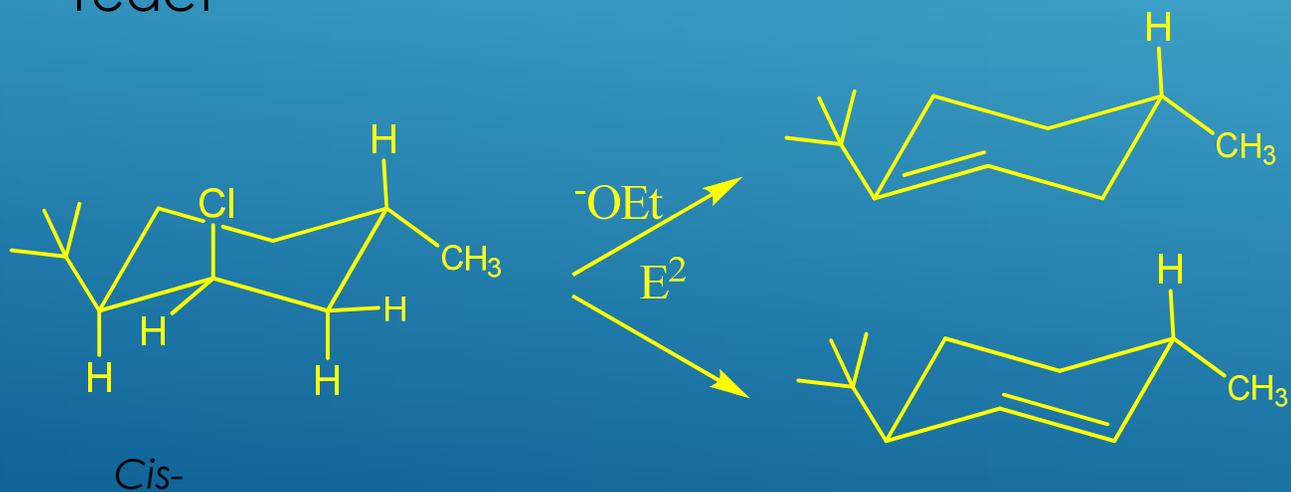
Reaksi eliminasi pd cis lebih mudah terjadi daripada trans, karena cis membebaskan energi sebesar $0,4 + (-1,7) = -1,3$ kkal, sedangkan pada trans diperlukan energi sebesar $0,4 + 1,7 = 2,1$ kkal

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

Contoh: trans E^2

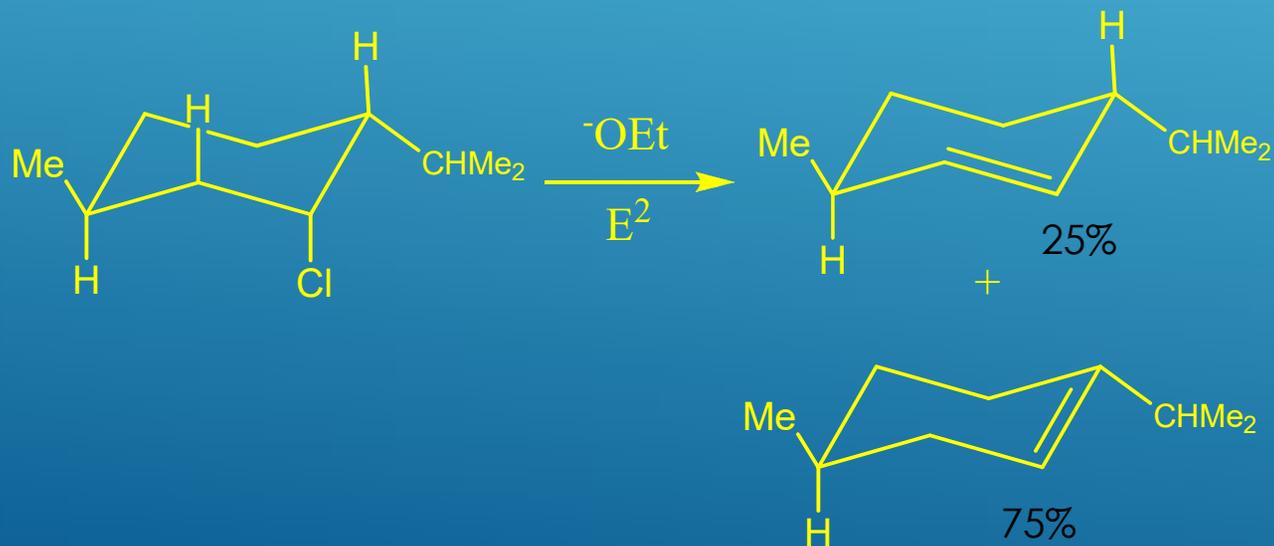
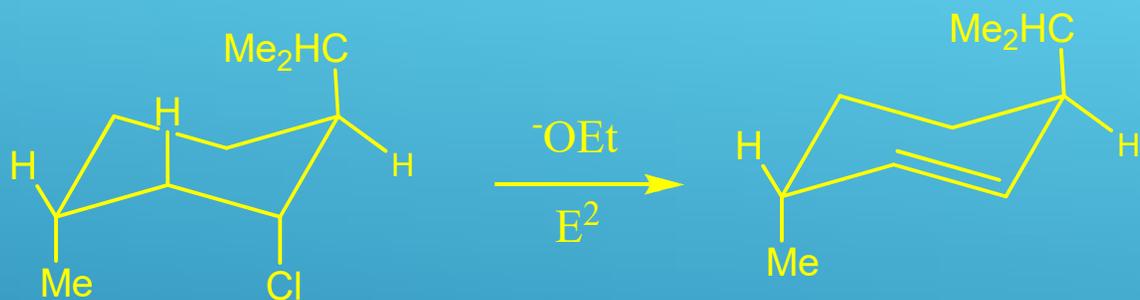


Reaction rate is slow, has to do flip over before it react



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

Contoh: trans E^2



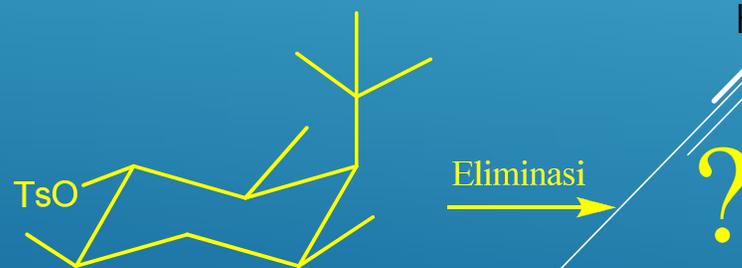
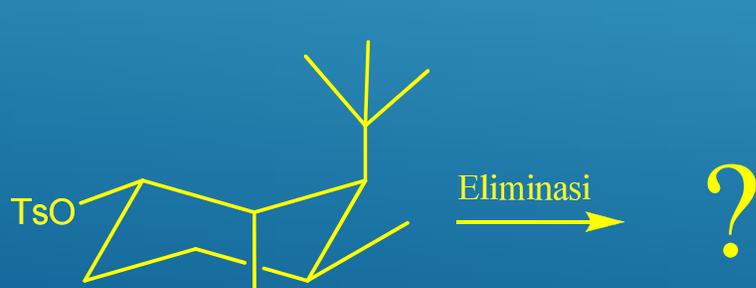
Reaction rate
Cis > trans

*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

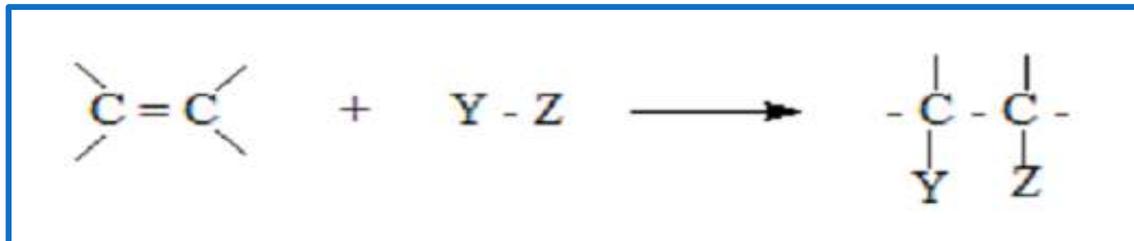
SUBSTITUSI ATAU ELIMINASI?

- ▶ 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

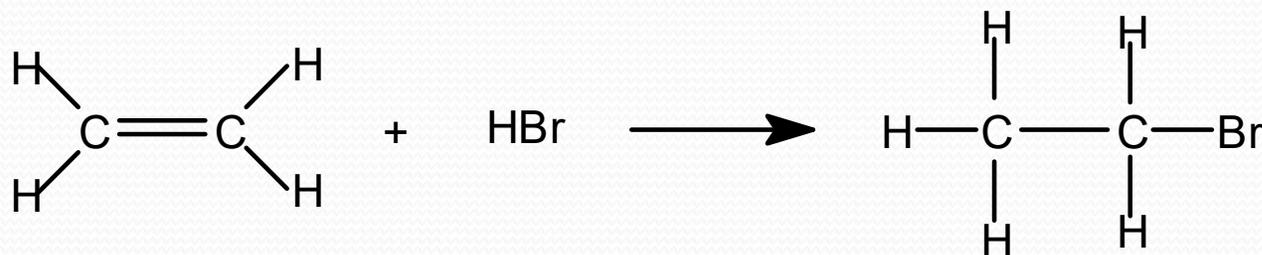
Reaksi Adisi

- 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.



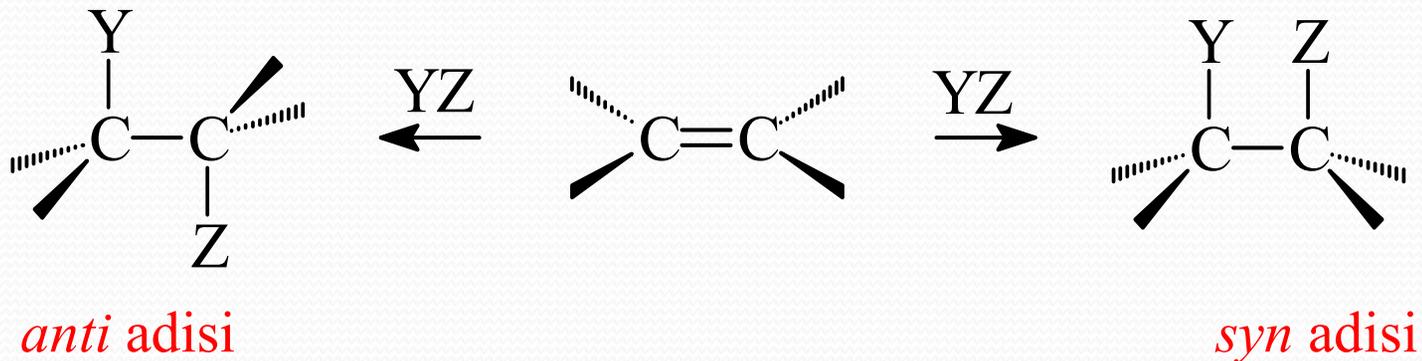
- Syaratnya :

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

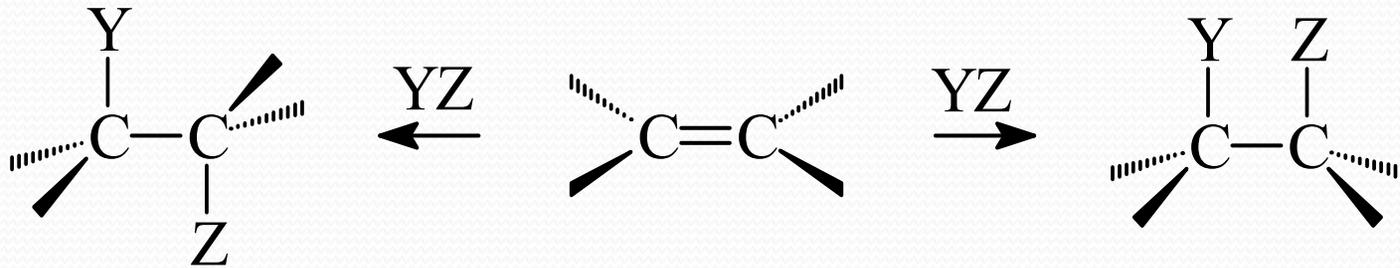
- Senyawa-senyawa yang mengalami reaksi adisi adalah **alkena (C=C)**, **alkuna (C≡C)**, **aldehid dan keton (C=O)**, **senyawa tio (C=S)** dan **senyawa siano (C≡N)**.
- Secara umum reaksi adisi dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu :
 1. Reaksi **adisi elektrofilik**
 2. Reaksi **adisi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

Jenis reaksi adisi dibagi atas :

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



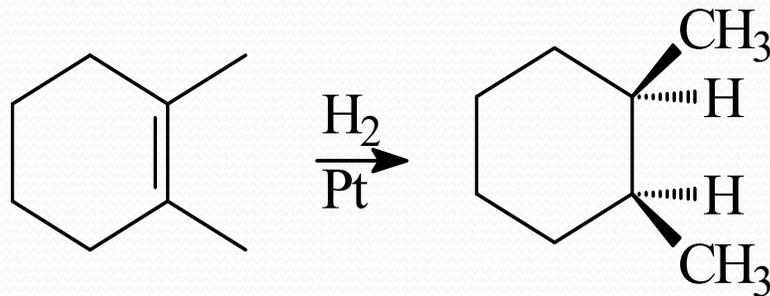
Dimana reaksi adisi ini terbagi atas adisi Elektrofilik dan Nukleofilik



anti adisi

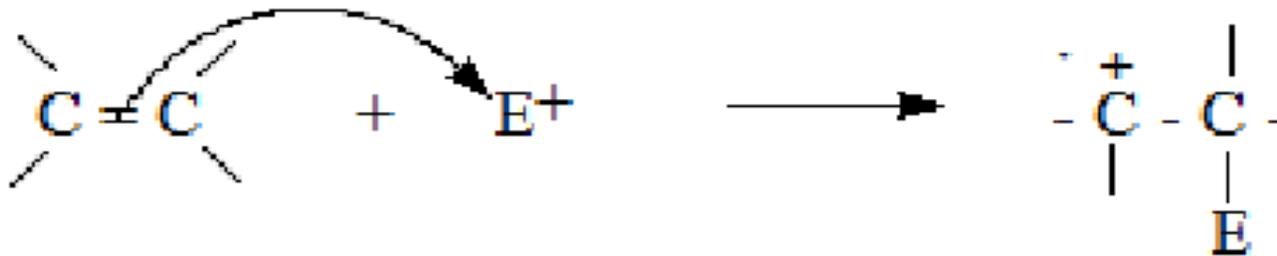
syn adisi

Hidrogenasi katalitik berlangsung melalui *syn adisi*:

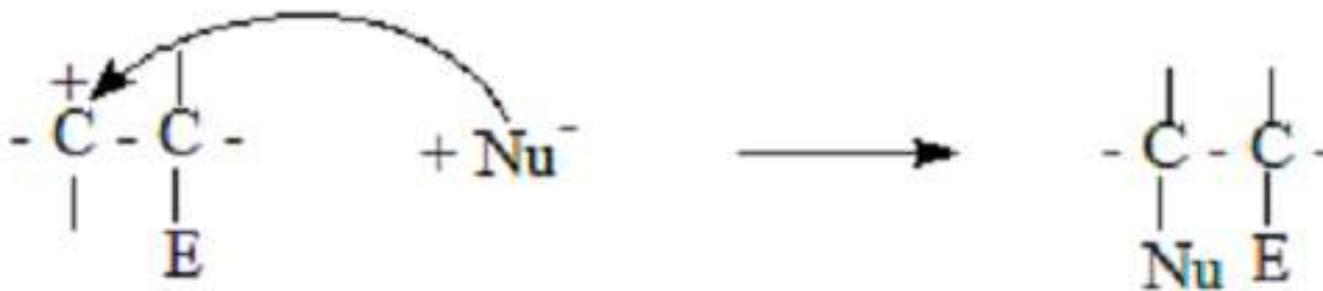


1. Adisi Elektrofilik

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



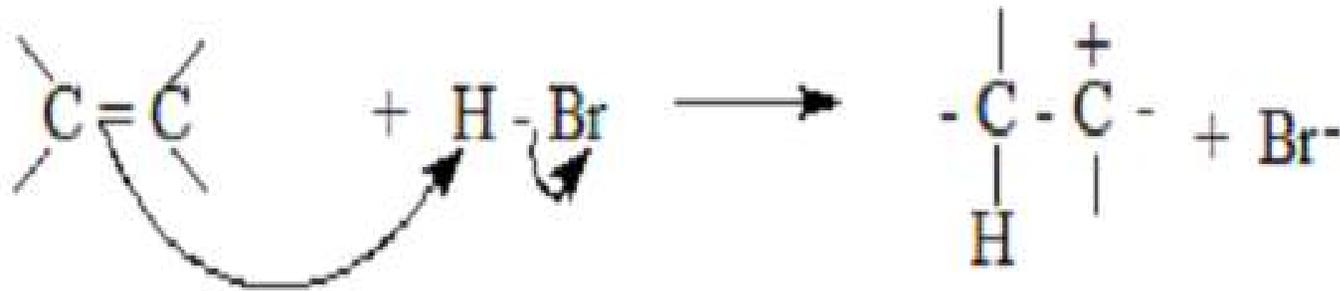
- Tahap 2 : **serangan nukleofil** terhadap karbokation



Contoh apabila etena bereaksi dgn HBr

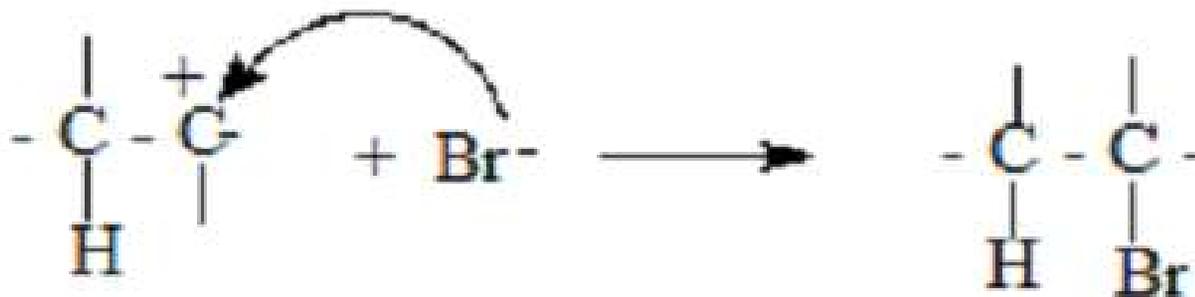
- Mekanisme reaksi mengikuti langkah berikut :

Tahap 1



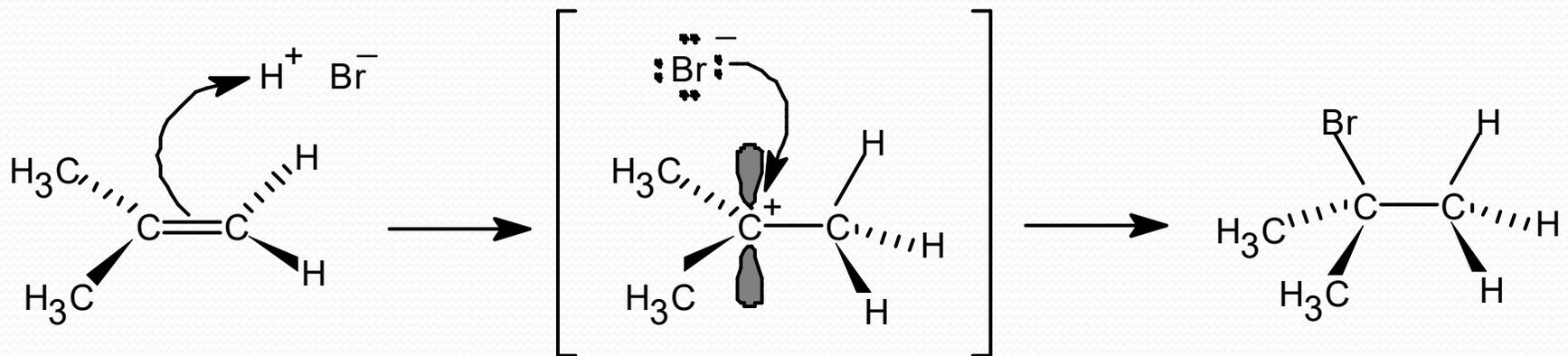
- Kemudian terjadi serangan nukleofilik pada karbokation

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**.

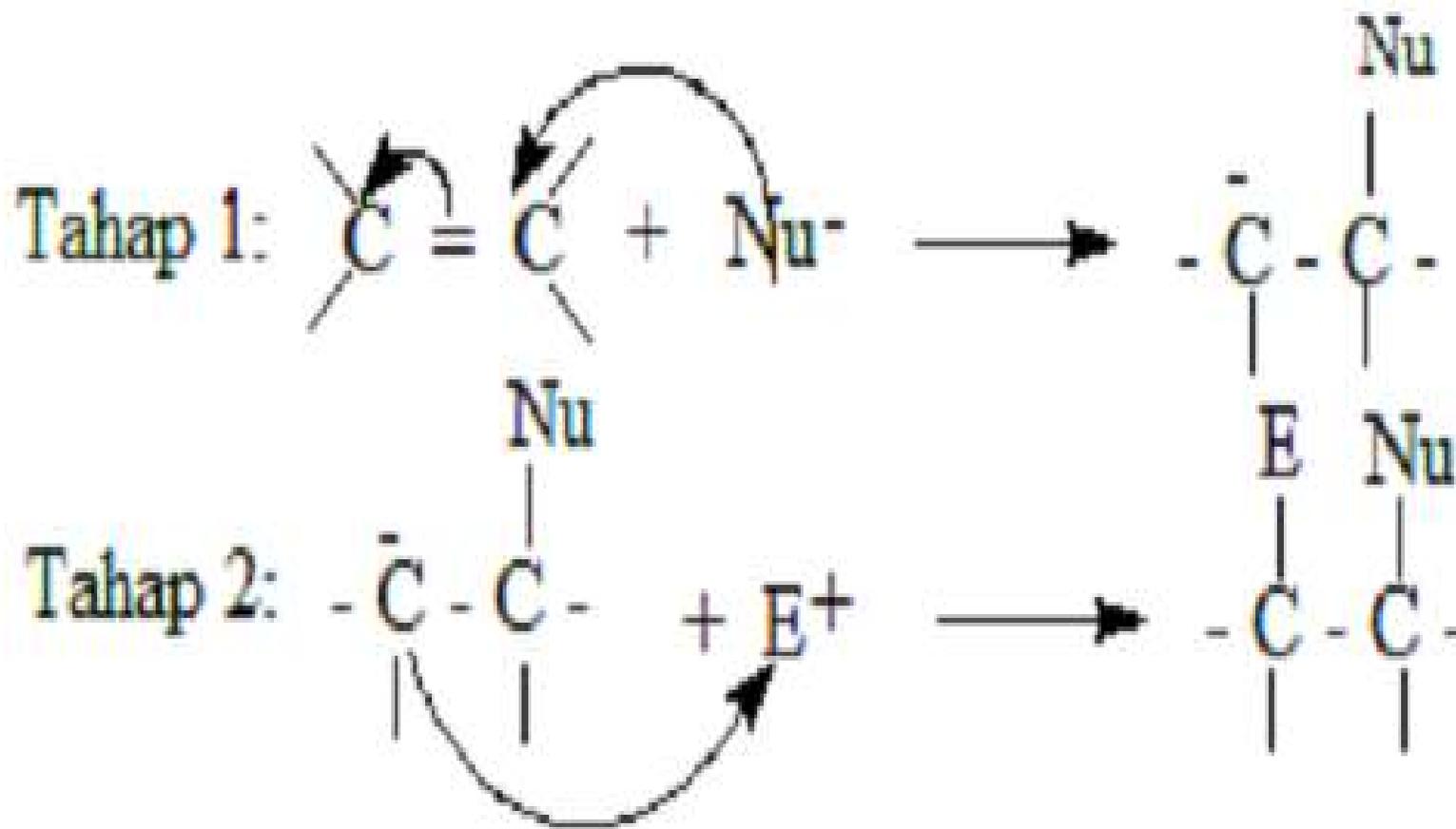


- ❑ **Reaksi adisi elektrofilik** terjadi pada senyawa-senyawa alkena dan alkuna.
- ❑ Umumnya reaksi adisi elektrofilik pada alkena dan alkuna orientasinya mengikuti **aturan Markovnikov**.

ADISI ELEKTROFILIK

- a. ADISI HIDROGEN HALIDA (HBr, HCl, HI, HF)
- b. ADISI H_2SO_4 DAN H_2O (HIDRASI)
- c. ADISI HALOGEN (Cl_2 , Br_2 , I_2 , 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

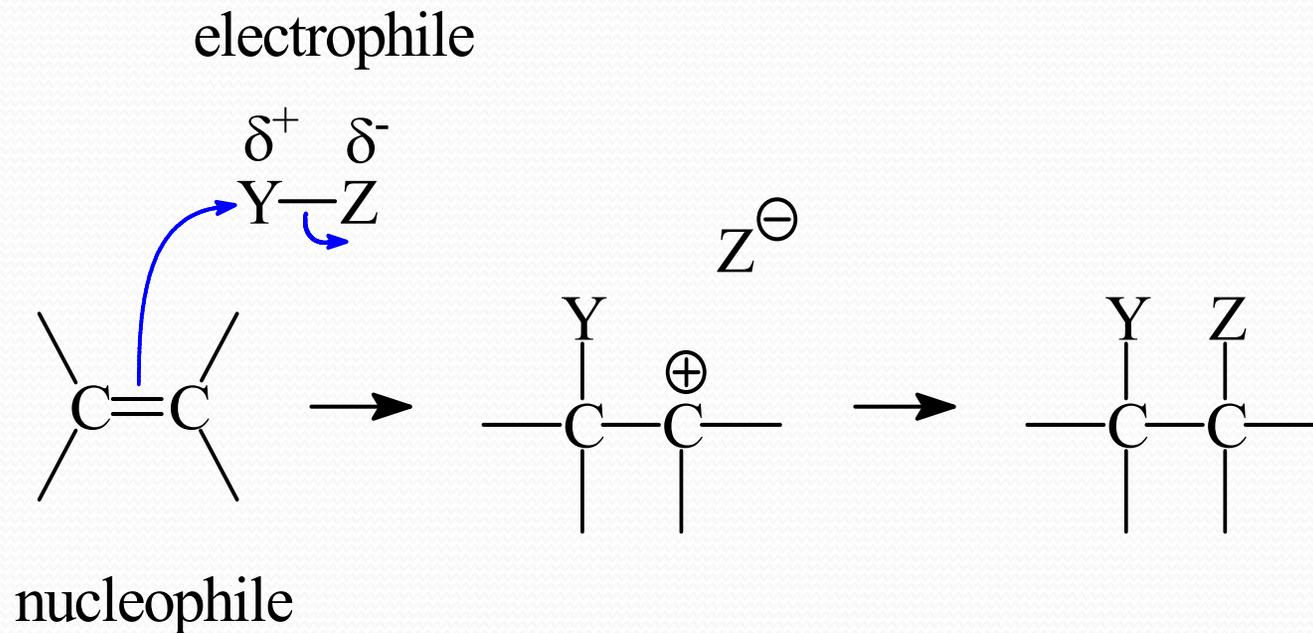
Kondensasi Claisen

Reaksi Reformatsky

Reaksi Wittig

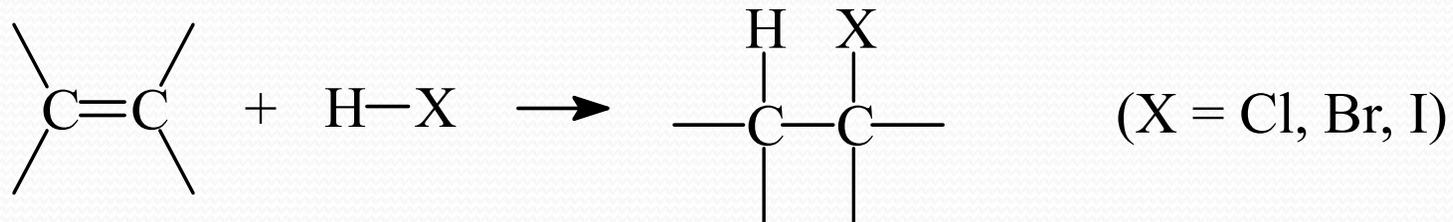
Adisi Elektrofilik

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

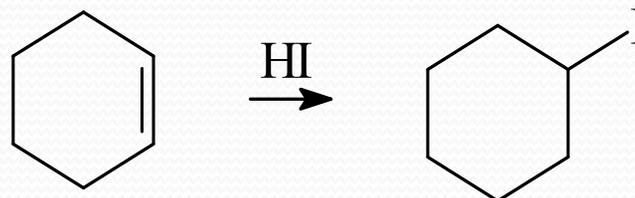
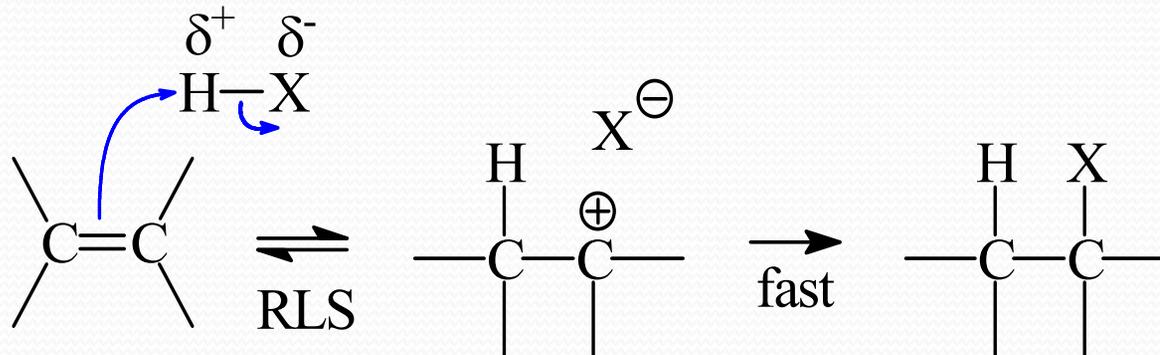


Adisi Elektrofilik

A. Adisi hidrogen halida



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



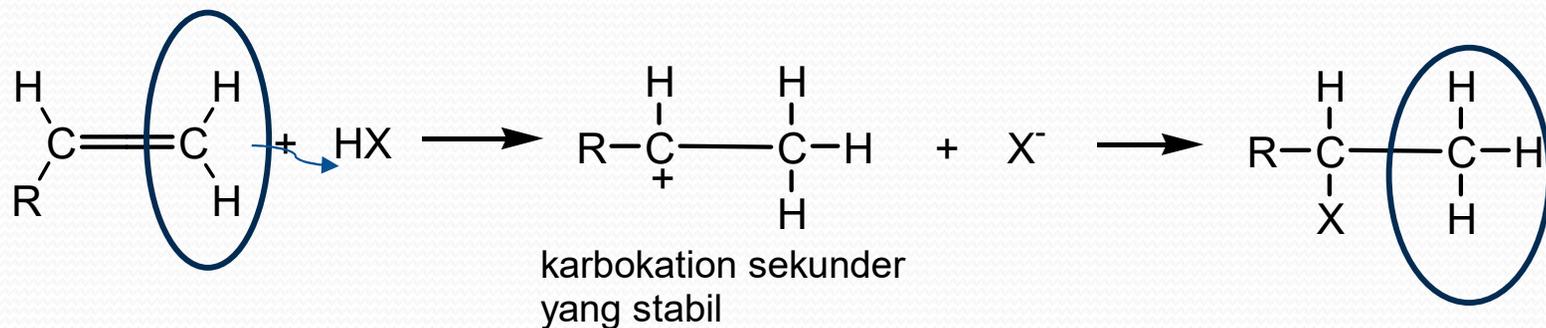
- **Reaktivitas relatif asam halida** $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$.
- Asam terkuat **HI bersifat paling reaktif** terhadap alkena
- Asam terlemah **HF paling tak reaktif** terhadap alkena.
- Suatu hidrogen halida mengandung ikatan H-X yang sangat polar dan dapat mudah melepaskan 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.**

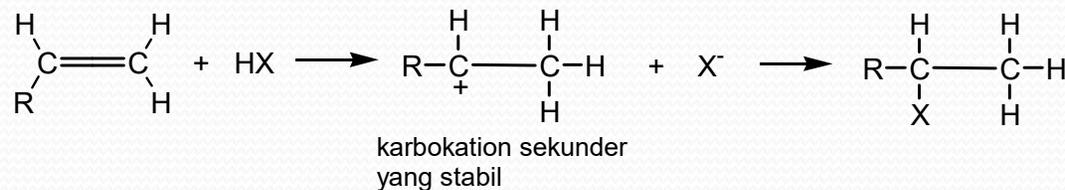
Tahun 1869 seorang ahli kimia Rusia Vladimir Markovnikov, merumuskan aturan :

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



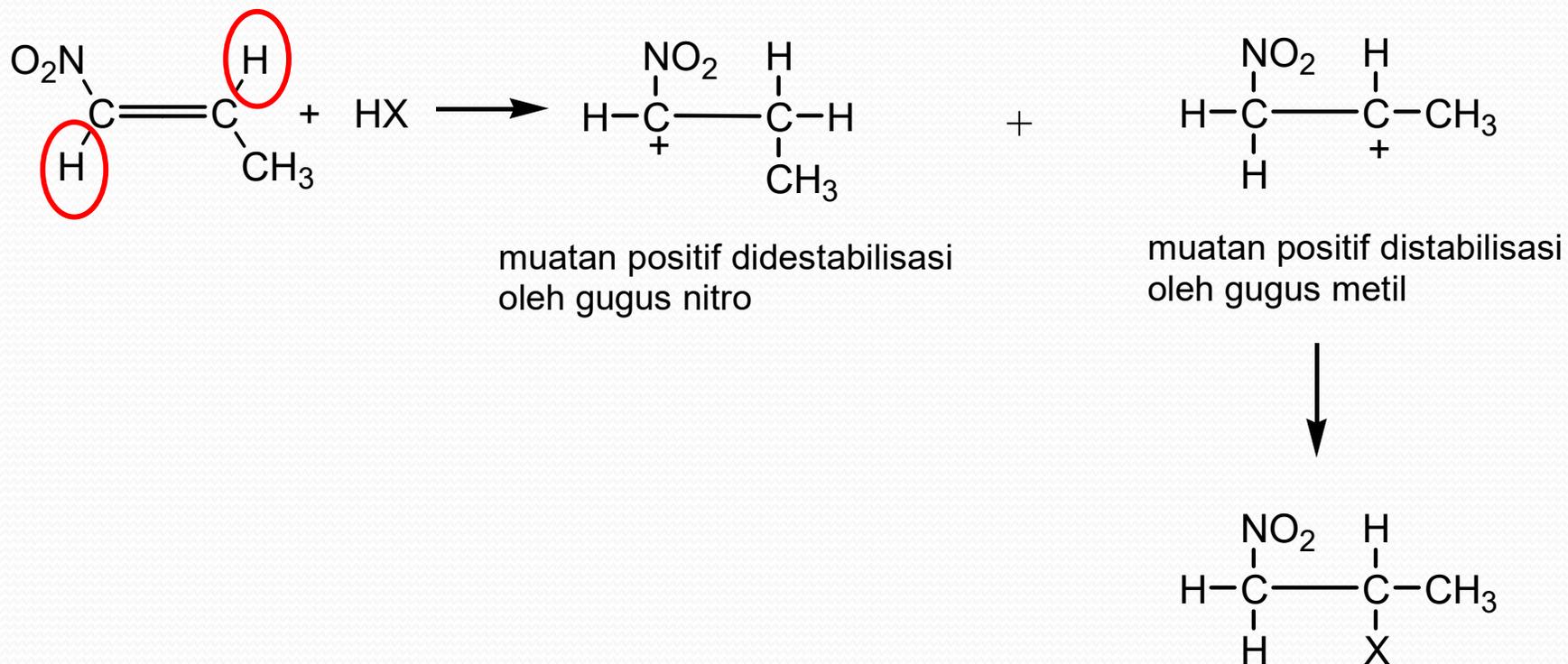
Aturan Markovnikov :

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.

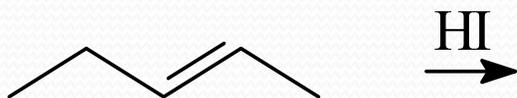
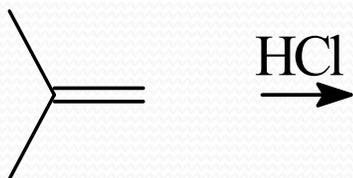
Adisi Elektrofilik

1. Aturan Markovnikov

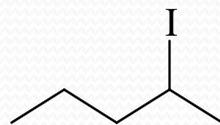
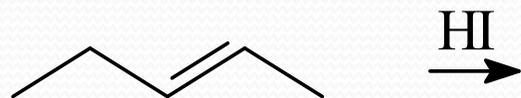
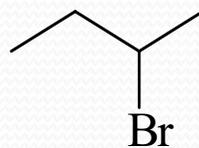
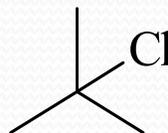
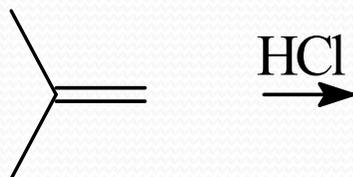
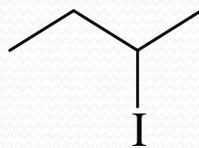
Dalam adisi HX ke alkena, H terikat pada karbon dengan lebih banyak H



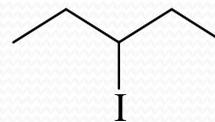
Pertanyaan. Gambarkan struktur produk



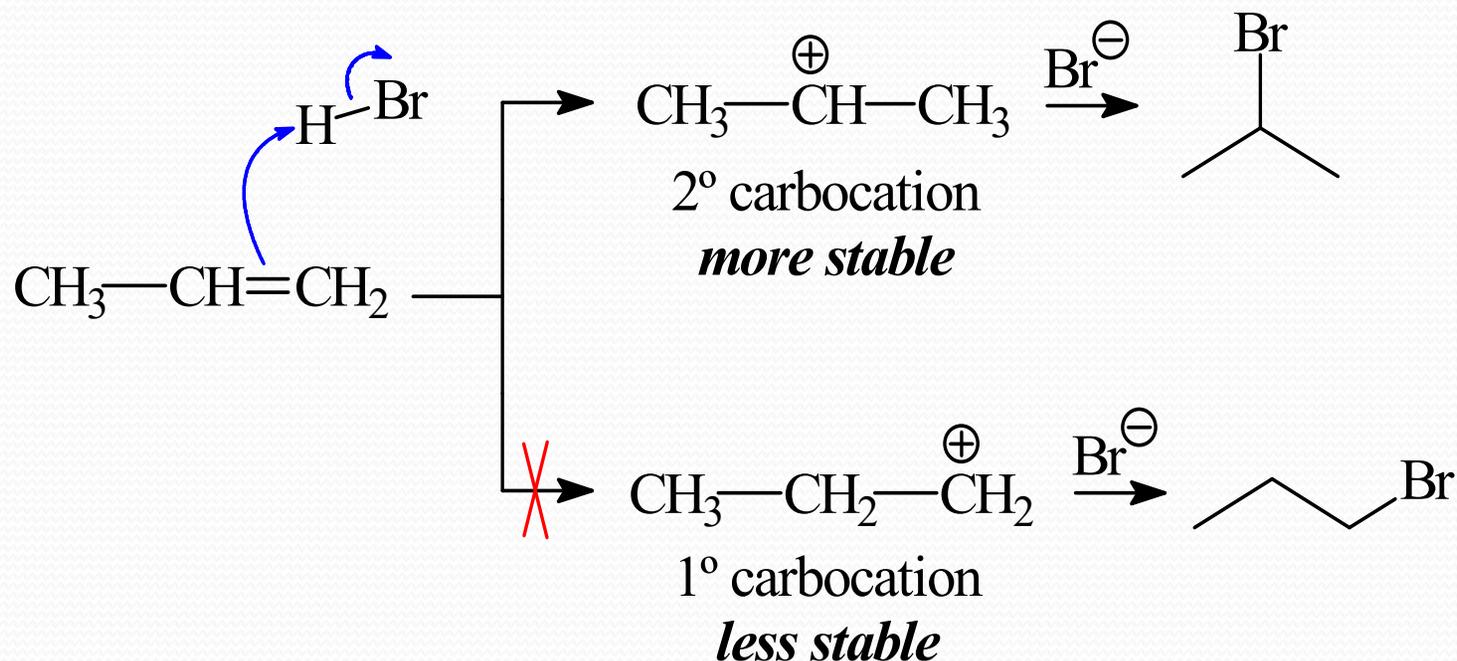
Jawaban.



and

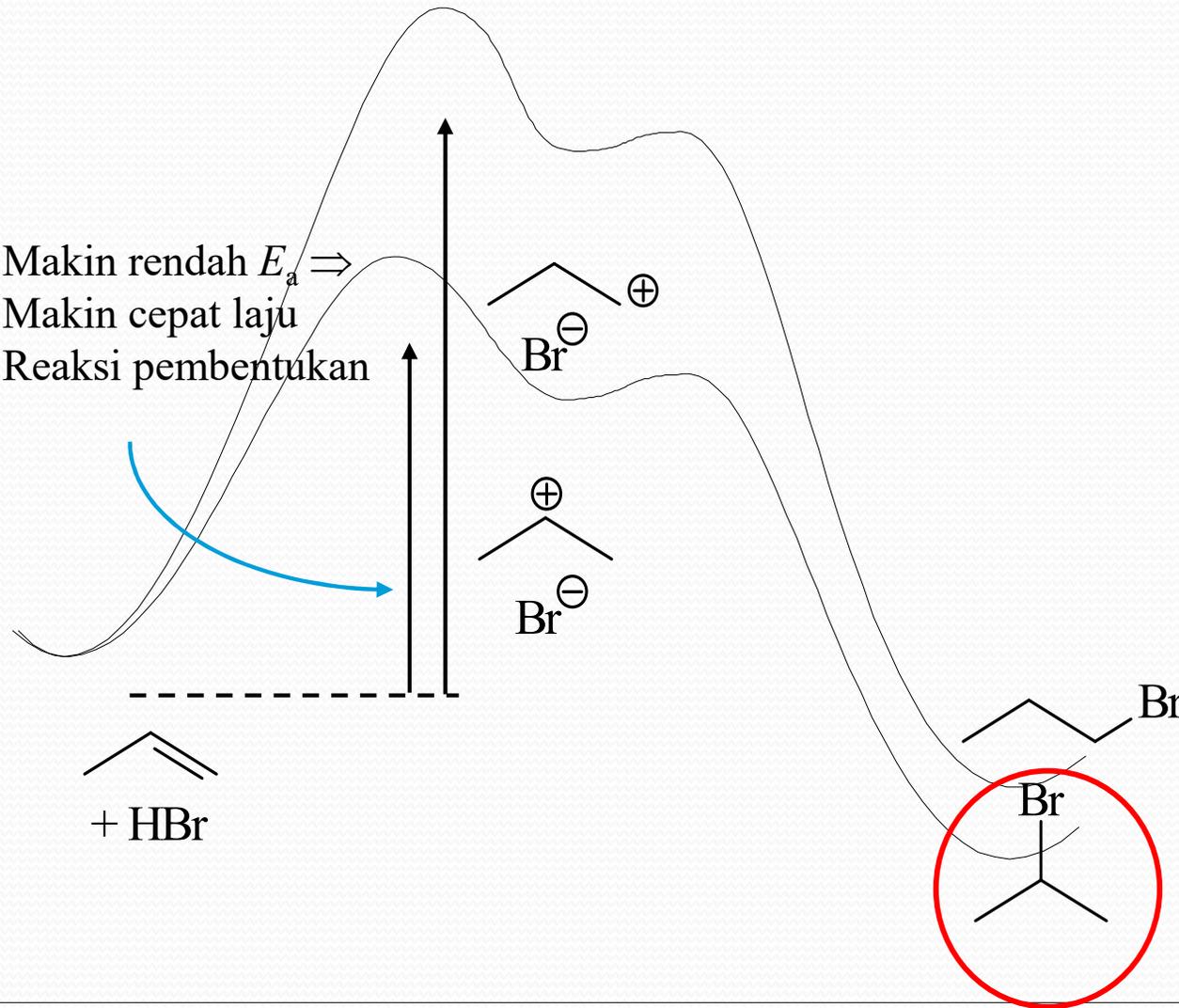


2. Mekanisme



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

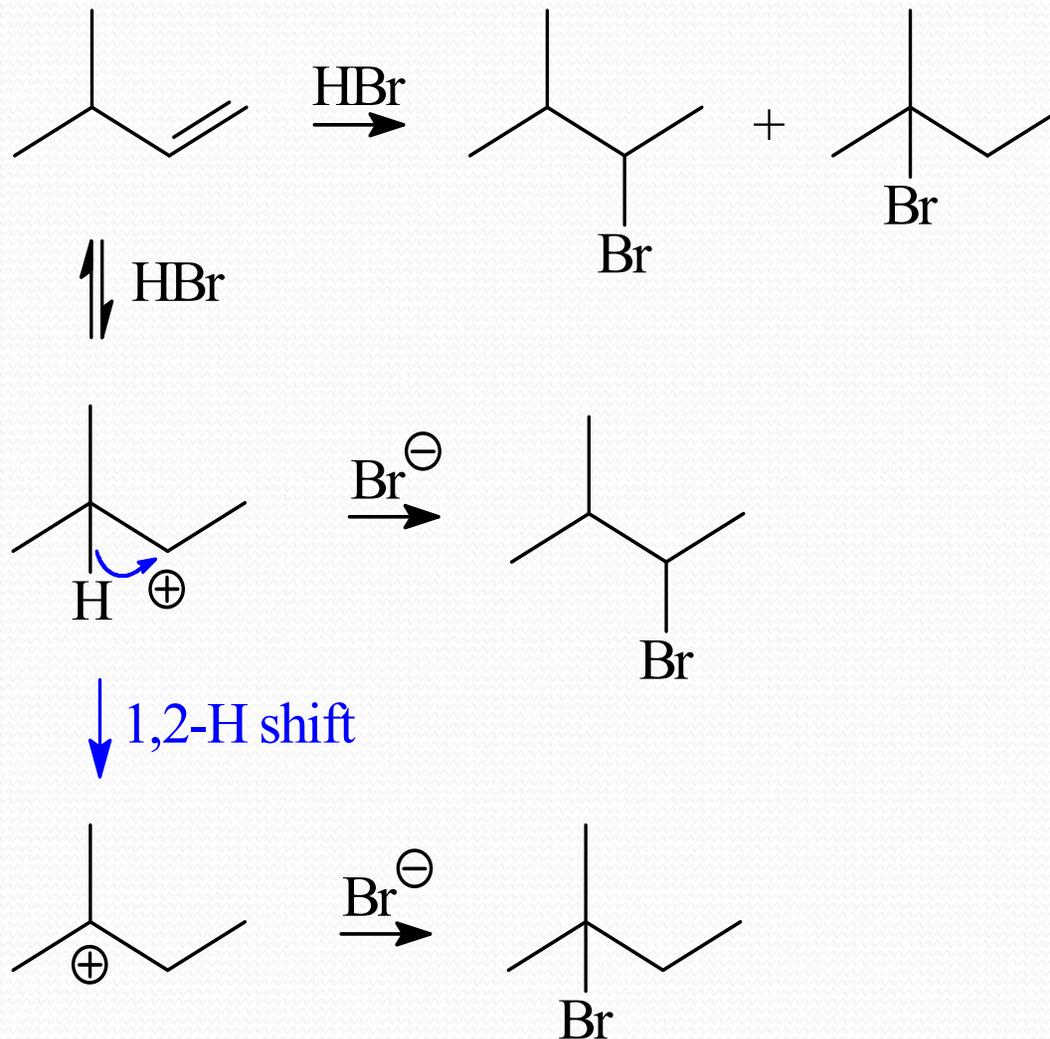
Makin rendah $E_a \Rightarrow$
Makin cepat laju
Reaksi pembentukan

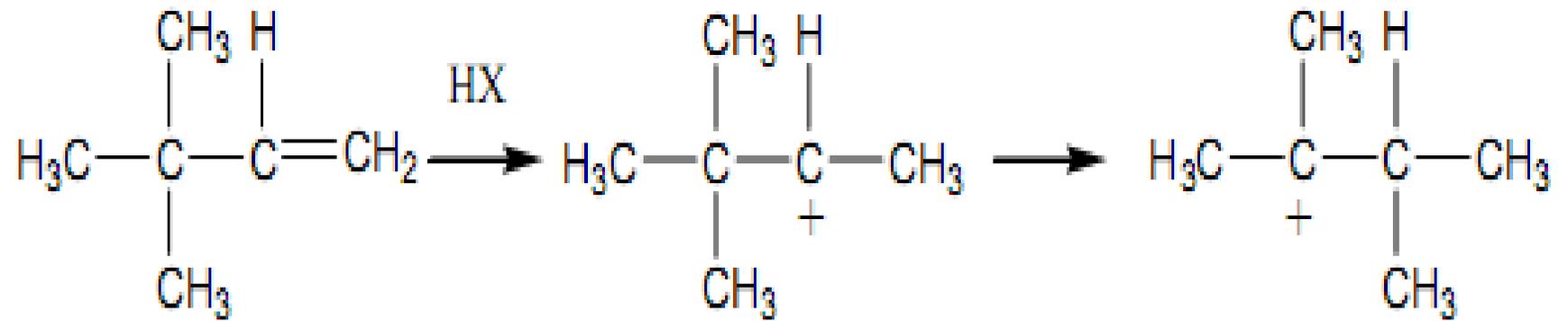


Bentuk molekul
ini yang terjadi

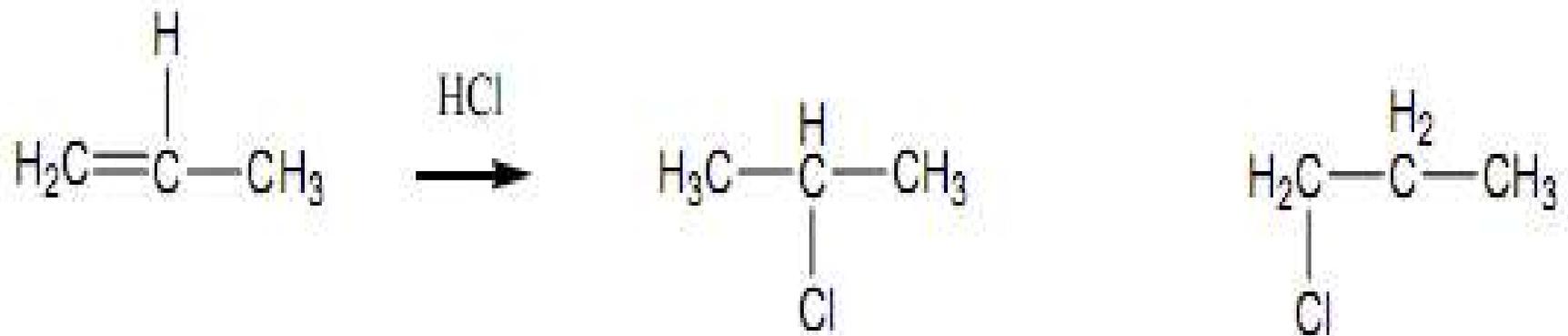
3. Penataan ulang karbokation

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



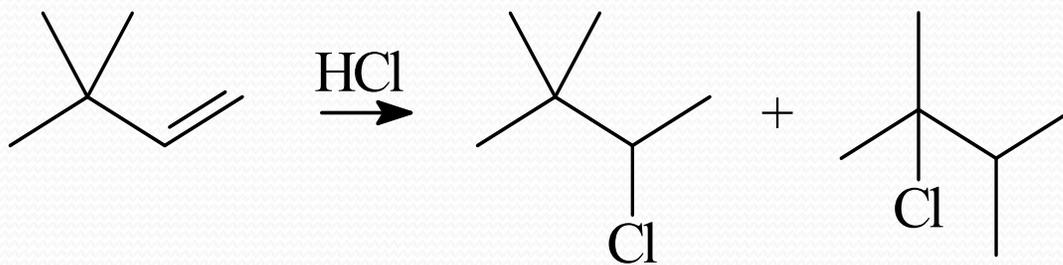


contoh reaksi

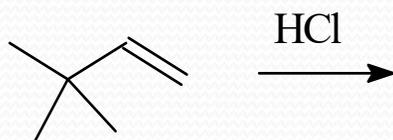
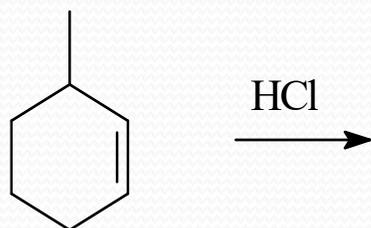
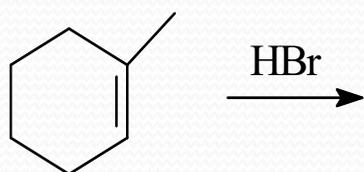


2-kloropropena

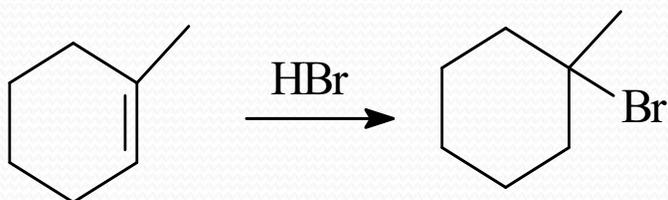
1-kloropropena
tidak ada



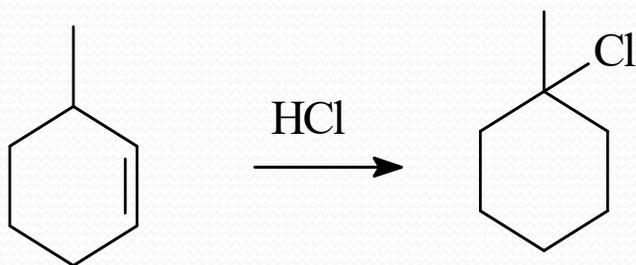
Pertanyaan. Berikan produk utama dari setiap reaksi



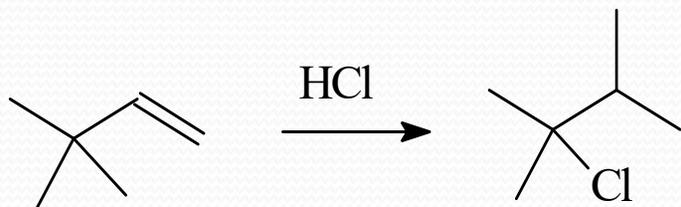
Jawaban. Berikan produk utama yang diperkirakan dari setiap reaksi berikut.



Berbentuk karbokation tersier- tidak perlu penataan ulang



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

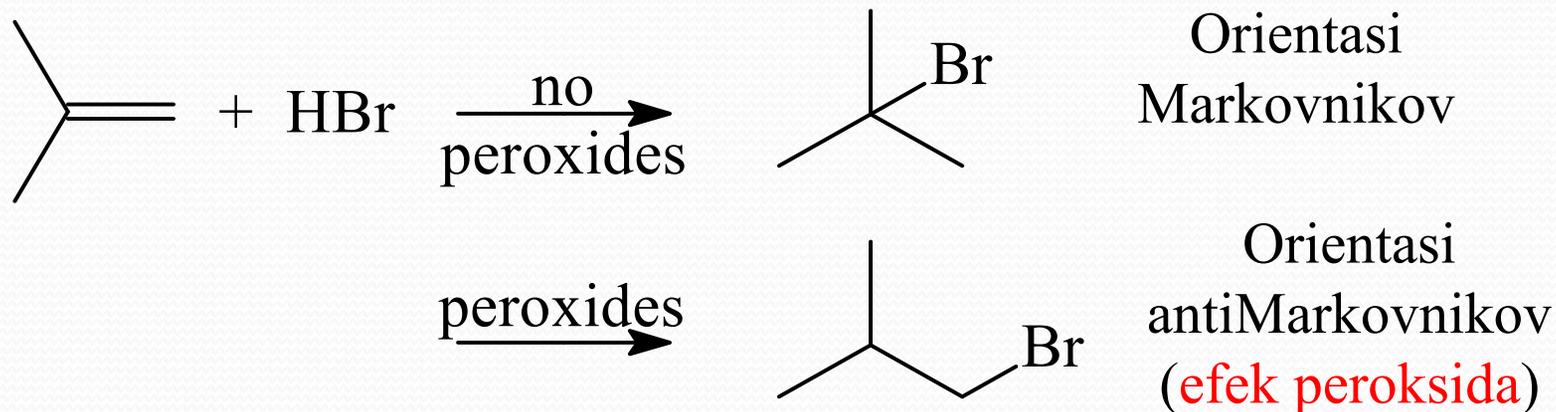


Berbentuk karbokation sekunder, penataan ulang ke karbokation tersier via geseran sebuah metida

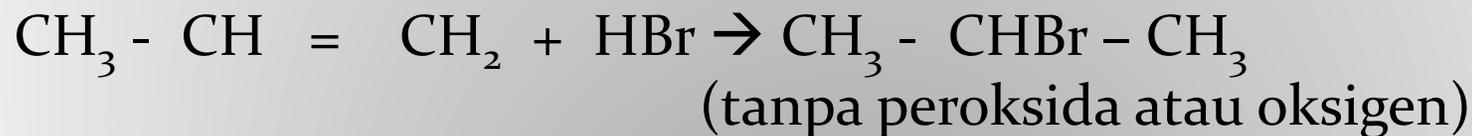
Reaksi Adisi yang melibatkan radikal bebas

- 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**.

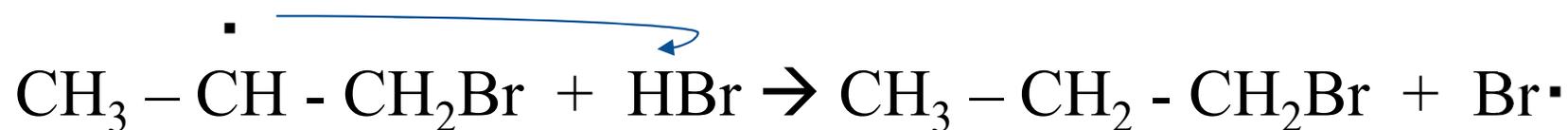
Adisi radikal bebas HBr



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



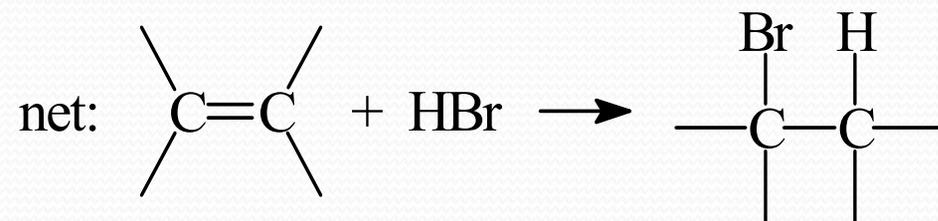
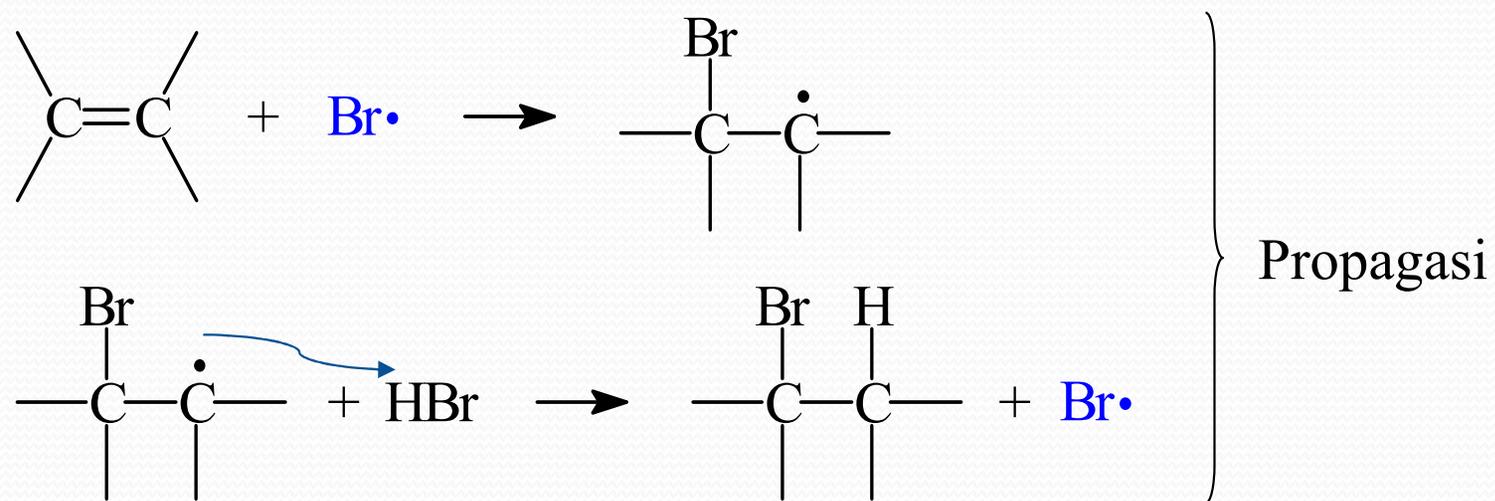
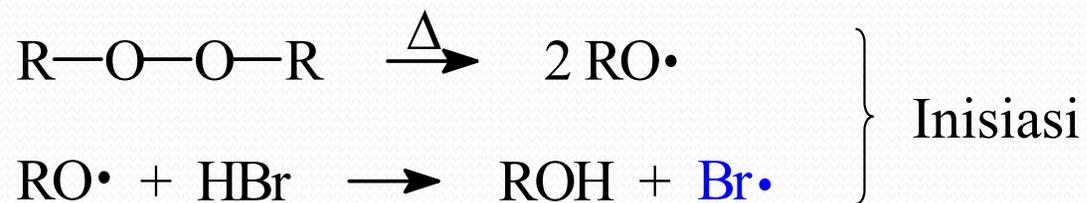
Pembentukan produk



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[•] pada alkena bersifat endoterm dan terlalu lambat untuk mengalami reaksi adisi radikal bebas.

Mekanisme berantai radikal bebas:



Mekanisme reaksi pembentukan 1-bromopropana

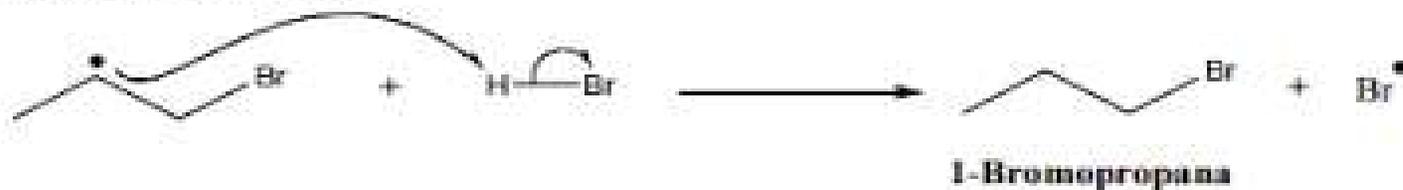
Pembentukan radikal Br:



Adisi radikal Br kepada alkena:



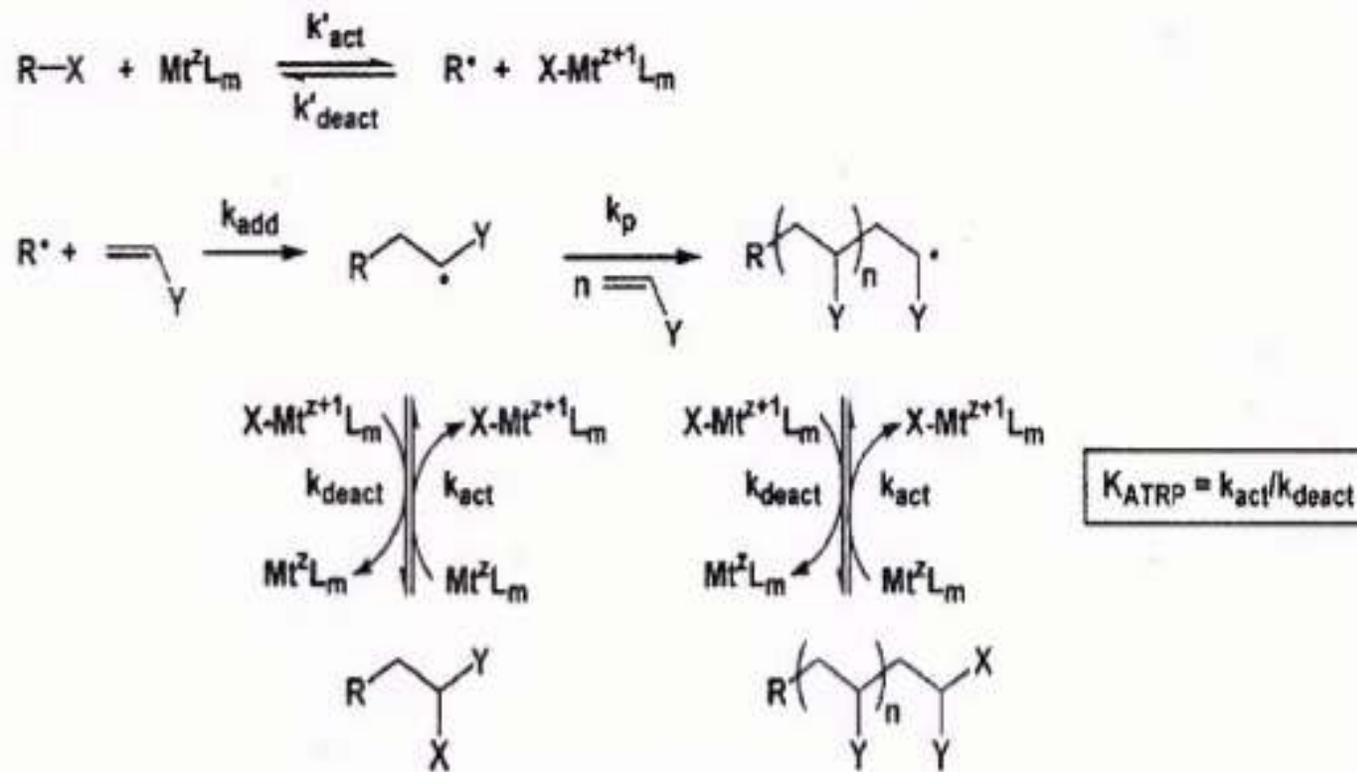
Pembentukan produk:



Gambar 4.29. Contoh reaksi adisi non Markovnikov

Aplikasi

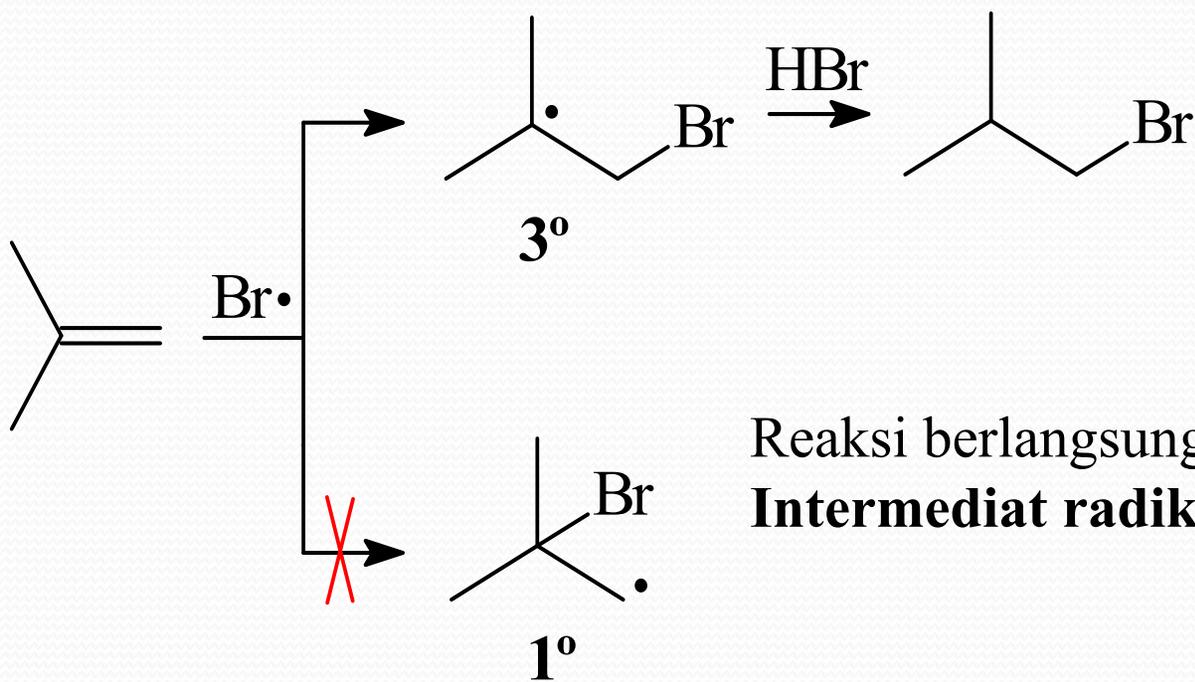
Perkembangan Teknologi Polimerisasi Radikal Bebas Terkontrol dan Aplikasi Pada Pembuatan Biodegradabel Polimer (Sunit Hendrana)



Gambar 5. Mekanisme Reaksi pada ATRP [7]

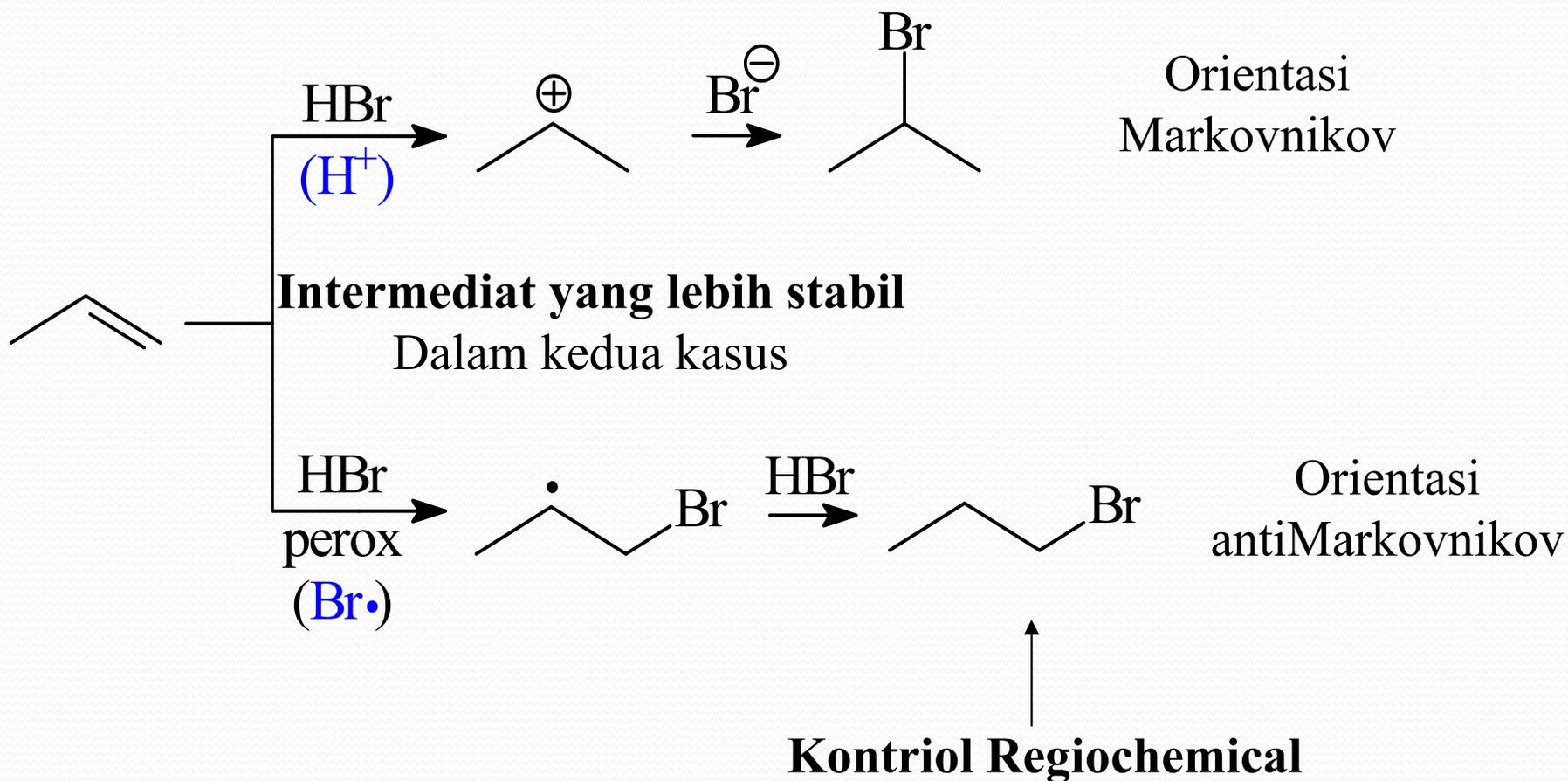
ANTI MARKOVNIKOV

- ❑ Anti markovnikov dari HBr terjadi karena terbentuk radikal bebas dari peroksida atau oksigen yang menyerang HBr.
- ❑ Selanjutnya terbentuk radikal bebas Br[•] 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

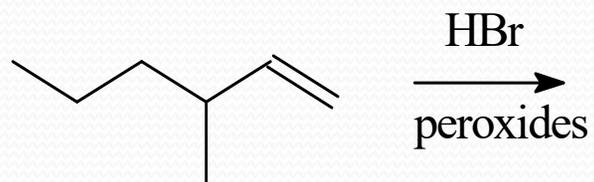
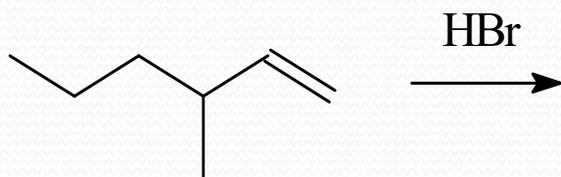
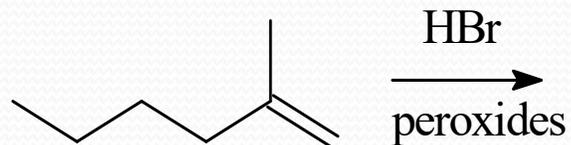
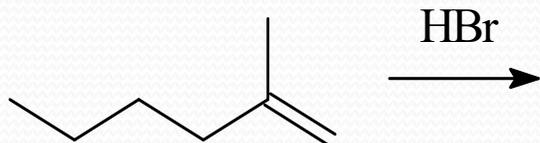


Reaksi berlangsung melalui
Intermediat radikal yang lebih stabil

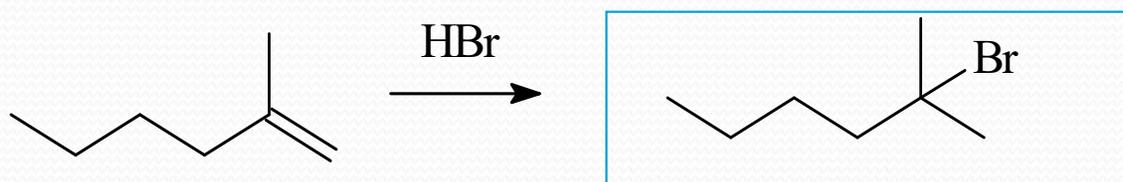
Bandingkan: adisi HBr dengan dan tanpa peroksida.



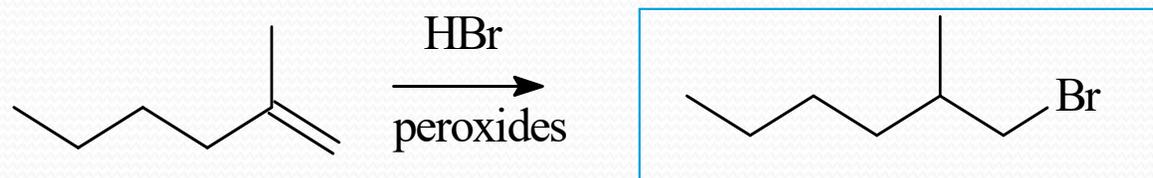
Pertanyaan. Berikan produk utama dari reaksi berikut.



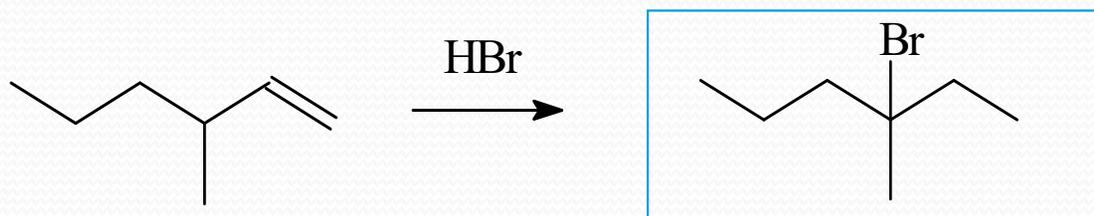
Jawaban. Berikan produk utama dari reaksi berikut.



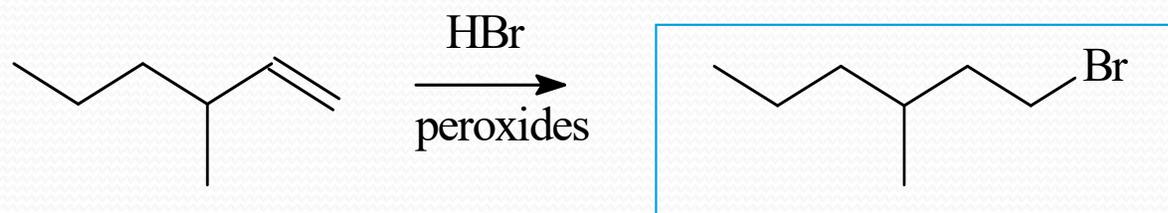
Orientasi Markovnikov
- reaksi elektrofilik



orientasi anti-Markovnikov
via reaksi radikal



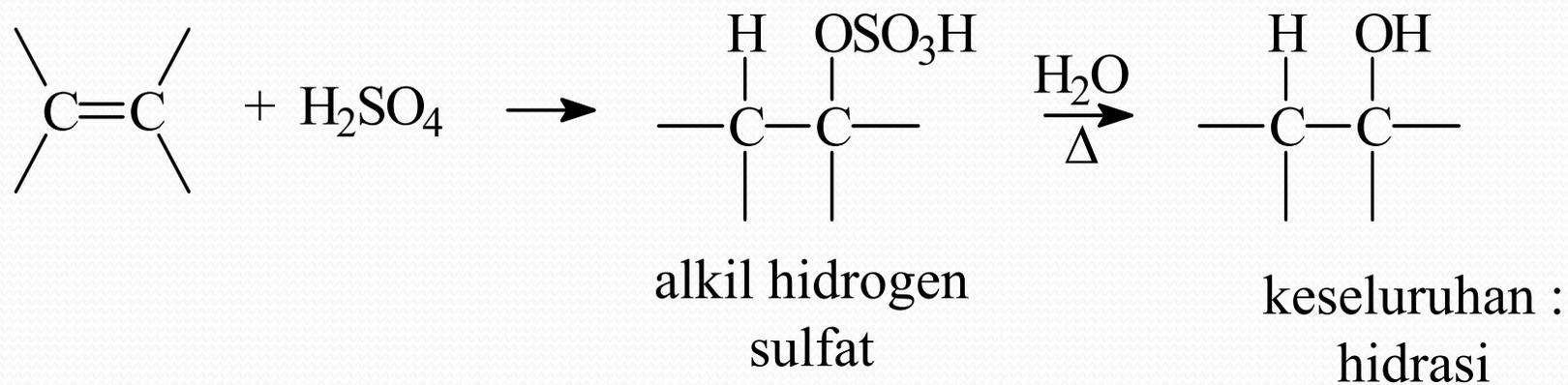
Penataan ulang ke
karbokation lebih stabil



Orientasi anti-Markovnikov
via radikal bebas, tanpa
penataan ulang

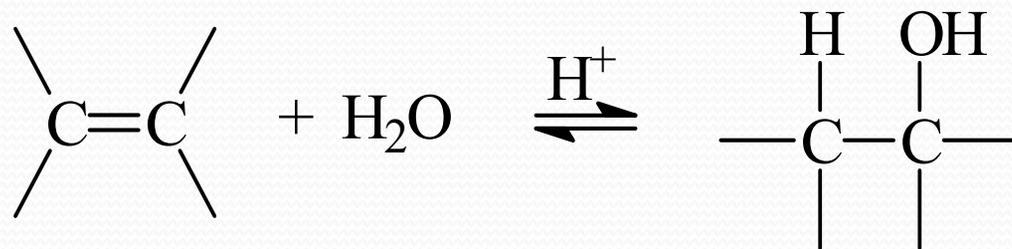
ADISI ELEKTROFILIK

B. Adisi asam sulfat

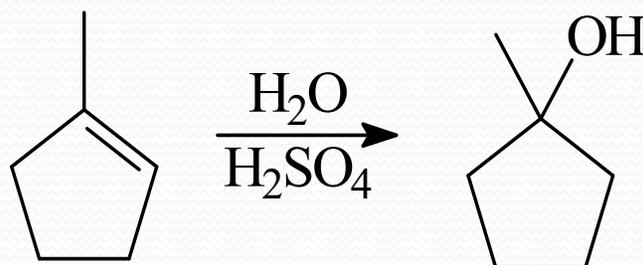


ADISI ELEKTROFILIK

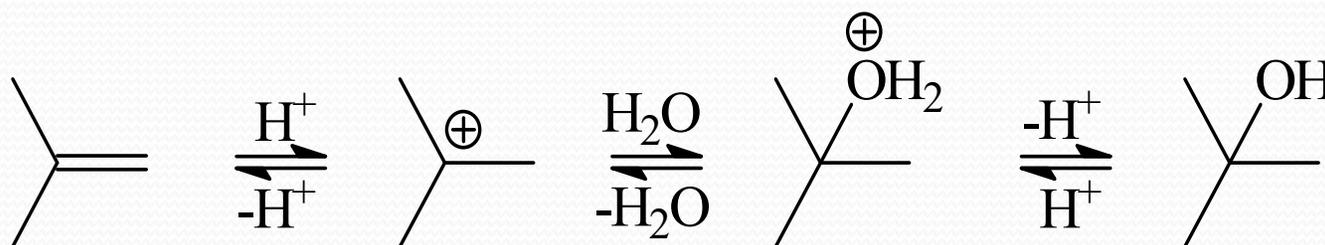
C. Hidrasi berkatalis asam



Kebalikan dehidrasi
(Le Châtelier)



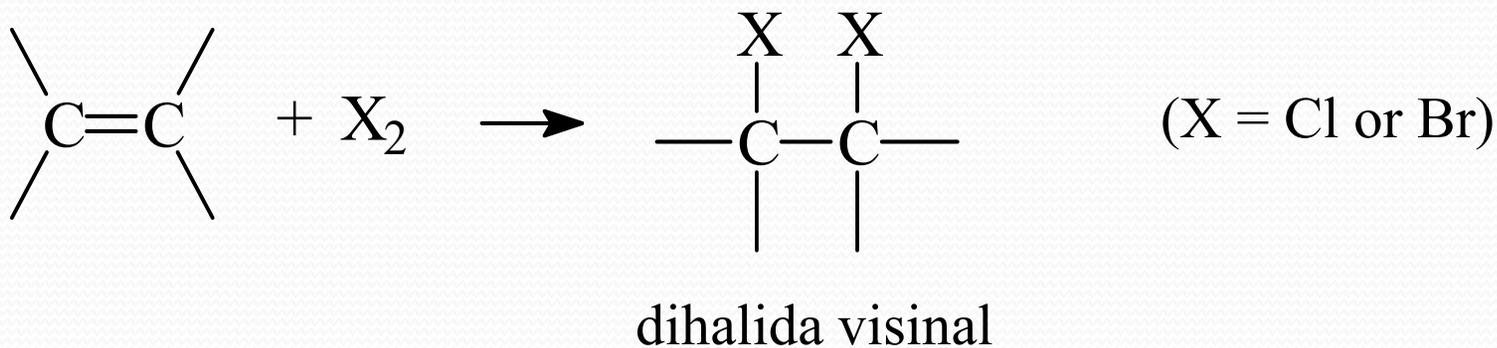
Orientasi
Markovnikov



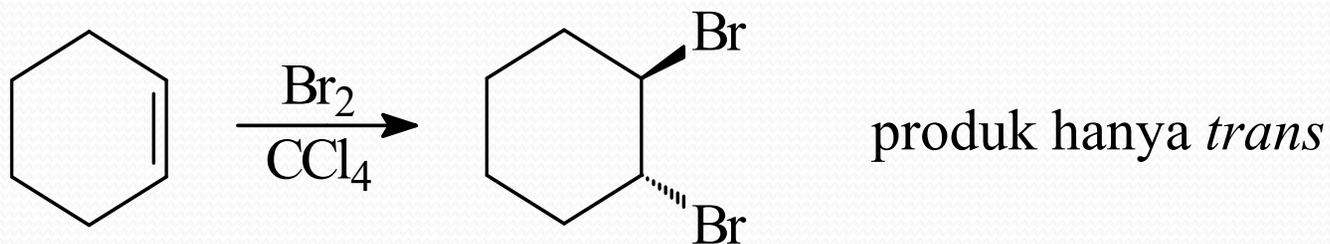
Reaksi reversibel

ADISI ELEKTROFILIK

D. Adisi halogen



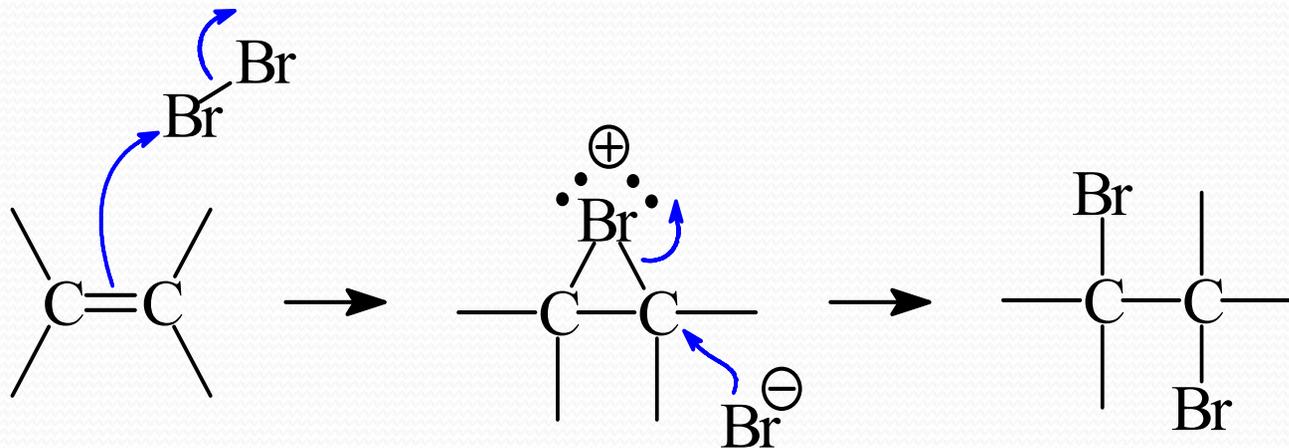
Stereoselektif: *anti* adisi:



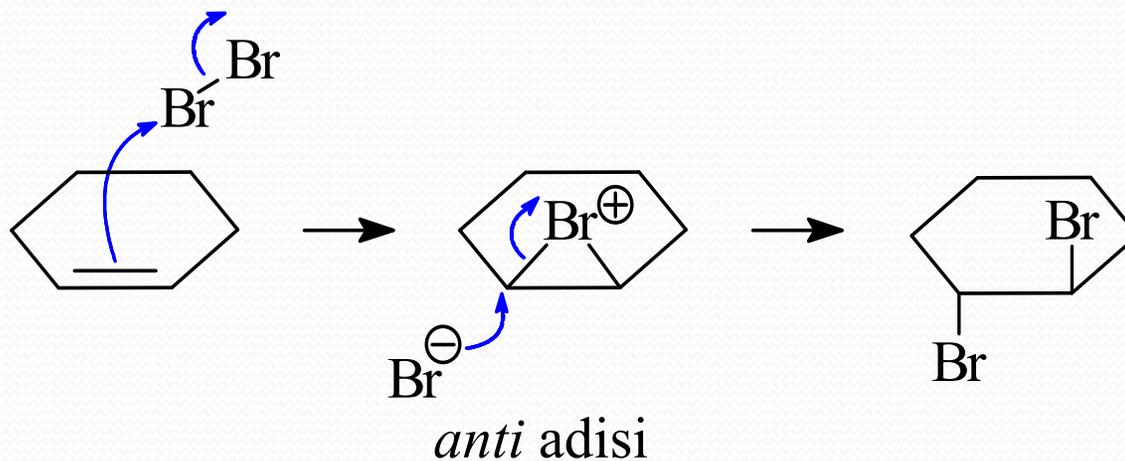
ADISI ELEKTROFILIK

D. Adisi halogen

Mekanisme: melalui pembentukan ion halonium



Ion bromonium siklis

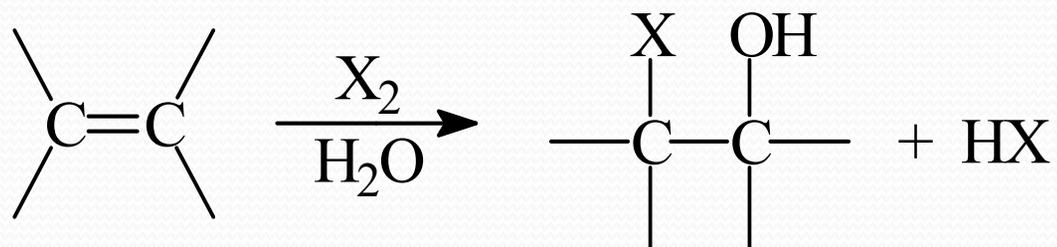


Produk *trans*

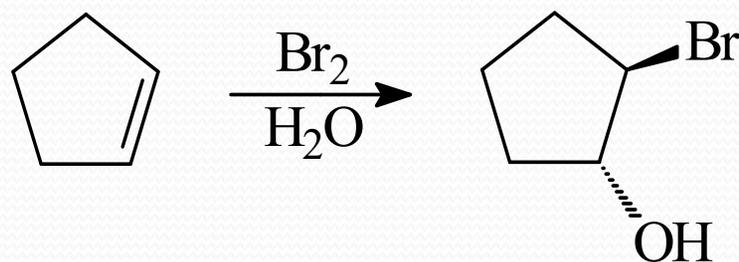
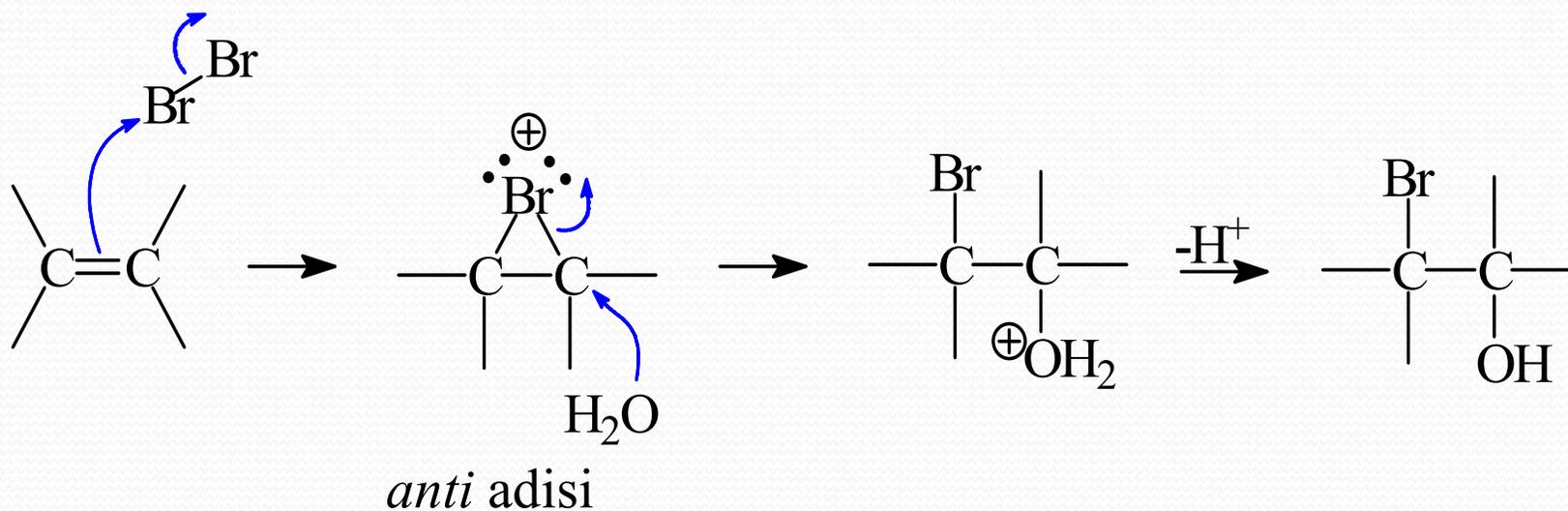
anti adisi

ADISI ELEKTROFILIK

E. Pembentukan halohidrin



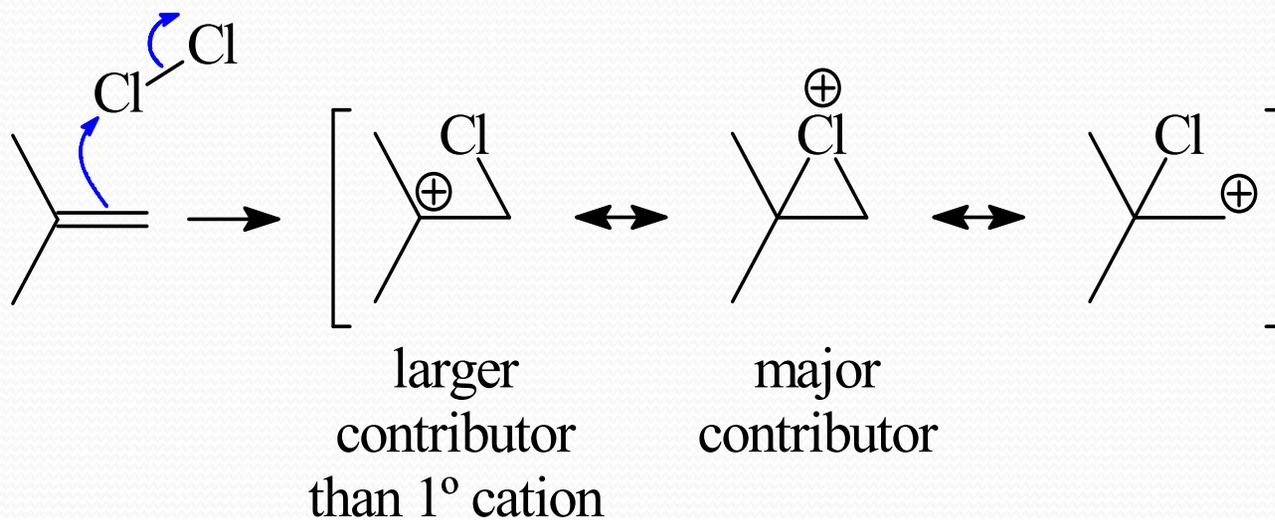
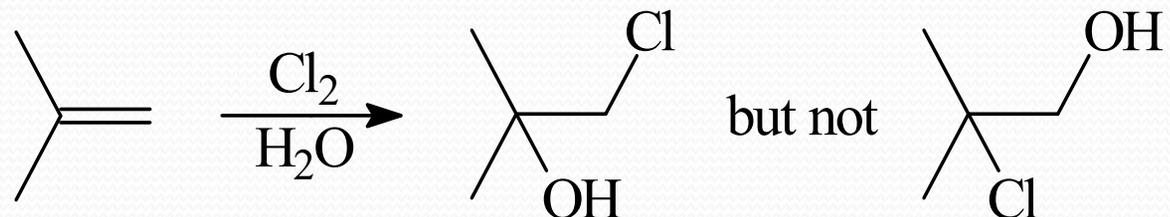
Halohidrin visinal



ADISI ELEKTROFILIK

E. Pembentukan halohidrin

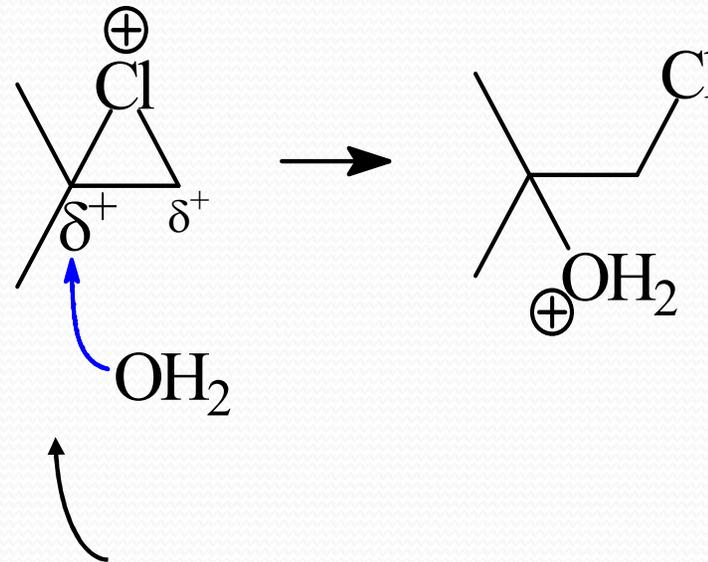
Regioselektif:



ADISI ELEKTROFILIK

E. Pembentukan halohidrin

Hibrida resonansi:

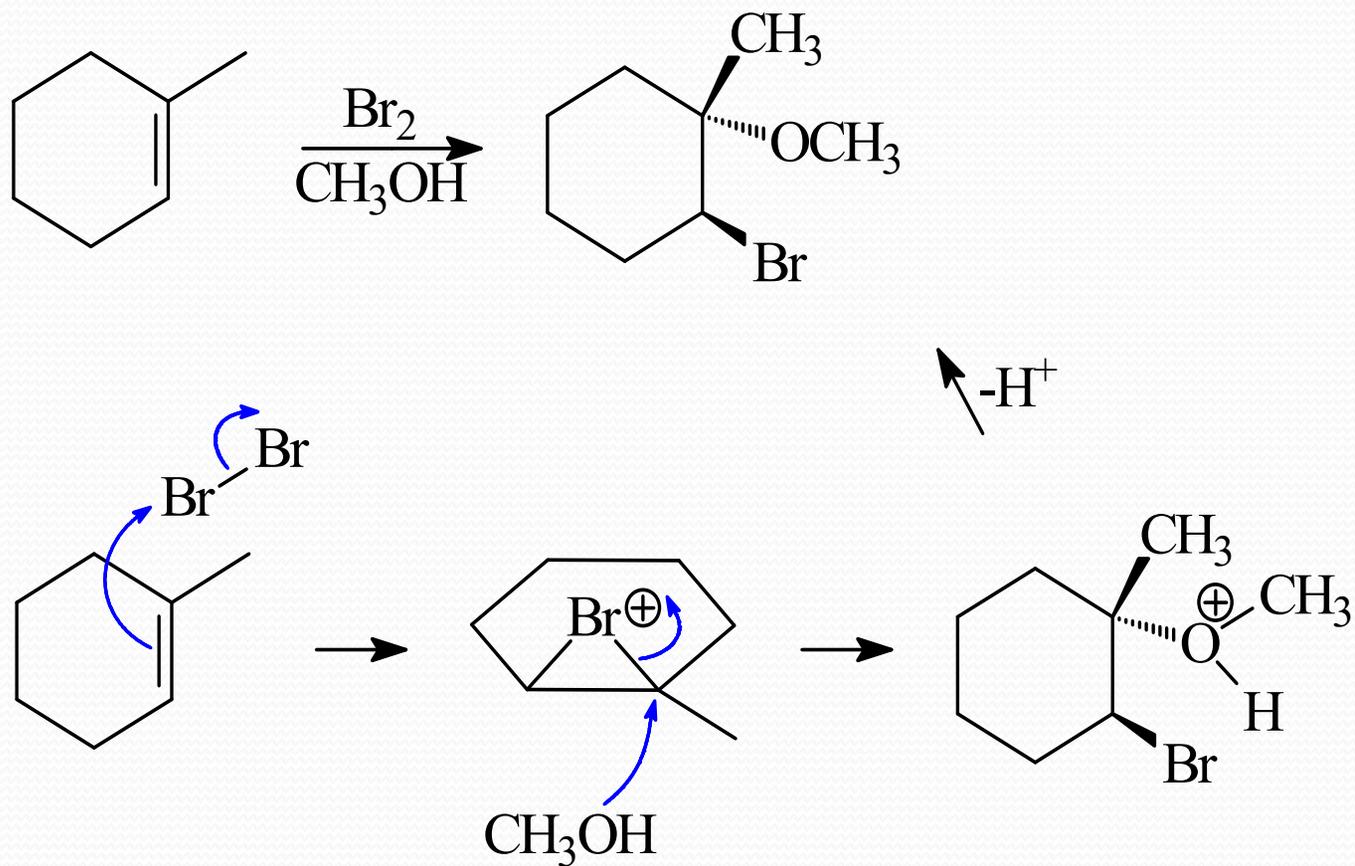


C yang lebih tersubstitusi mengemban δ^+ lebih besar, sehingga mempunyai kemampuan menarik nukleofil lebih kuat

ADISI ELEKTROFILIK

E. Pembentukan halohidrin

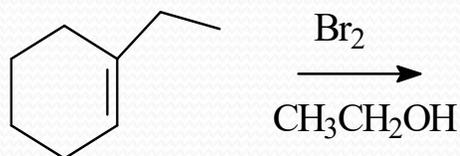
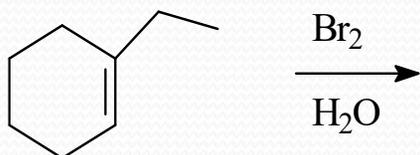
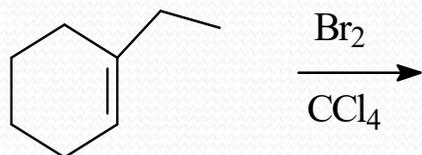
Bila terdapat nukleofil lain:



ADISI ELEKTROFILIK

E. Pembentukan halohidrin

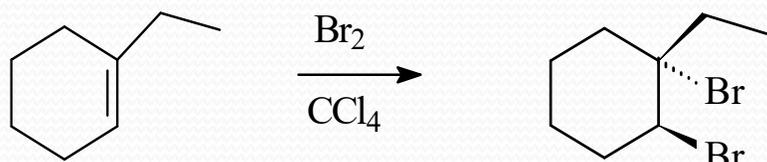
Latihan. Tunjukkan produk yang dihasilkan dengan mempertimbangkan aspek stereokimianya.



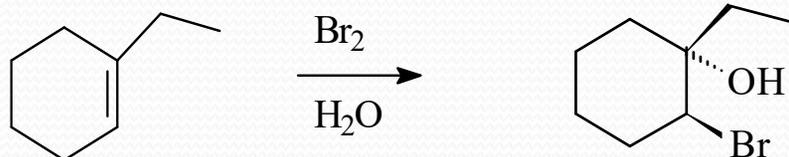
ADISI ELEKTROFILIK

E. Pembentukan halohidrin

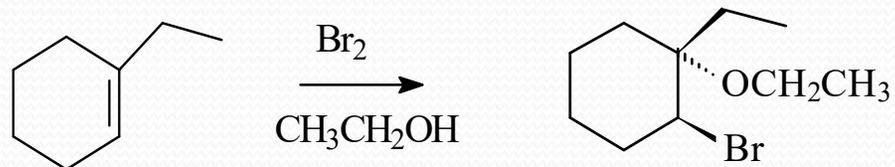
Jawaban.



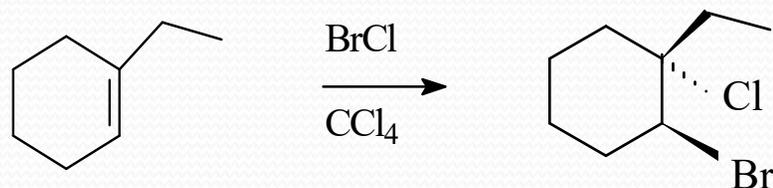
Br^- is nucleophile



H_2O is nucleophile



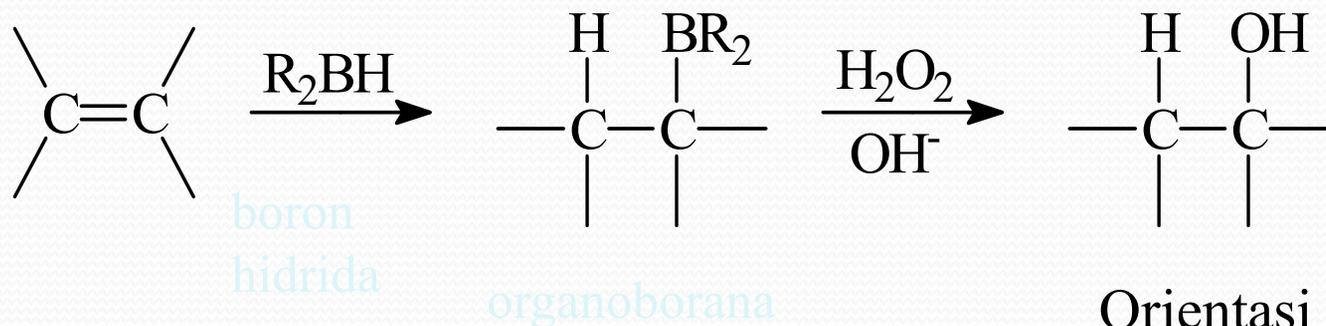
Ethanol is nucleophile



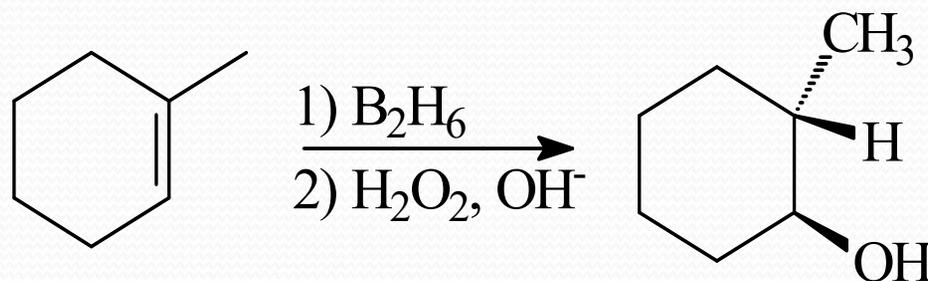
Interesting! Br^+ is electrophile, since it is less electronegative; Cl^- is nucleophile.

ADISI ELEKTROFILIK

F. Adisi Borona



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

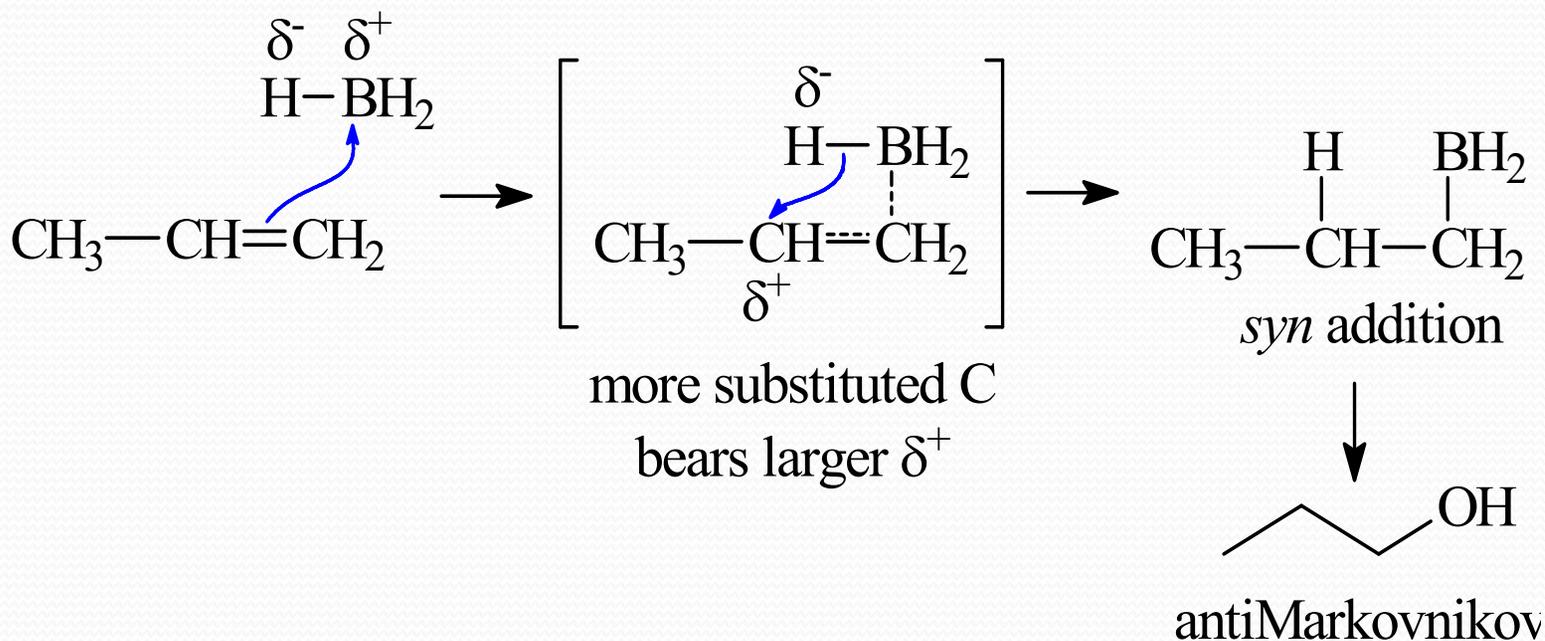
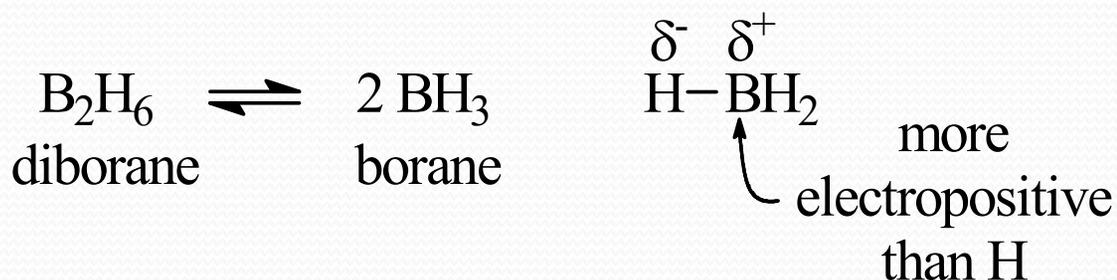


anti-Markovnikov
syn adisi

ADISI ELEKTROFILIK

F. Adisi Borona

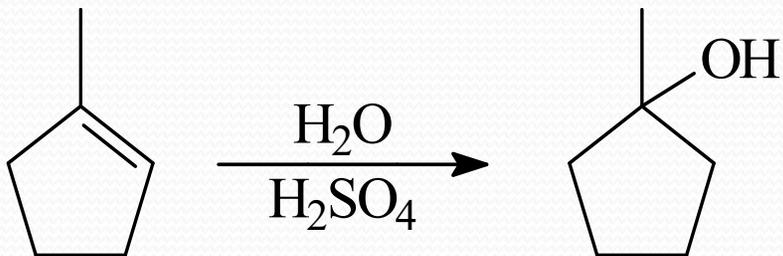
Mekanisme :



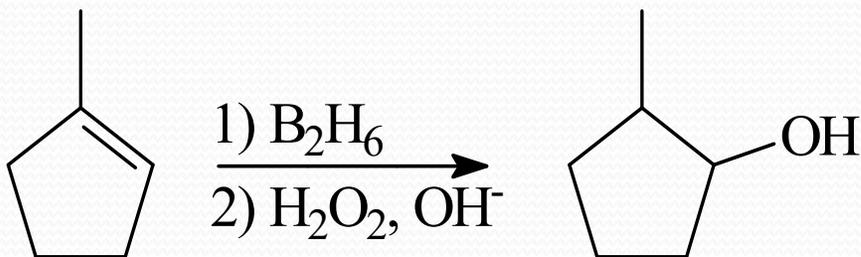
ADISI ELEKTROFILIK

Reaksi Hidrasi

Kendali regiokemikal dalam sintesis:



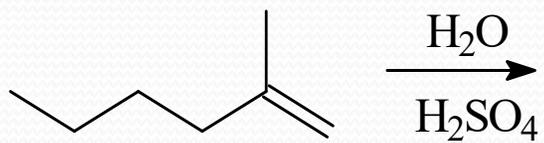
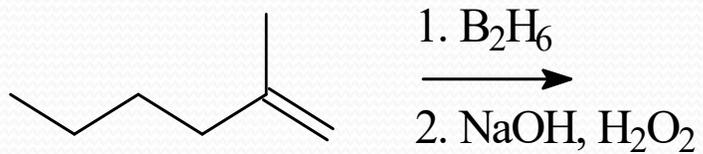
Markovnikov



antiMarkovnikov

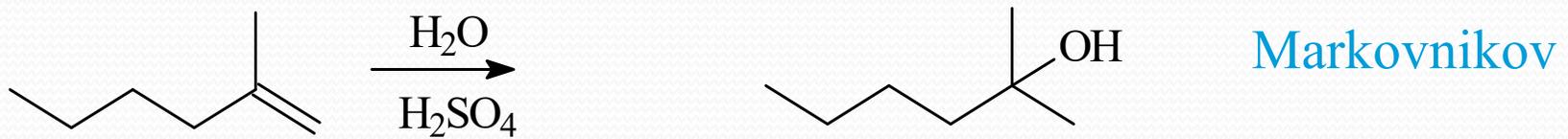
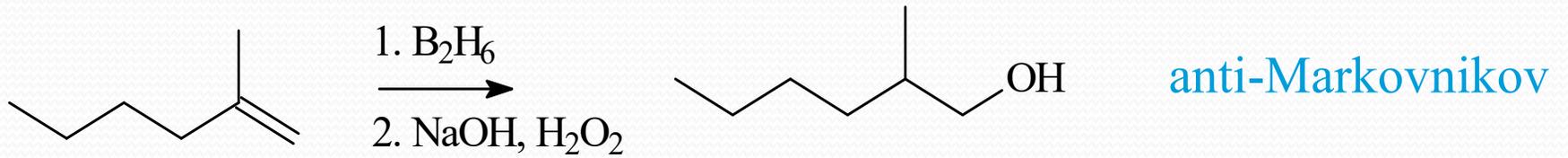
ADISI ELEKTROFILIK

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**

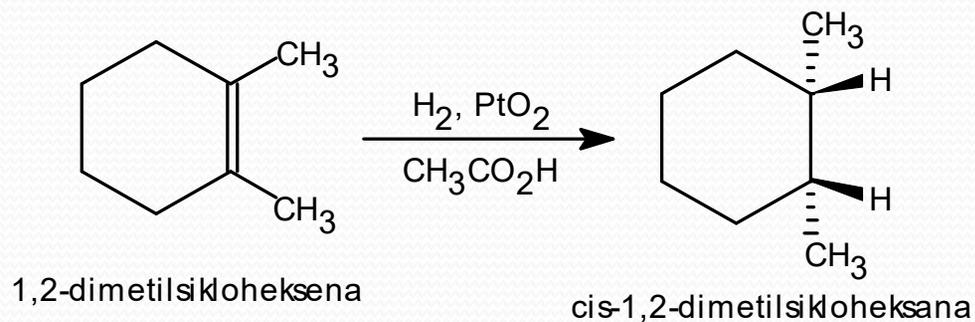
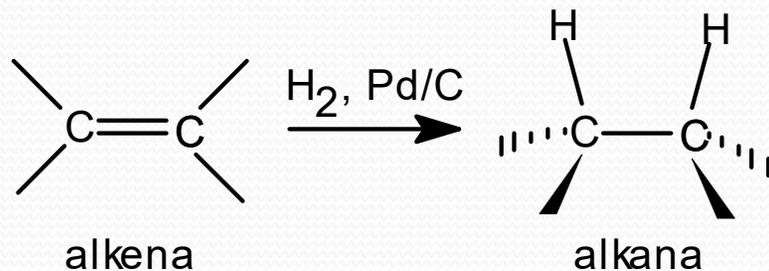


Alkuna

- Hidrogenasi
- Halogenasi
- Hidrohalogenasi
- Hidrasi

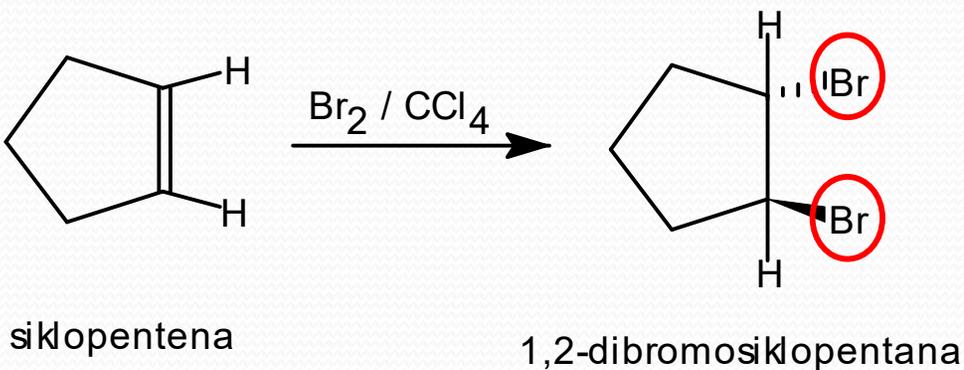
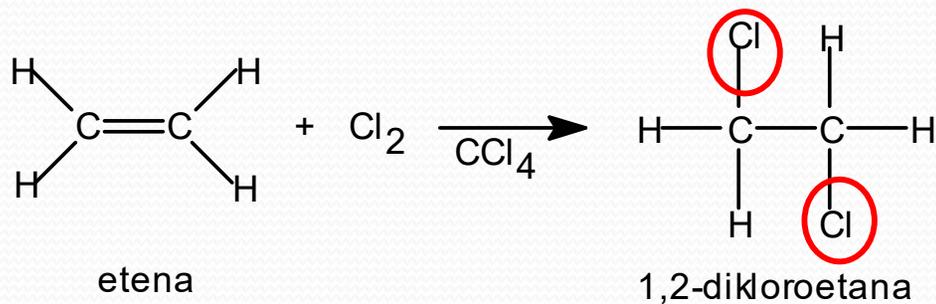
1. Reduksi Alkena (hidrogenasi)

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

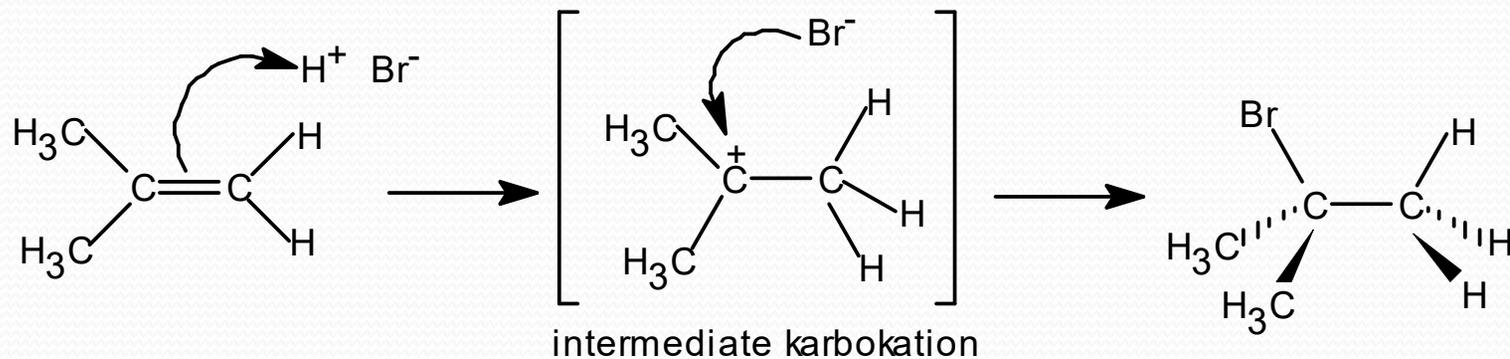


2. Adisi halogen (Halogenasi)

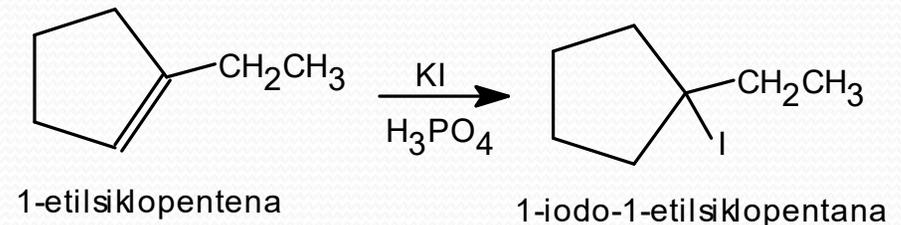
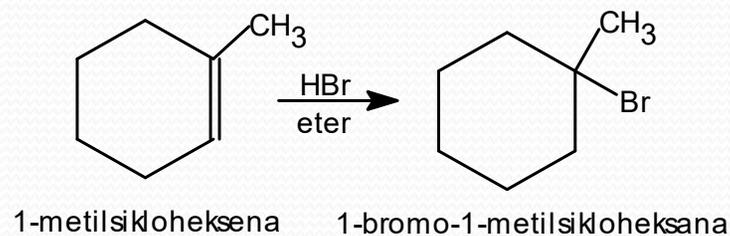
- Bromin (Br_2) dan klorin (Cl_2) mengadisi secara mudah alkena menghasilkan 1,2-dihaloalkana.
- Flourin (F_2) sangat reaktif sehingga sulit ditangani, sedangkan iodin (I_2) tidak bereaksi dengan kebanyakan alkena.



3. Adisi HX (hidrohalogenasi)



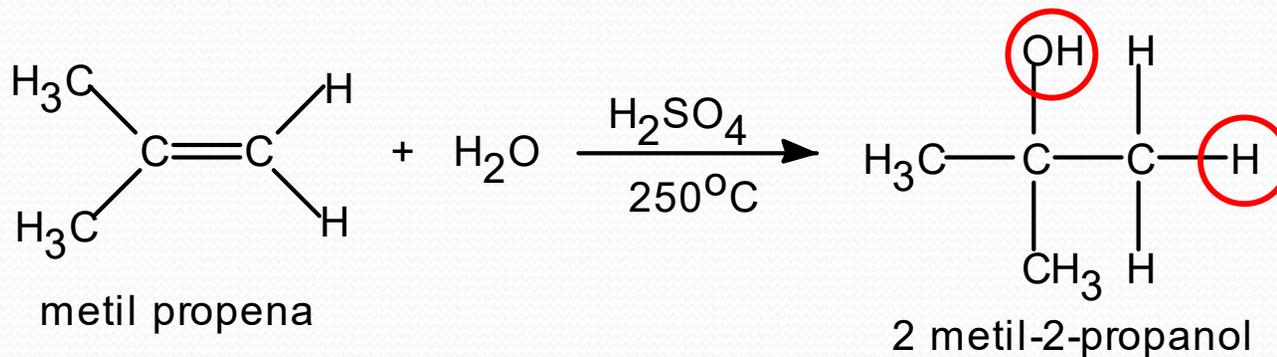
- Adisi HBr dan HCl dapat dilakukan secara langsung dalam pelarut eter, sedangkan adisi HI walaupun bisa secara langsung, akan lebih baik menggunakan campuran kalium iodida dengan asam phosfat.



- Produk mengikuti aturan Markovnikov

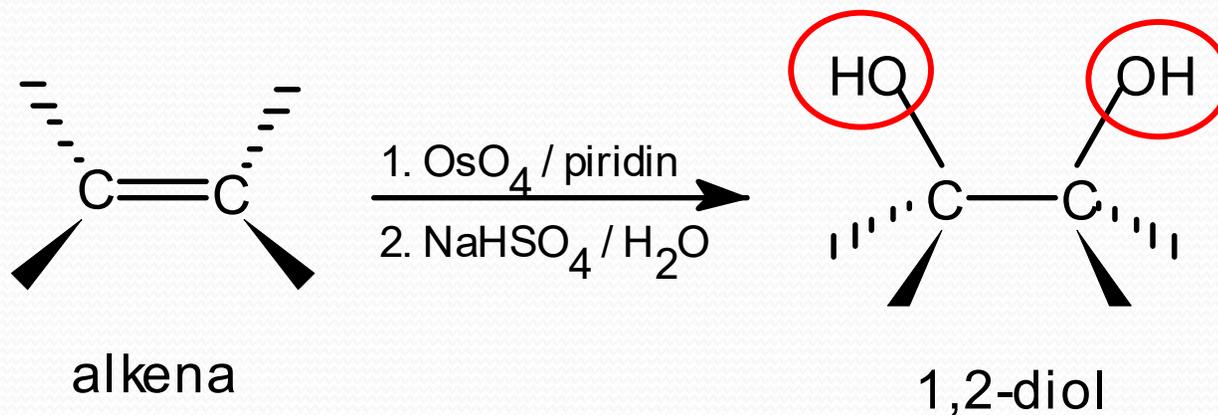
Hidrasi alkena

- 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.



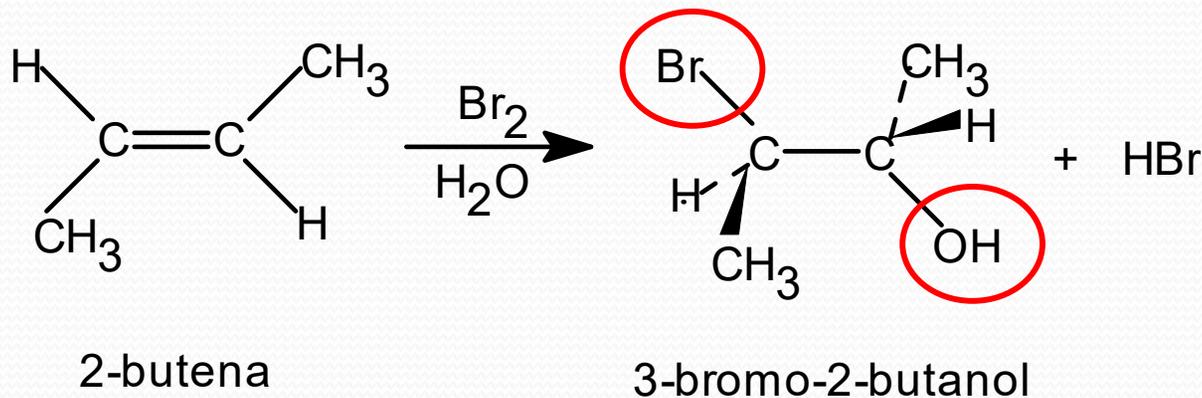
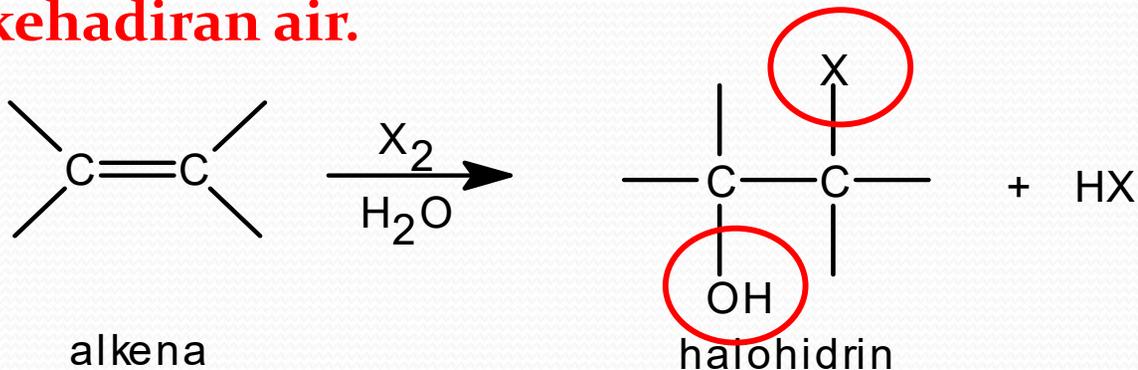
Hidroksilasi Alkena

- **Hidroksilasi** merupakan reaksi penambahan (**adisi**) gugus **-OH** pada kedua karbon yang **berikatan rangkap**.
- Hidroksilasi dapat dilangsungkan dengan mereaksikan alkena dengan **osmium tetroksida (OsO_4)** menghasilkan 1,2 diol atau glikol.



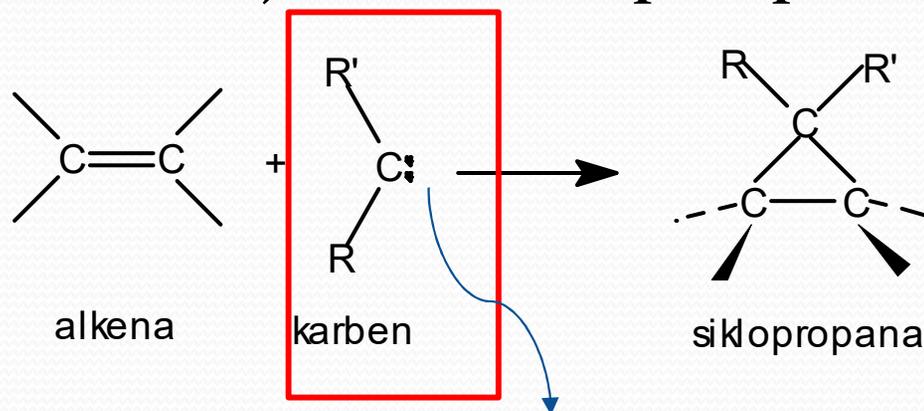
Adisi pembentukan **halohidrin**

- 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 Br₂ atau Cl₂ 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

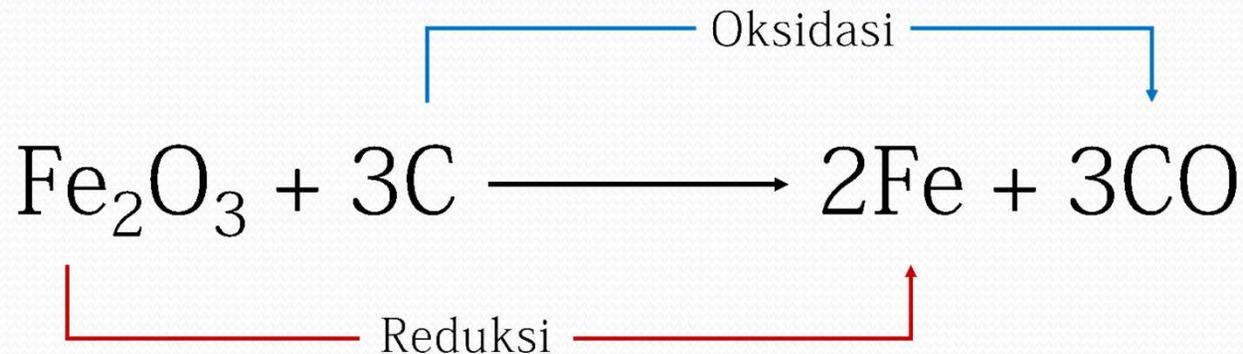
- **Oksidasi** menjelaskan **pelepasan elektron** oleh sebuah molekul, atom, atau ion dan terjadi peningkatan bilangan oksidasi
- **Reduksi** menjelaskan **penambahan elektron** oleh sebuah molekul, atom, atau ion dan terjadi penurunan bilangan oksidasi

Pengertian konsep reaksi reduksi-oksidasinya 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

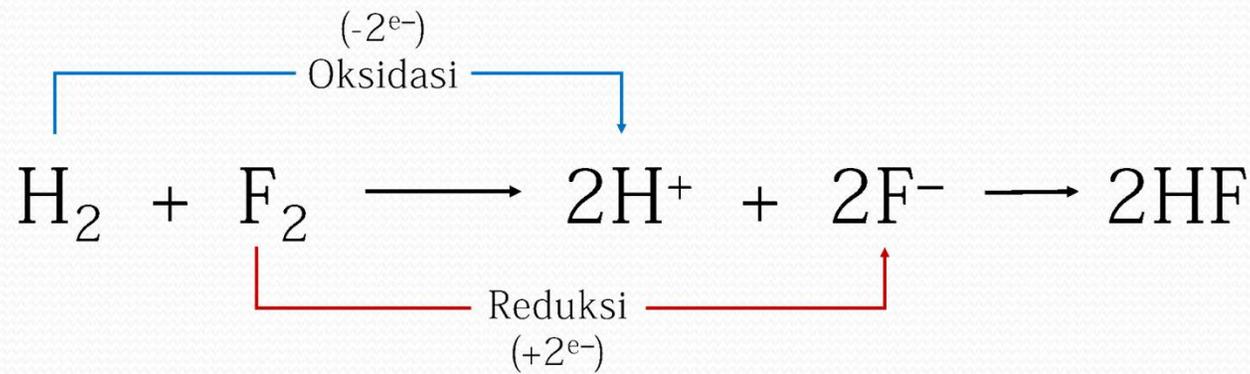
- **Reduksi** adalah reaksi pelepasan oksigen dari suatu senyawa. **Reduktor** adalah zat yang menarik/mengikat oksigen pada reaksi reduksi atau zat yang mengalami reaksi oksidasi.
- **Oksidasi** adalah reaksi pengikatan (penggabungan) oksigen oleh suatu zat. **Oksidator** adalah sumber oksigen pada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



Fe_2O_3 melepaskan/memberikan oksigen kepada C dan membentuk Fe, sedangkan C mengikat/menangkap oksigen dari Fe_2O_3 dan membentuk CO. Dengan demikian, Fe_2O_3 mengalami reduksi atau sebagai oksidator, sedangkan C mengalami oksidasi atau sebagai reduktor.

Redoks Berdasarkan Pengikatan dan Pelepasan Elektron

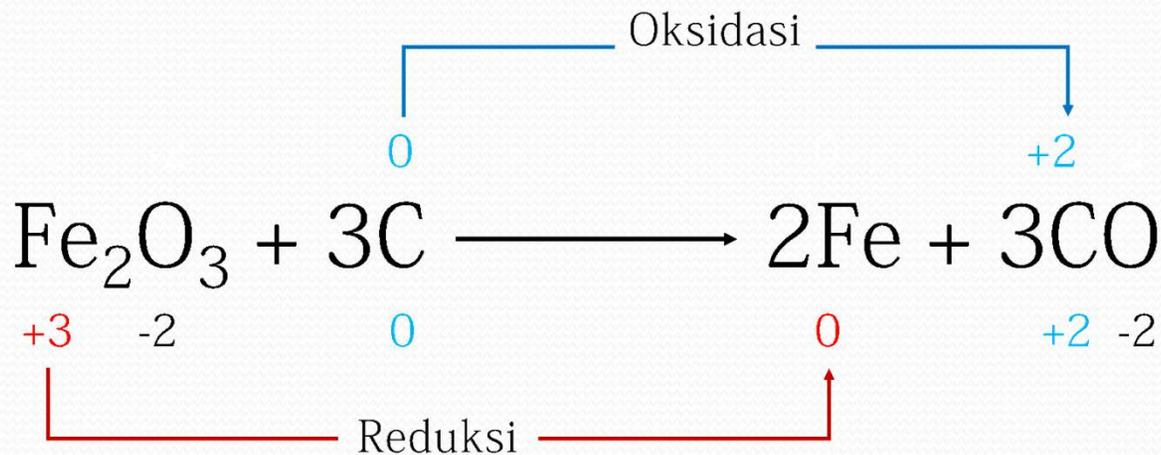
- **Reduksi** adalah reaksi pengikatan elektron. **Reduktor** adalah zat yang melepaskan electron atau zat yang mengalami oksidasi.
- **Oksidasi** adalah reaksi pelepasan elektron. **Oksidator** adalah Zat yang mengikat electron atau zat yang mengalami reduksi.



Untuk membentuk senyawa hidrogen fluorida, molekul H_2 melepaskan 2 elektron menjadi 2H^+ : $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$, sedangkan molekul F_2 menangkap/mengikat 2 elektron menjadi 2F^- : $\text{F}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{F}^-$. Dengan demikian: H_2 mengalami oksidasi atau sebagai reduktor, sedangkan F_2 mengalami reduksi atau sebagai oksidator.

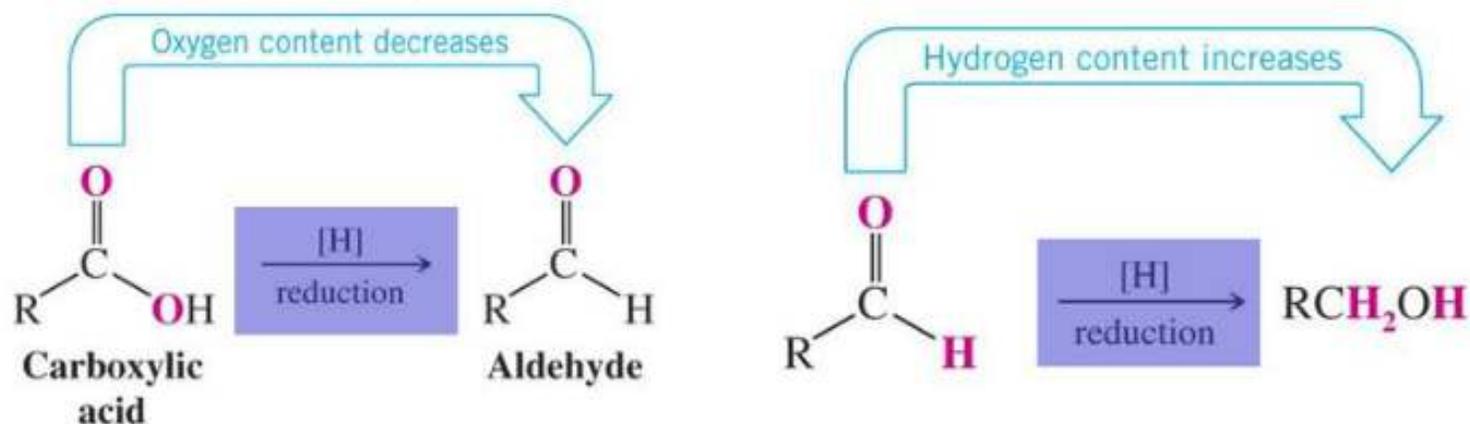
Redoks Berdasarkan Pertambahan dan Penurunan Bilangan Oksidasi

- **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.



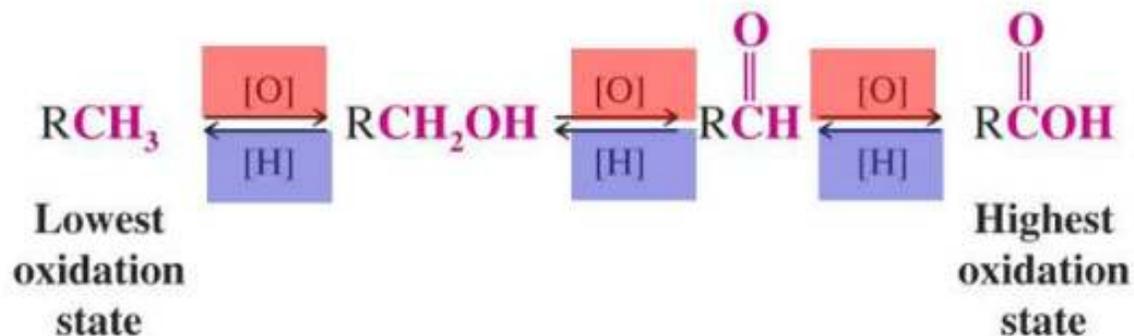
◆ Oxidation-Reduction Reactions in Organic Chemistry

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



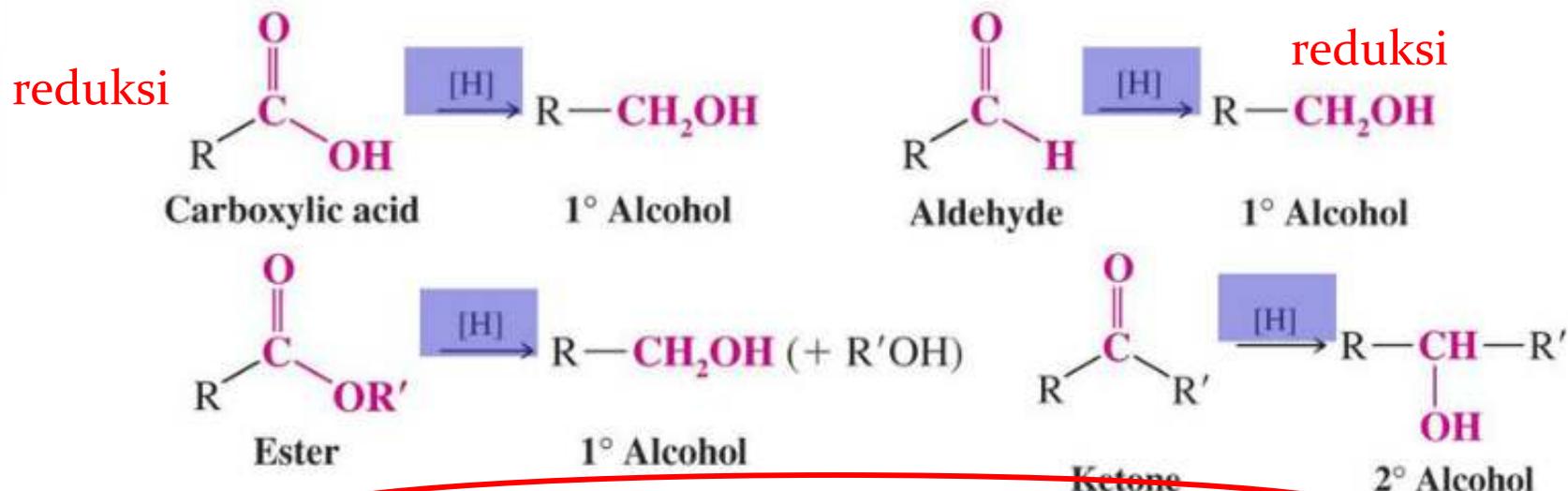
→ **Oxidation**: increasing the oxygen content or decreasing the hydrogen content of an organic molecule

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



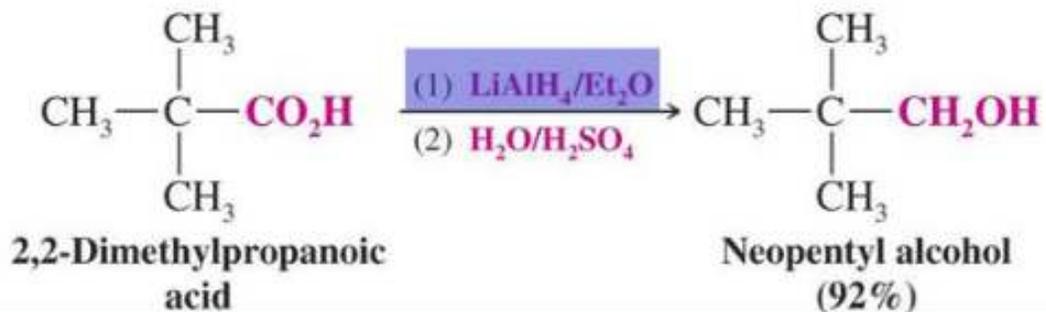
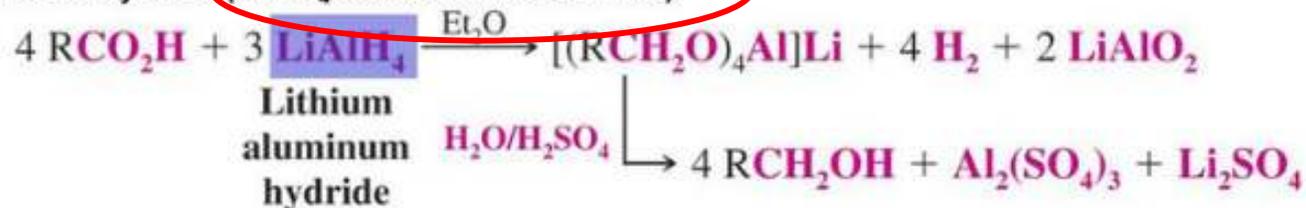
◆ Alcohols by Reduction of Carbonyl Compounds

→ A variety of carbonyl compounds can be reduced to alcohols



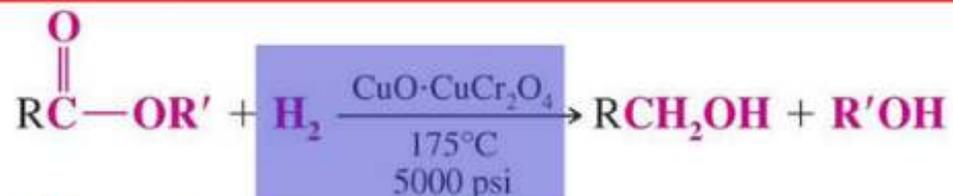
→ Carboxylic acids can be reduced to primary alcohols

⚠ These are difficult reductions and require the use of powerful reducing agents such as lithium aluminum hydride (LiAlH₄ also abbreviated LAH)



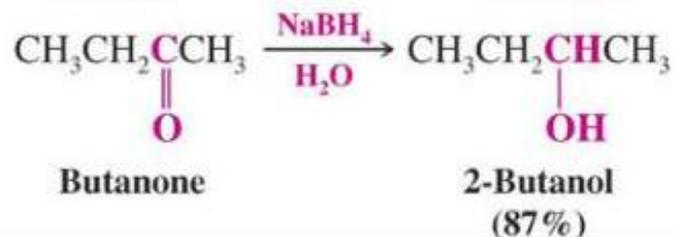
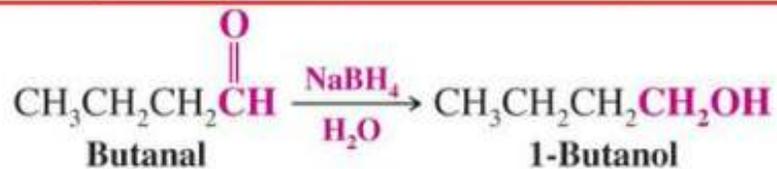
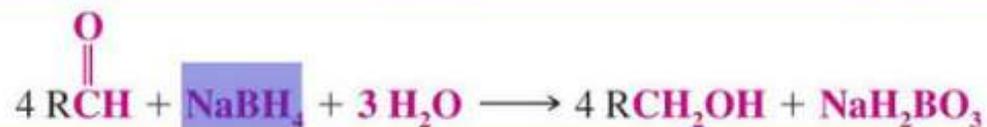
→ Esters are also reduced to primary alcohols

- ⚡ LAH or high pressure hydrogenation can accomplish this transformation

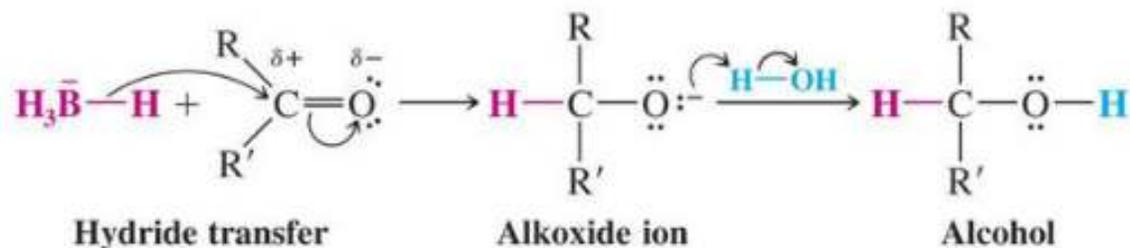


→ Aldehydes and ketones are reduced to 1° and 2° alcohols respectively

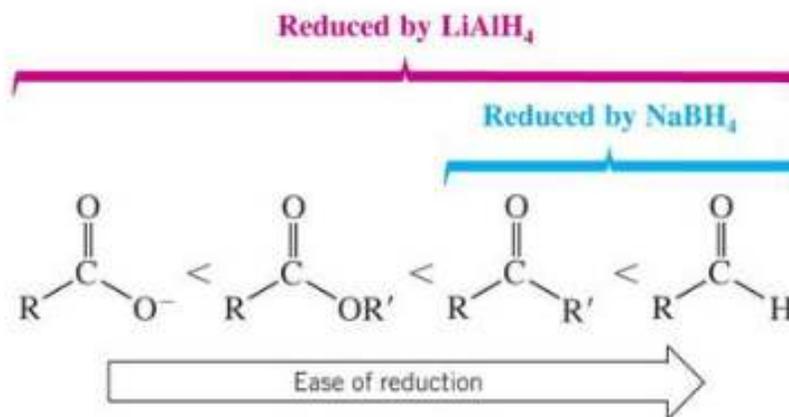
- ⚡ Aldehydes and ketones are reduced relatively easily; the mild reducing agent sodium borohydride (NaBH_4) is typically used
- ⚡ LAH and hydrogenation with a metal catalyst can also be used



→ 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

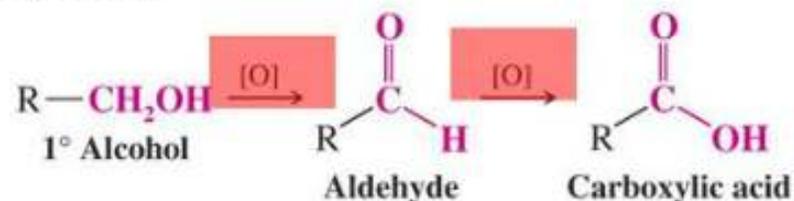
- ⌘ Sodium borohydride is considerably less reactive and can be used in solvents such as water or an alcohol

◆ Oxidation of Alcohols

● Oxidation of Primary Alcohols to Aldehydes

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

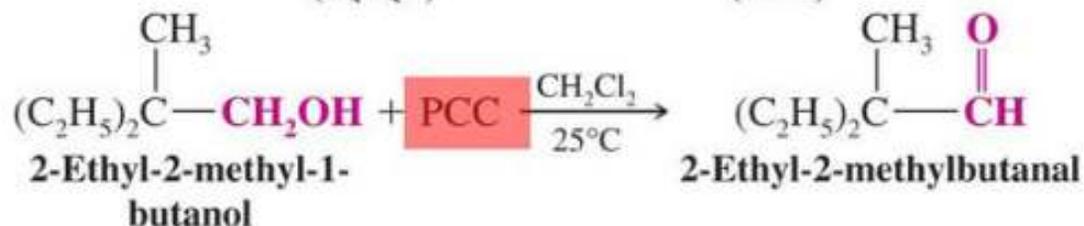
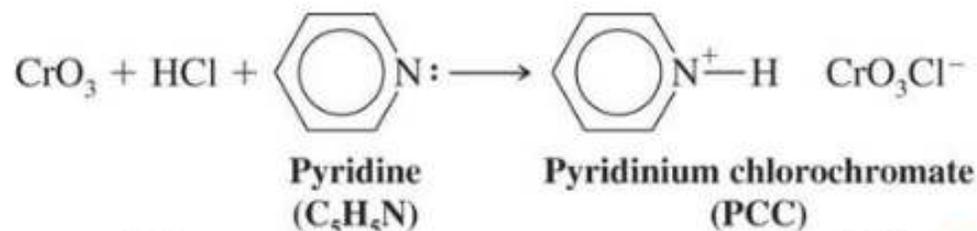
⌘ The oxidation is difficult to stop at the aldehyde stage and usually proceeds to the carboxylic acid



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

⌘ PCC is made from chromium trioxide under acidic conditions

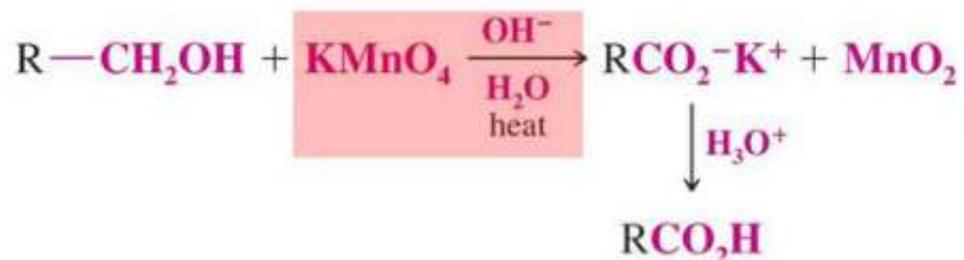
⌘ It is used in organic solvents such as methylene chloride (CH_2Cl_2)



● Oxidation of Primary Alcohols to Carboxylic Acids

→ Potassium permanganate (KMnO_4) is a typical reagent used for oxidation of a primary alcohol to a carboxylic acid

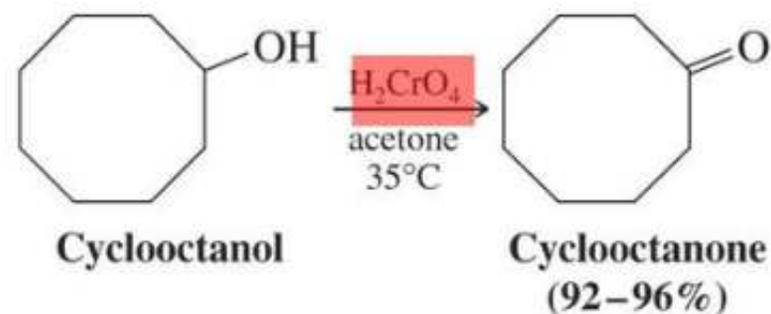
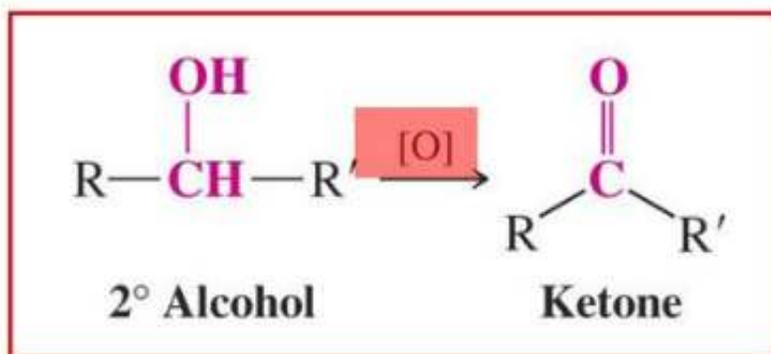
⚡ The reaction is generally carried out in aqueous solution; a brown precipitate of MnO_2 indicates that oxidation has taken place



● Oxidation of Secondary Alcohols to Ketones

→ Oxidation of a secondary alcohol stops at the ketone

⚡ Many oxidizing agents can be used, including chromic acid (H_2CrO_4) and Jones reagent (CrO_3 in acetone)



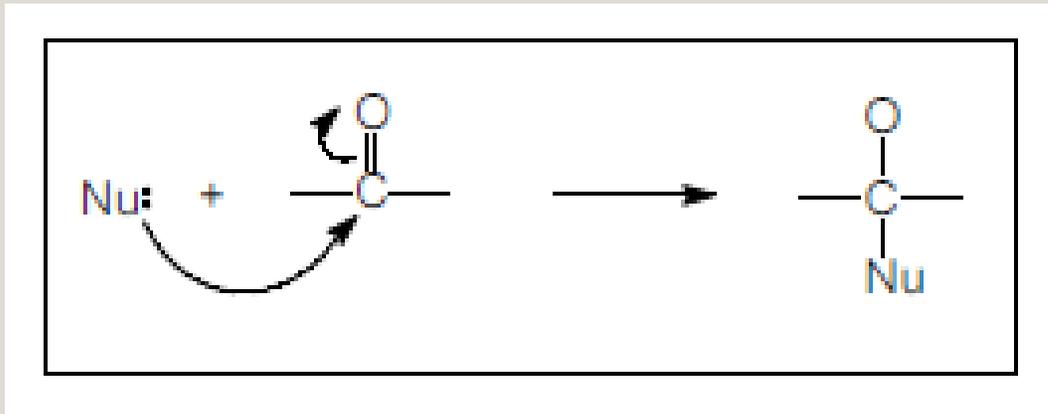
REAKSI KONDENSASI



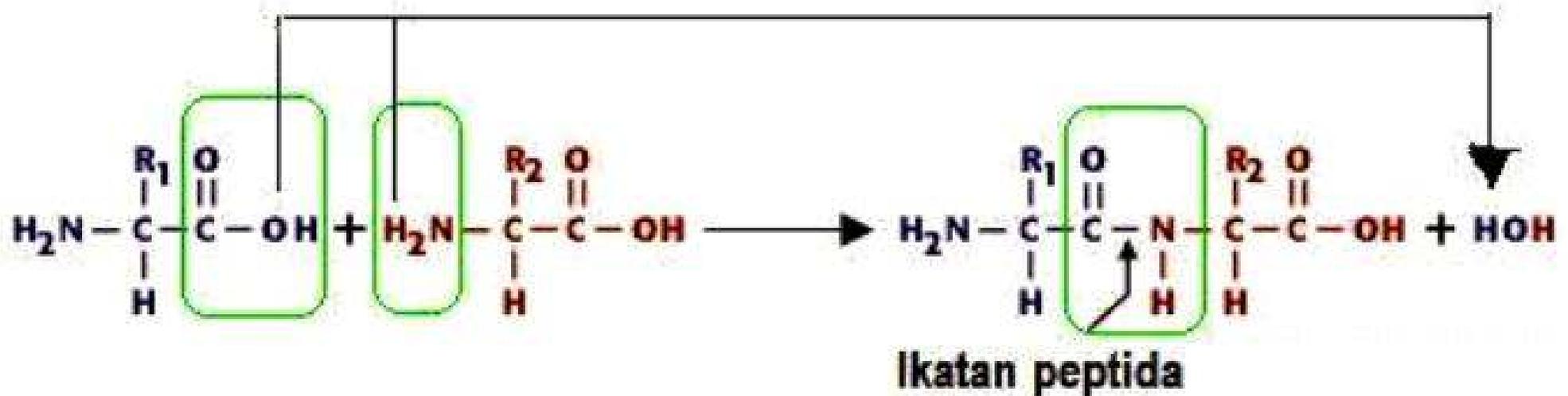
REAKSI KONDENSASI

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

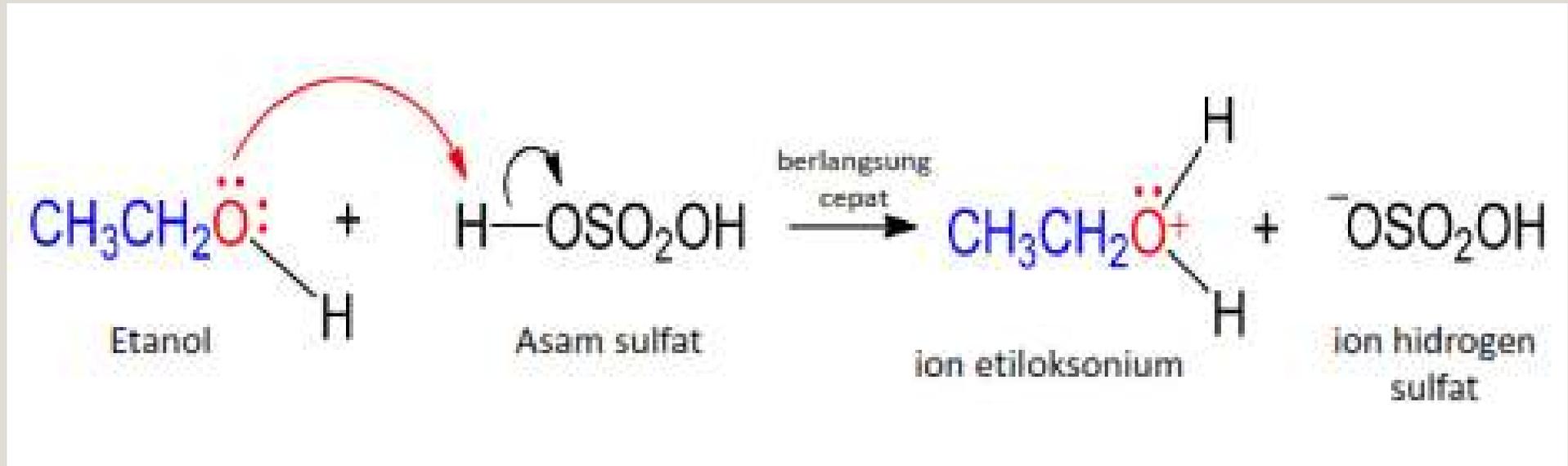
Mekanisme reaksi dalam 3 tahap:

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.

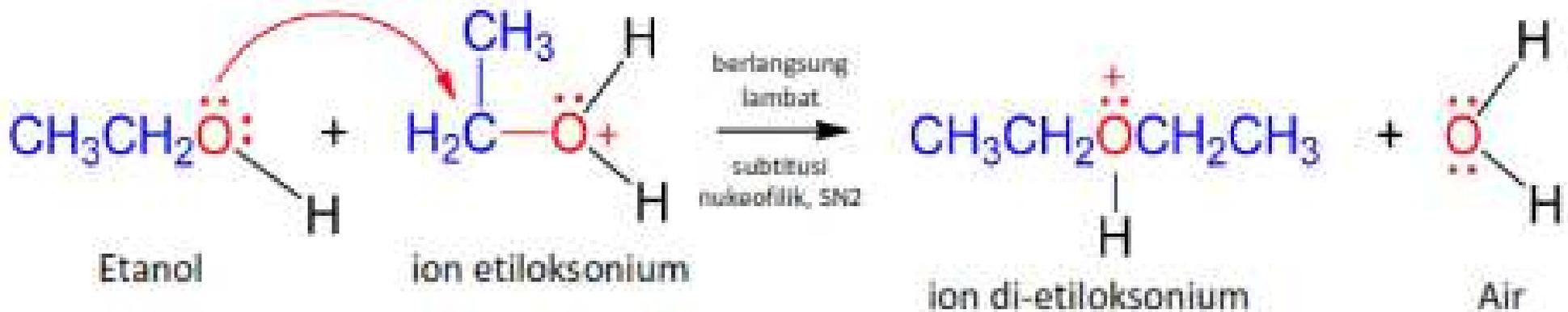
transfer proton dari katalis ke **oksigen pada alcohol** untuk membentuk **ion alkiloksonium**



MEKANISME REAKSI KONDENSASI

Tahap 2.

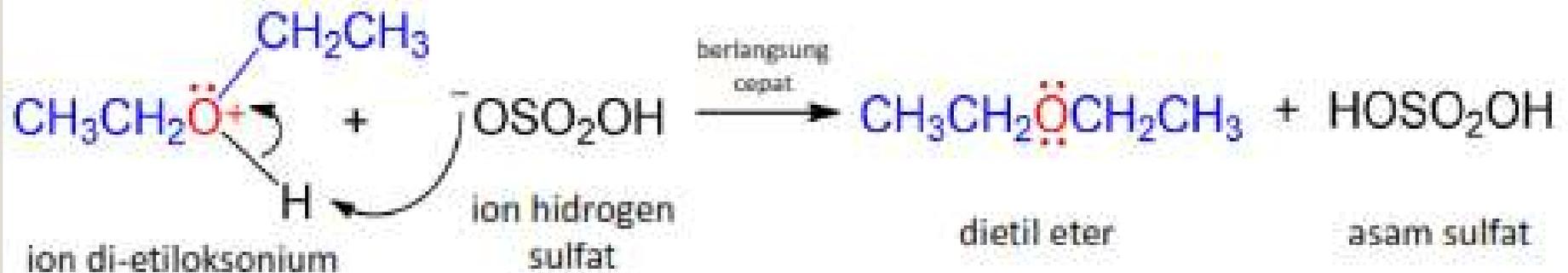
Tahap kedua ialah serangan nukleofilik dari molekul alkohol ke ion alkiloksonium dari tahap pertama.



MEKANISME REAKSI KONDENSASI

Tahap 3.

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



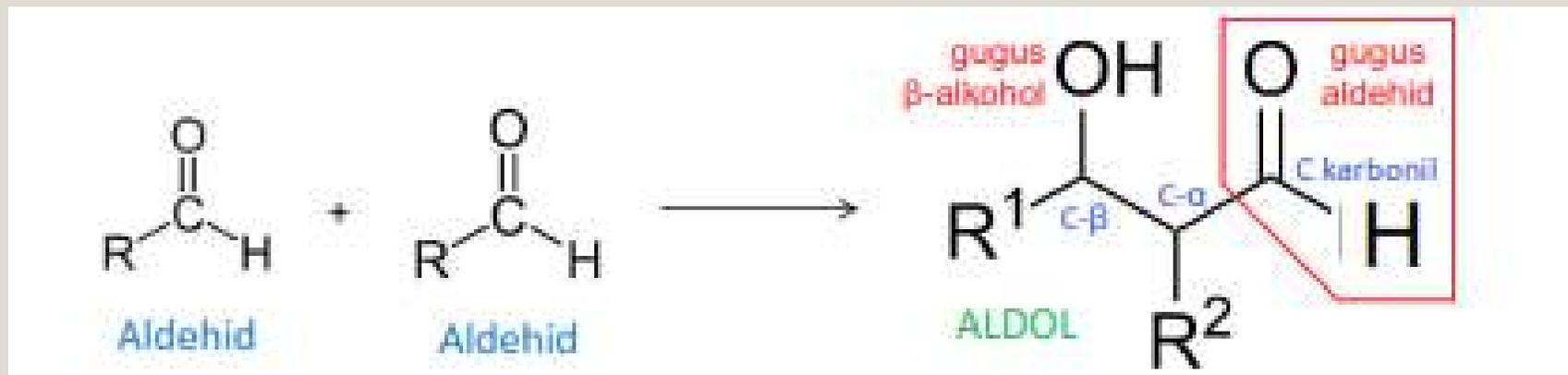
KONDENSASI ALDOL

- 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)



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 βhidroksialdehida, yaitu aldehida-alcohol atau aldol.

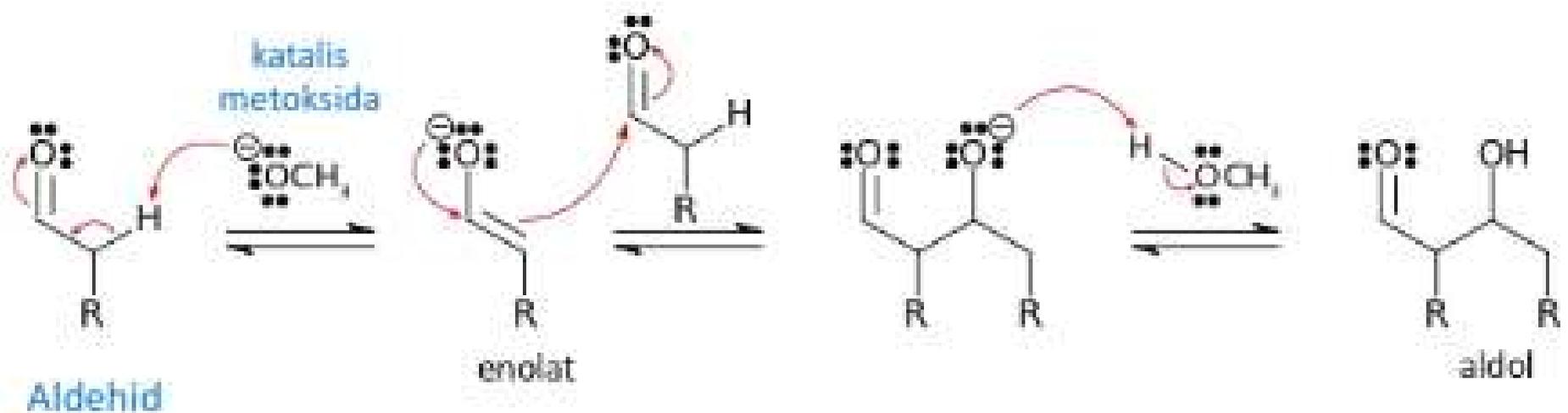


- Reaksi kondensasi aldol dapat menggunakan katalis asam maupun basa.

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

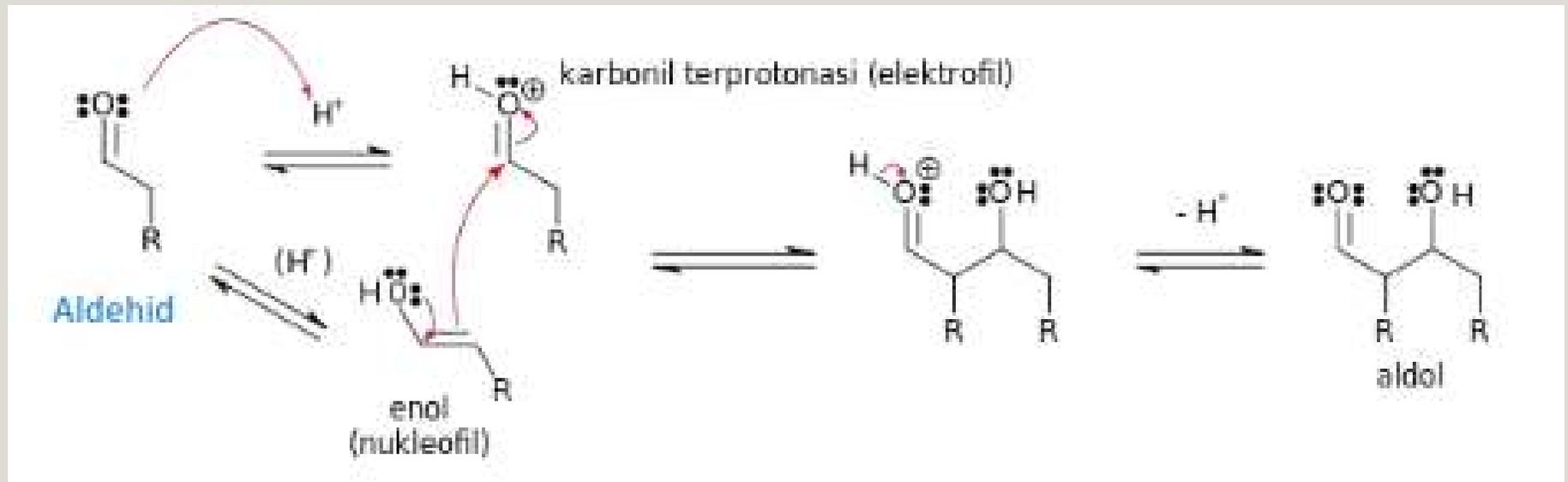
Contoh katalis basa:

- OCH_3 (metoksida)



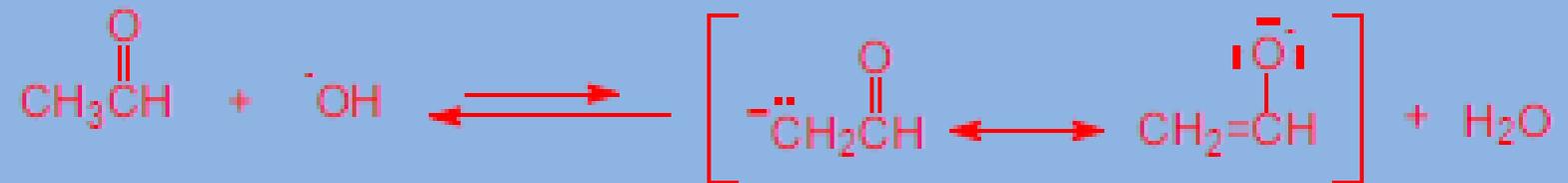
Mekanisme untuk kondensasi aldol dengan katalis asam, menghasilkan intermediet (senyawa antara) enol.

Katalis asam: H^+



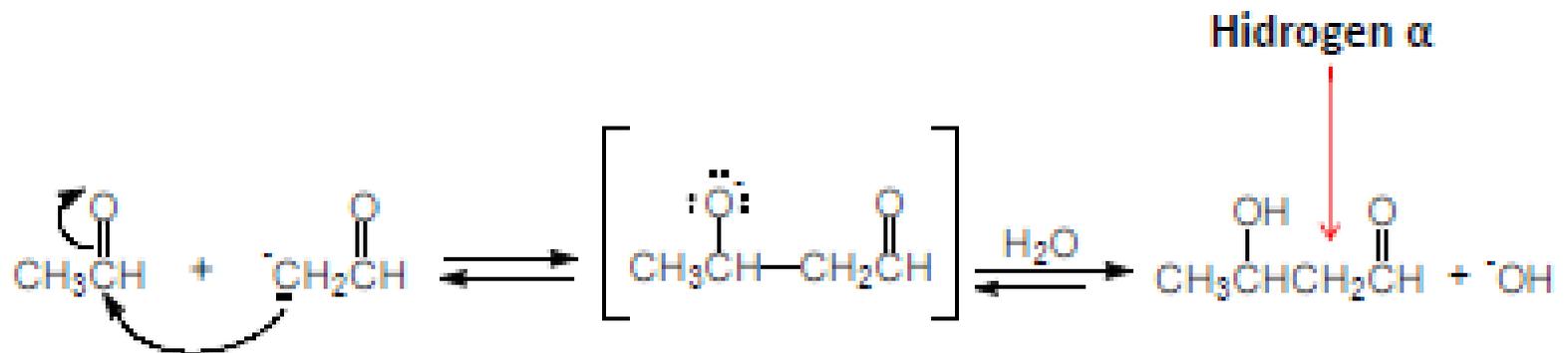
MEKANISME REAKSI

1. Pembentukan ion enolat :



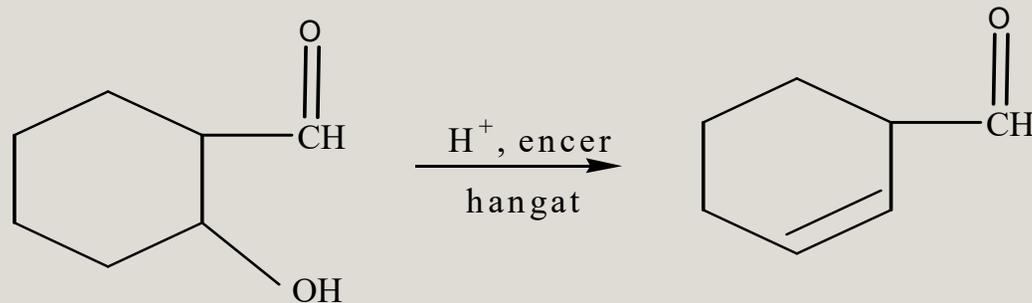
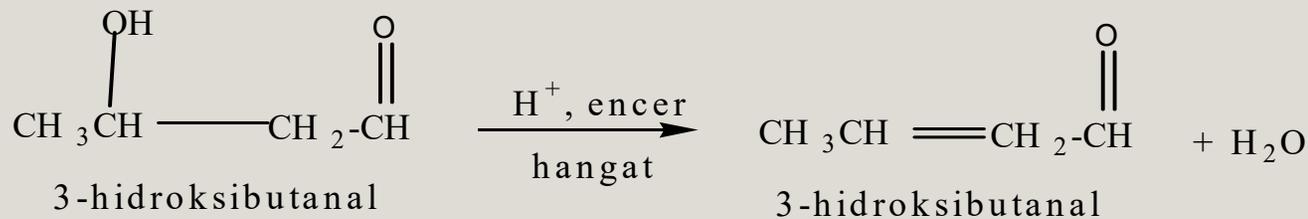
struktur resonansi ion enolat

2. Ion enolat bereaksi dengan molekul aldehida lain :

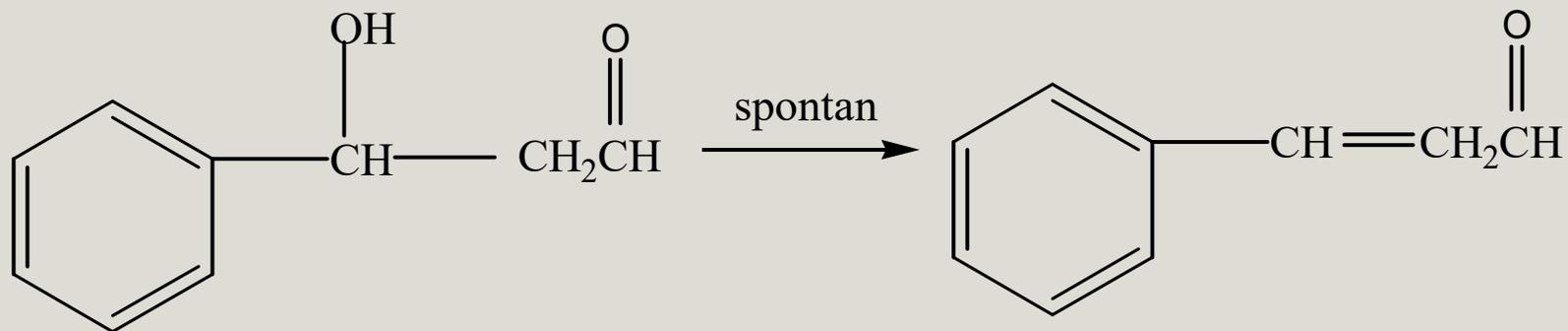


DEHIDRASI ALKOHOL

➤ Senyawa karbonil β-hidroksi, spt aldol, mudah mengalami dehidrasi, karena ikatan rangkap produk berkonjugasi dengan gugus karbonilnya.



-
- Dehidrasi akan berlangsung spontan jika menghasilkan produk dengan ikatan rangkap yang berkonjugasi dengan cincin aromatik

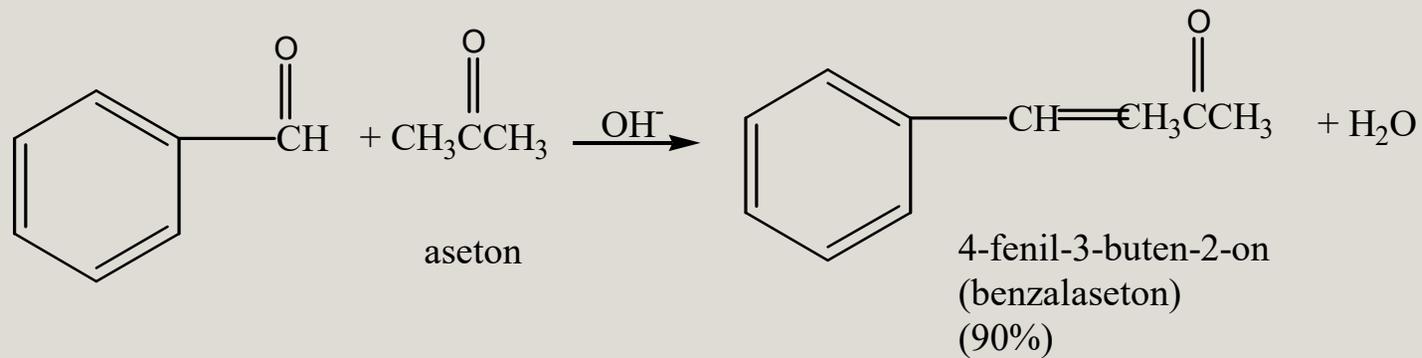
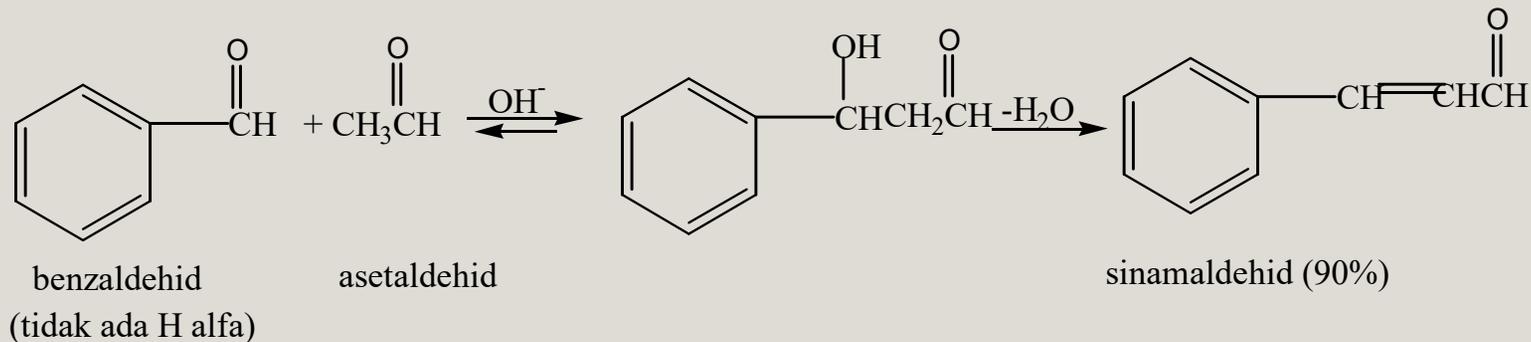


3-hidroksi-3-fenilpropanal

3-fenilpropenal (sinamaldehyd)

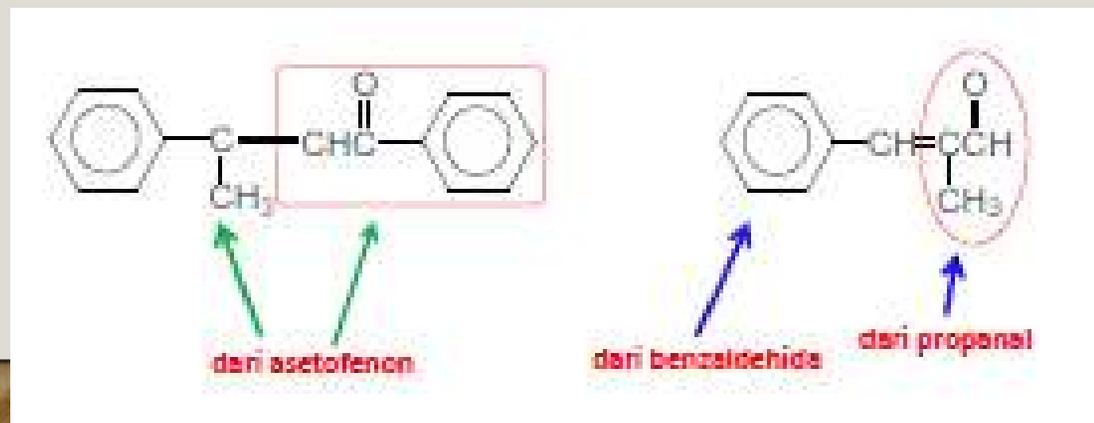
KONDENSASI ALDOL SILANG/CAMPURAN

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



SINTESIS DENGAN MENGGUNAKAN KONDENSASI ALDOL

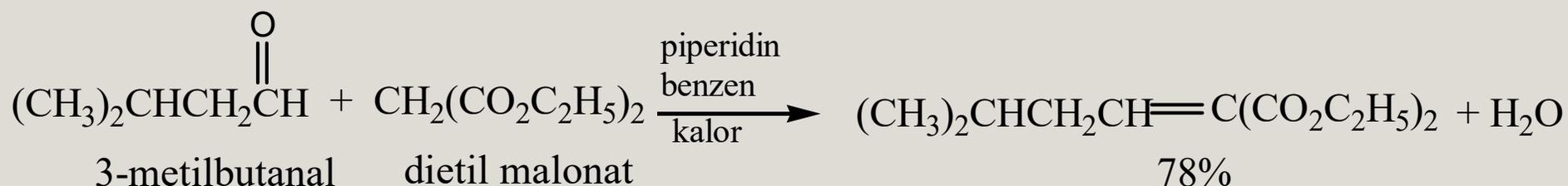
- Dalam kondensasi aldol dihasilkan 2 tipe produk, yaitu aldehida atau keton β -hidroksi serta aldehida atau keton tak jenuh- α,β
- Pemilihan bahan awal (aldehid atau keton) difungsikan untuk menentukan bahan mana yang akan disintesis.



REAKSI-REAKSI YANG BERHUBUNGAN DENGAN KONDENSASI ALDOL

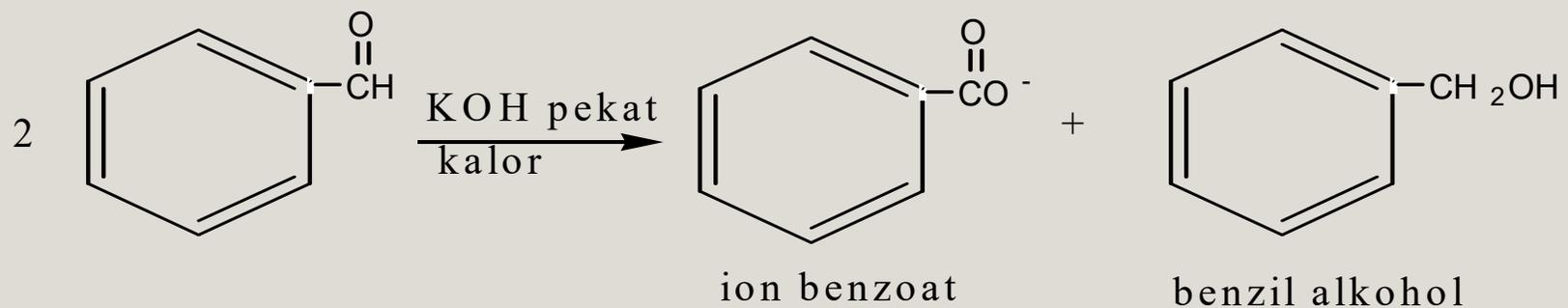
Kondensasi Knoevenagel:

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



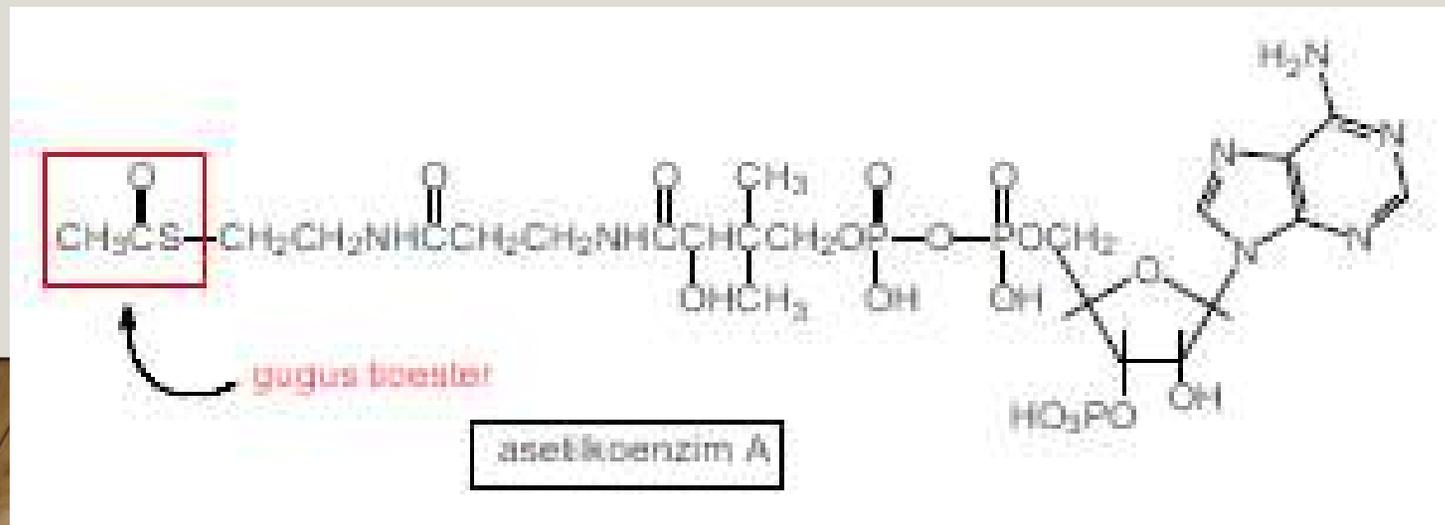
REAKSI CANNIZARO

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



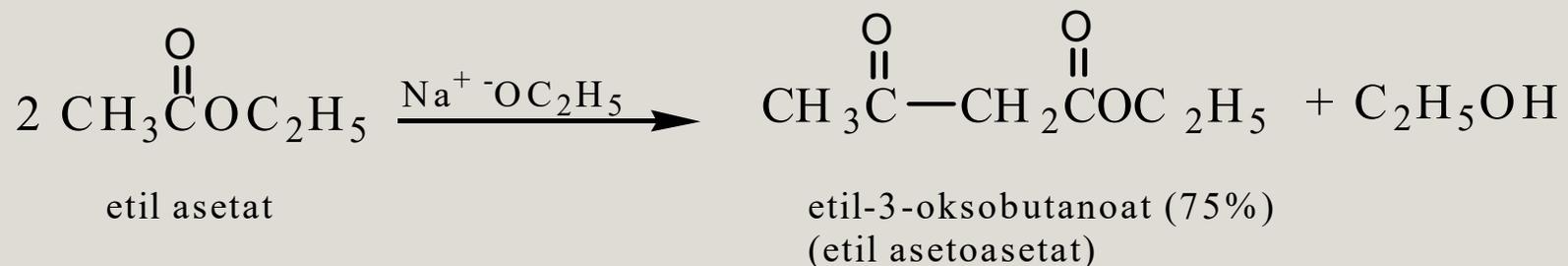
SUATU KONDENSASIT IPE ALDOL BIOLOGIS

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



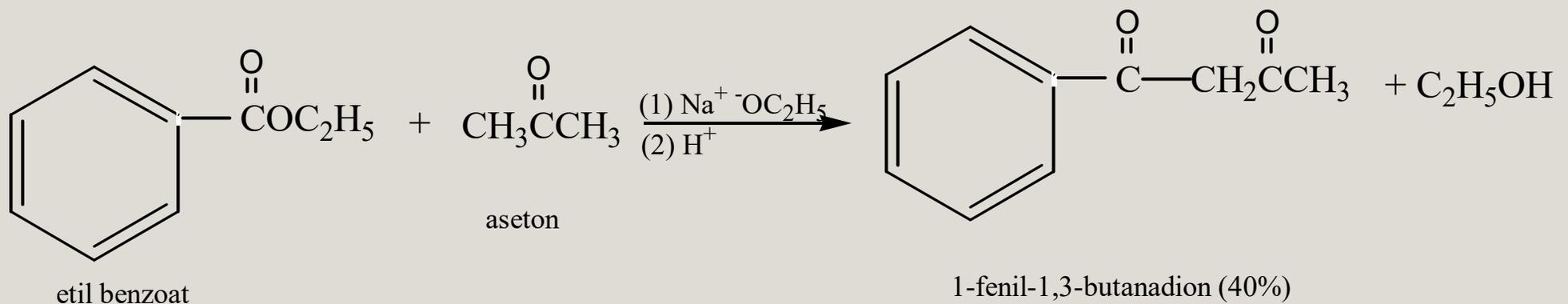
KONDENSASI ESTER

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



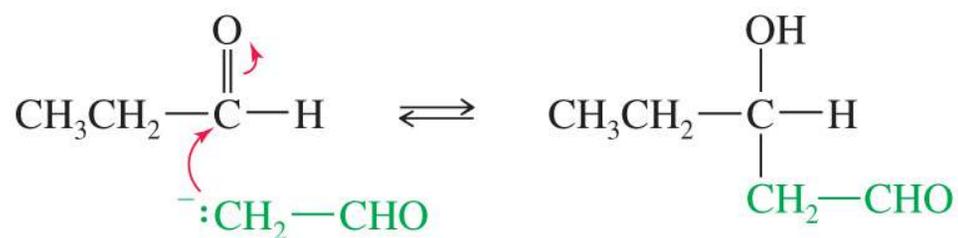
KONDENSASI CLAISEN SILANG

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

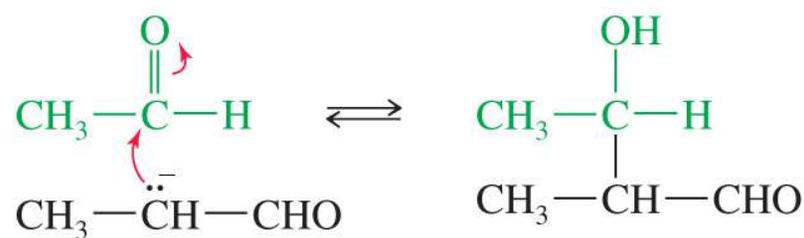


KONDENSASI ALDOL SILANG

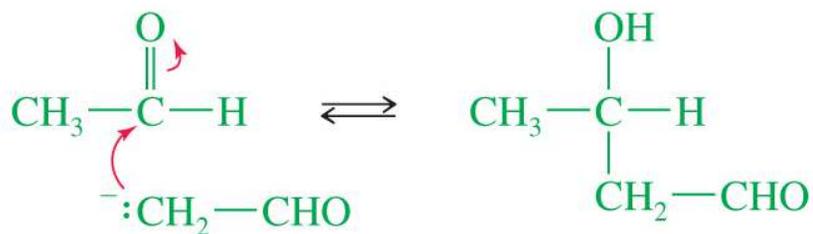
Enolate of ethanal adds to propanal



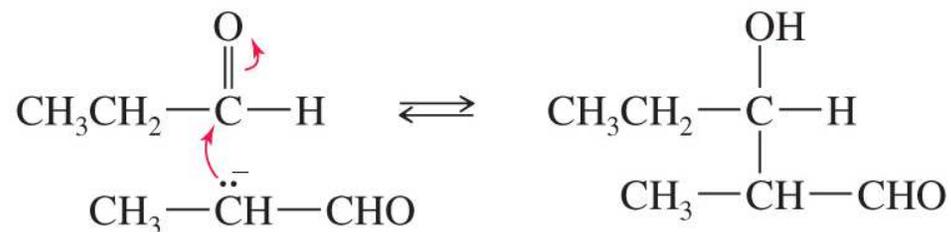
Enolate of propanal adds to ethanal



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.

TERIMA KASIH

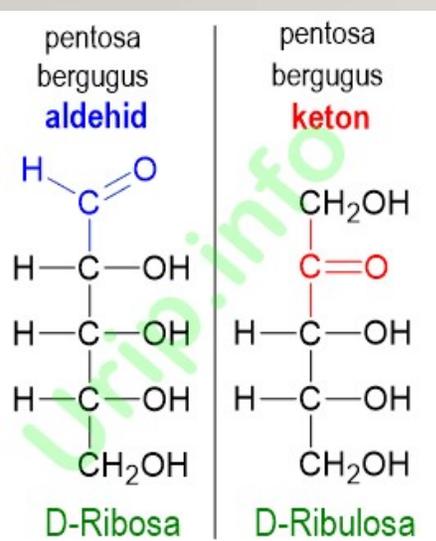


REAKSI SAKARIDA/KARBOHIDRAT, ASAM AMINO, DAN PROTEIN

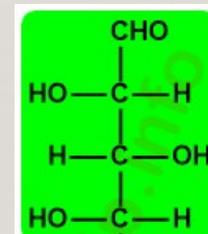
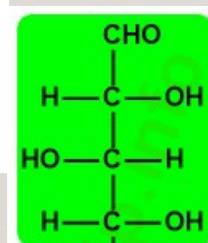
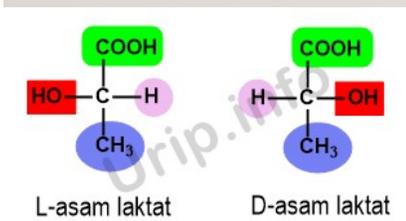


PROYEKSI FISHER

- Dalam molekul organik yang memiliki C kiral di kenal jenis isomer dekstro **D** (*dextorotary* = memutar cahaya terpolarisasi ke arah kanan) dan levo **L** (*levorotary* = memutar cahaya terpolarisasi ke arah kiri)
- Perlu pemahaman aturan penggambaran molekul menurut **proyeksi Fischer**. Pada molekul karbohidrat gugus fungsi (**gugus aldehid atau keton**) selalu ditempatkan di bagian atas dengan kerangka atom C diposisikan secara vertikal.



Atom C kiral adalah atom C yang mengikat 4 gugus yang berlainan

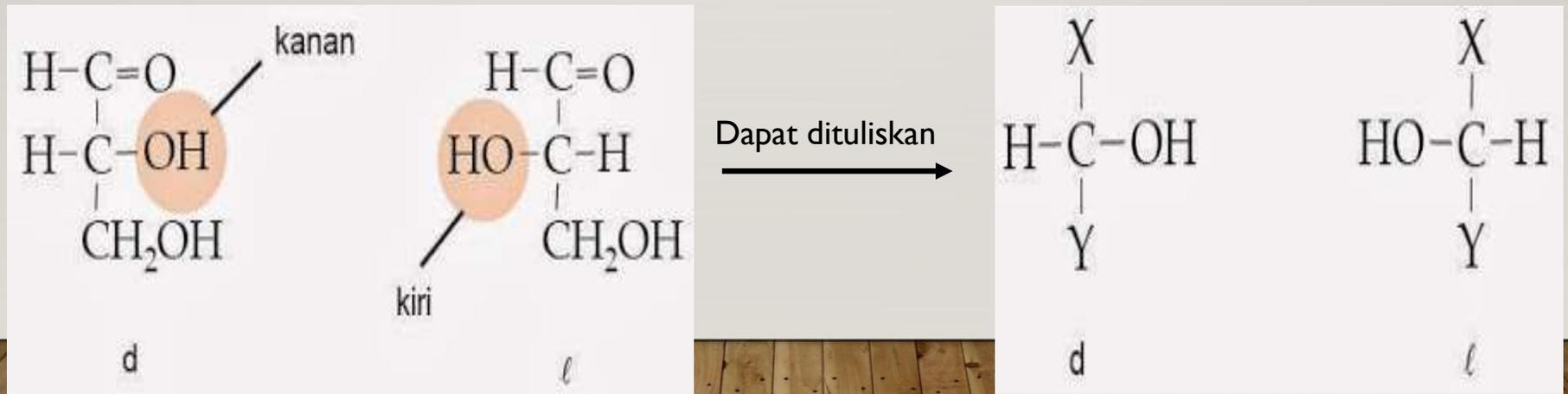


Proyeksi Fischer bila gugus -OH (pada contoh Gambar-1 -OH diberi warna latar merah) terletak di sisi kanan dari kerangka C vertikal maka isomernya di **beri awalan D. Sebaliknya diberi awalan L**

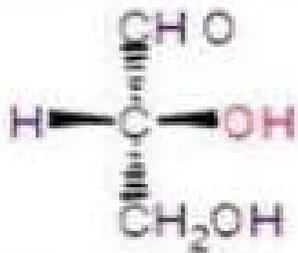
L-glukosa

PROYEKSI FISCHER

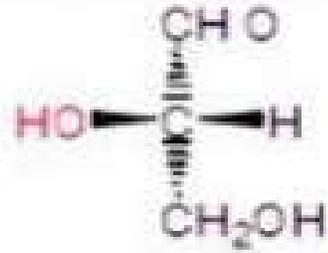
- Di dalam fischer digunakan istilah dekstro (d) dan levo (l).
- Biasanya dituliskan huruf d atau l ditulis di depan nama gula sederhana.
- Bentuk l merupakan bayangan cermin dari bentuk d.
- Contoh Fischer :



-
- 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.



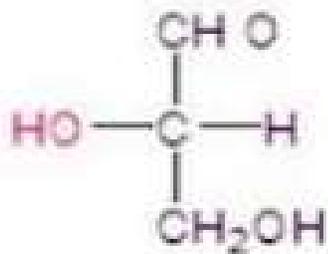
D-gliseraidehida



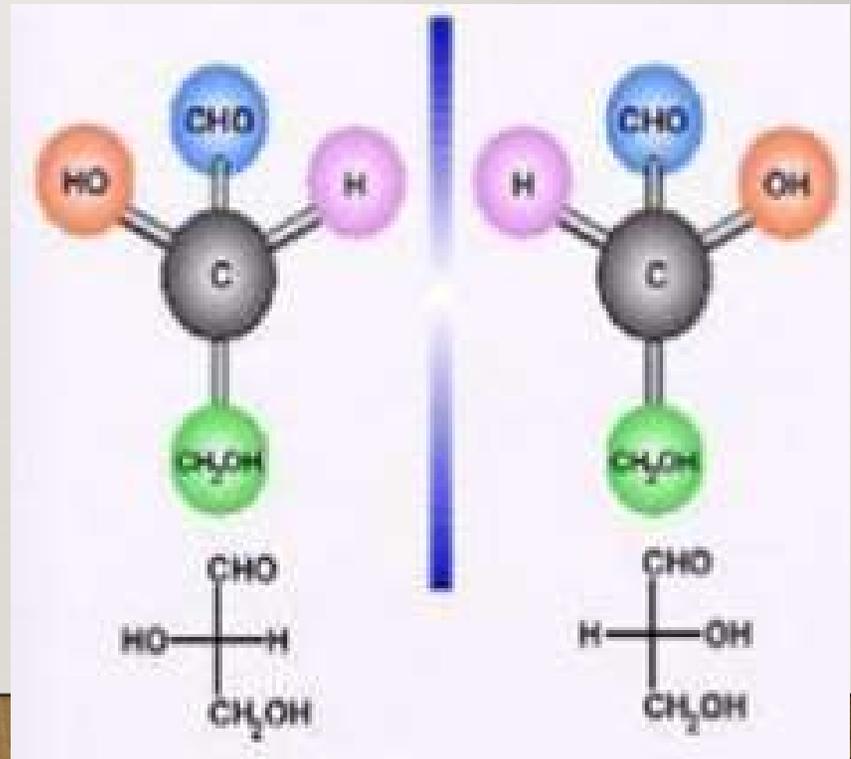
L-gliseraidehida



D-glyceraidehyde

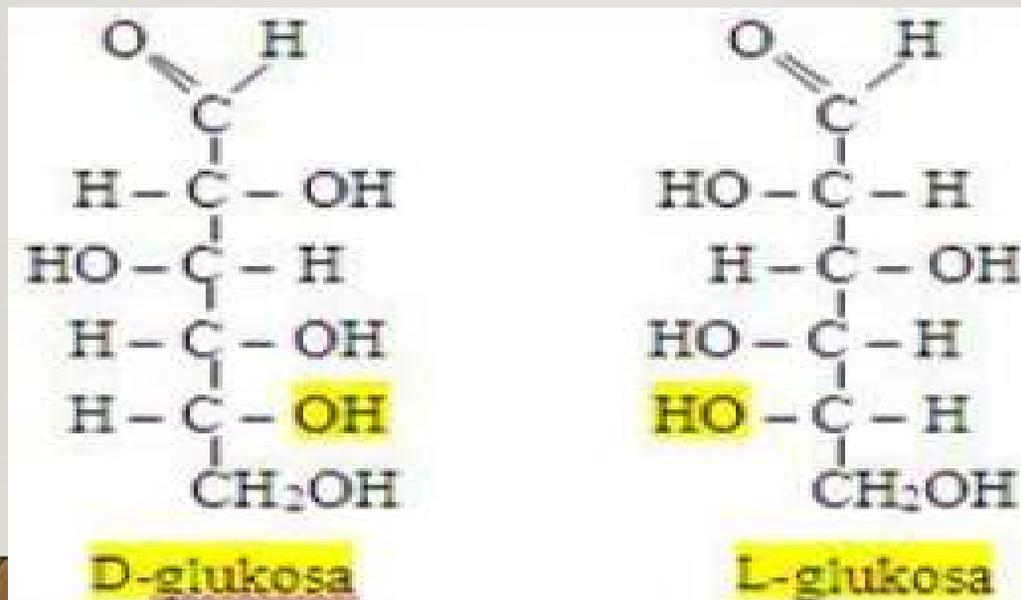


L-gliseraidehida

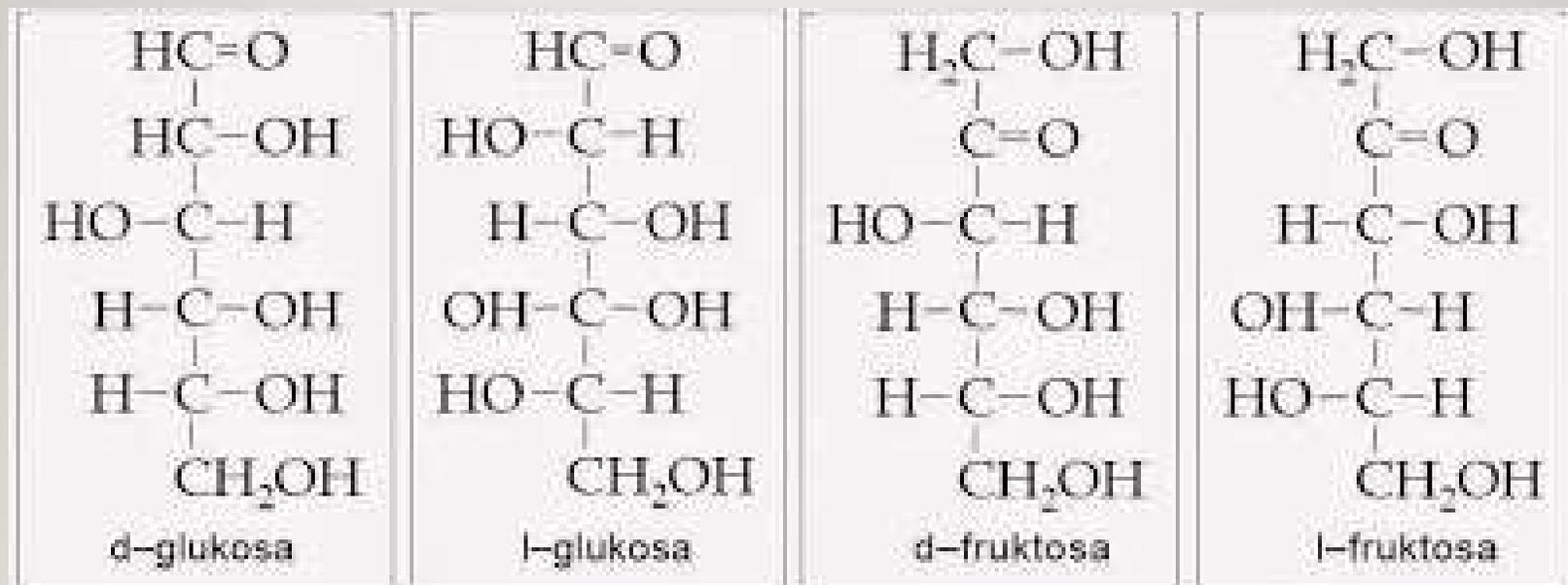


-
- Dekstrosa terbentuk akibat larutan D-glukosa berotasi terpolarisasi cahaya ke kanan. Dalam kasus yang sama D-fruktosa disebut “levulosa” karena larutan levulosa berotasi terpolarisasi cahaya ke kiri.
 - Faktor yang menjadi penentu dari bentuk glukosa ini adalah posisi gugus hydrogen (-H) dan alkohol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

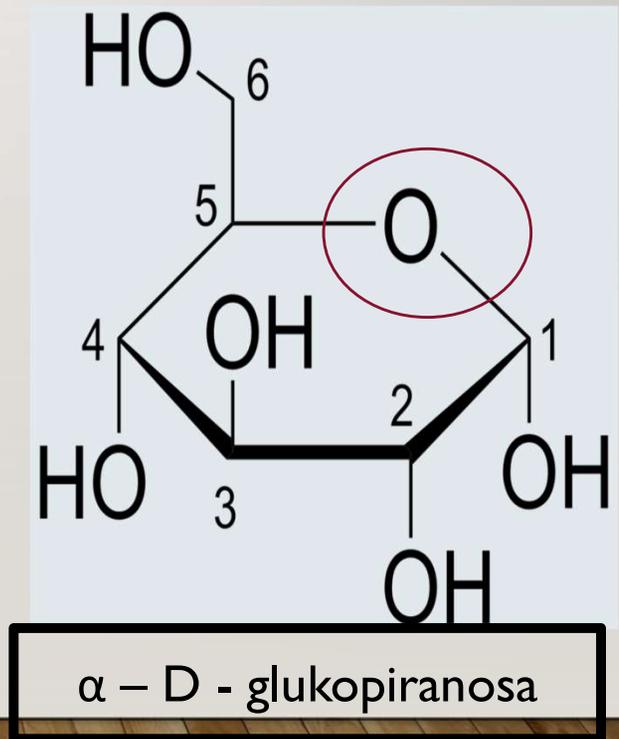


PROYEKSI HAWORTH

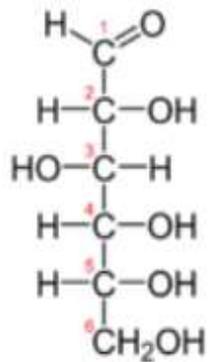
- Proyeksi Haworth dinamai oleh kimiawan Inggris : Sir Walter N. Haworth.
- Proyeksi Haworth : cara umum menggambarkan struktur lingkaran monosakarida dengan perspektif tiga dimensi sederhana.

CIRI-CIRI PROYEKSI HAWORTH

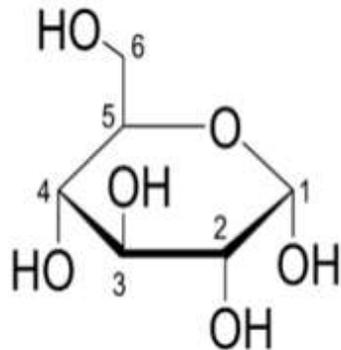
- a. Karbon ialah jenis implisit atom. Dalam contoh di sebelah kanan, atom-atom diberi angka 1 sampai 6, semuanya atom karbon. Karbon 1 dikenal sebagai **karbon anomer**
- b. Atom hidrogen pada karbon itu implisit. Dalam contoh ini, atom 1-6 memiliki atom hydrogen aktra yang tak digambarkan
- c. **Garis 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



PROYEKSI FISCHER DAN HAWORTH

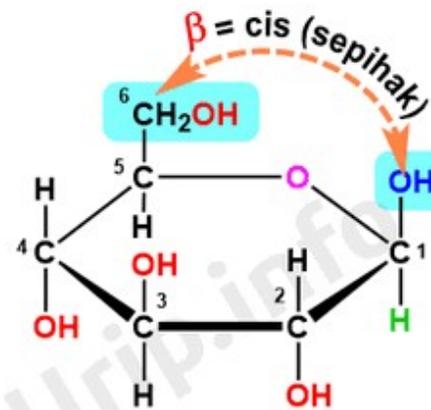


proyeksi fischer



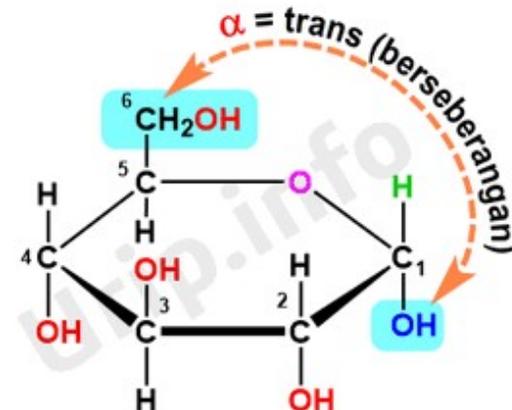
proyeksi haworth

Piranosia merupakan struktur cincin yang terdiri dari 6 atom yang terbentuk karena ada reaksi gugus fungsi hidroksil alkoholik pada atom C 5 dengan aldehid pada atom C 1.



β -D-glukopiranosia

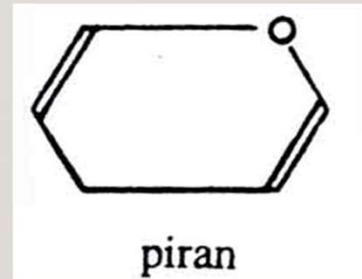
β = posisi **cis(sepihak)** gugus OH dengan gugus **CH₂OH**

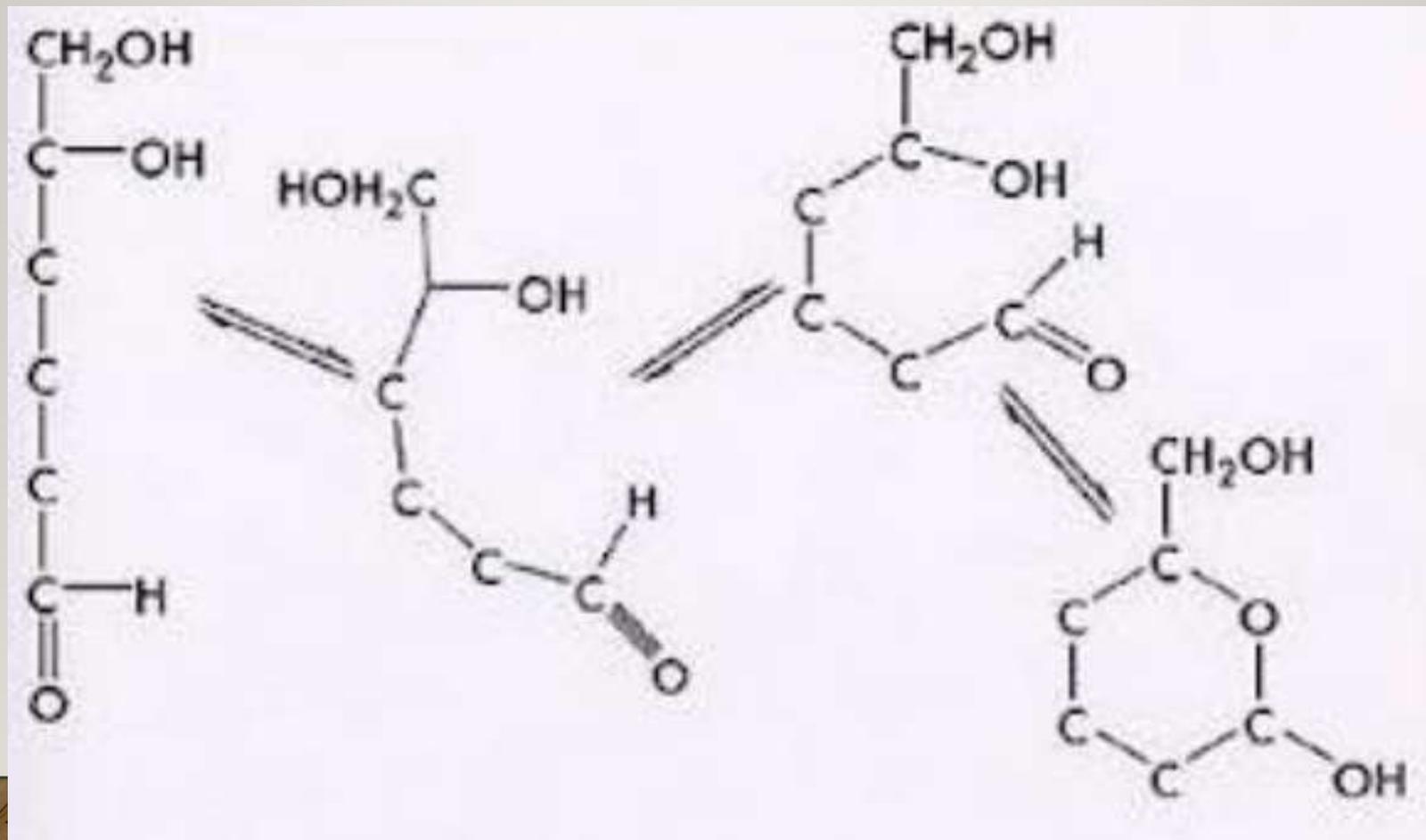


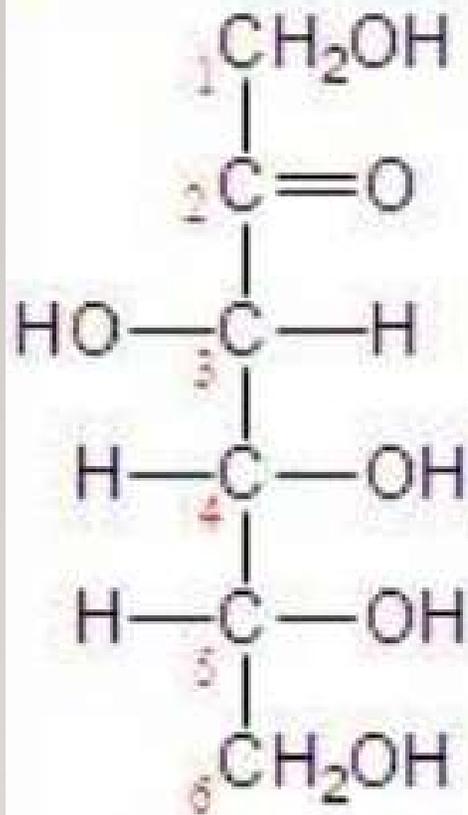
α -D-glukopiranosia

α = posisi **trans(berseberangan)** gugus OH dengan gugus **CH₂OH**

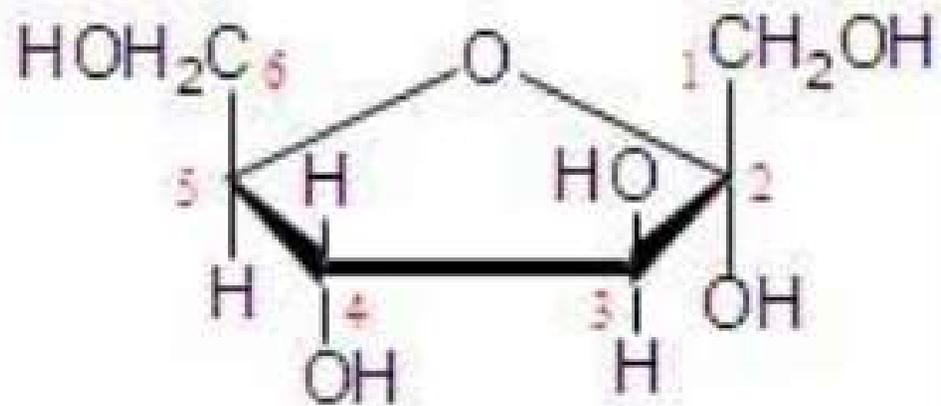
-
- Reaksi antara C-1 dan C-5 menciptakan sebuah molekul dengan cincin beranggota enam, disebut pyranose
 - Reaksi antara C-1 dan C-4 menciptakan sebuah molekul dengan cincin beranggota lima, yang disebut furanose





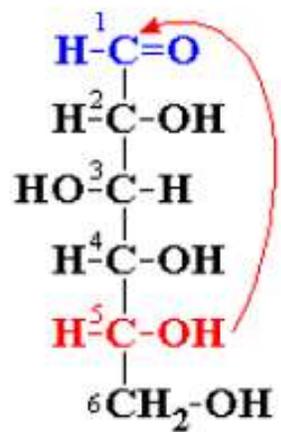


D-fruktosa(linear)

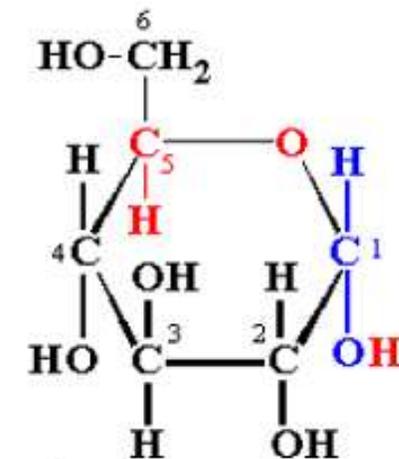
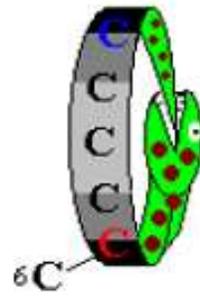


α -D-fruktofuranosa

PEMBENTUKKAN CINCIN PIRANOSA DARI HEKSOSA

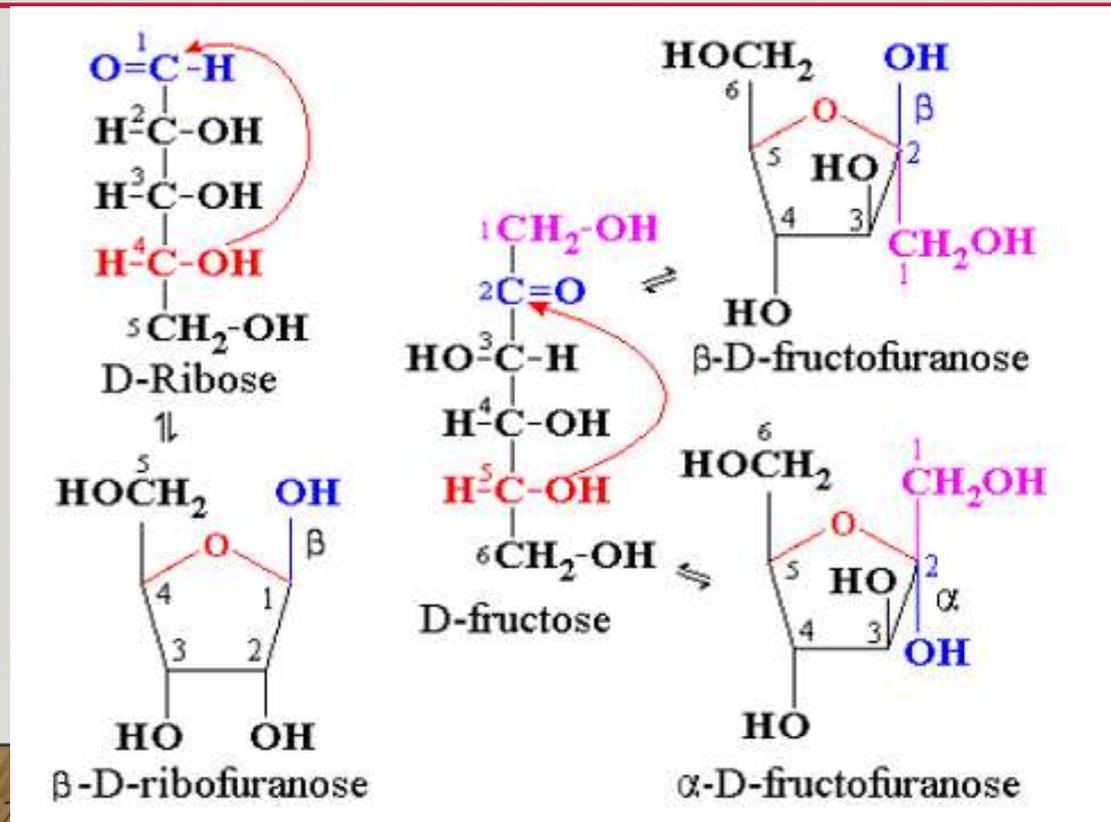


D-glucose
Fischer projection



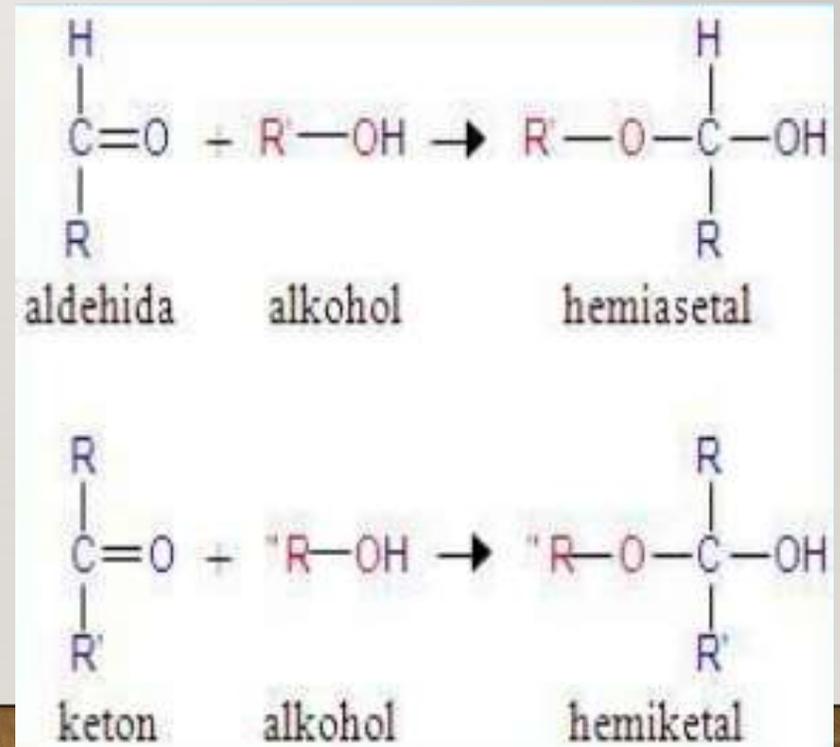
α -D-glucopyranose
Haworth projection

PEMBENTUKKAN CINCIN FURANOSA

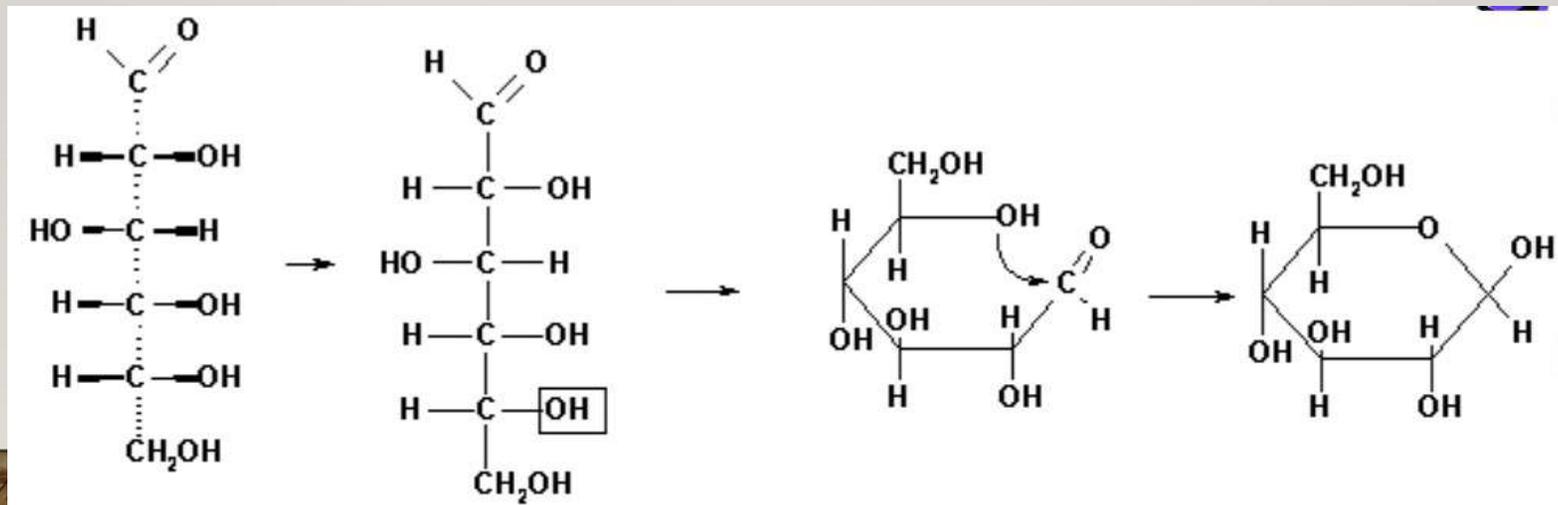


PEMBENTUKKAN HEMIASETAL DAN HEMIKETAL

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

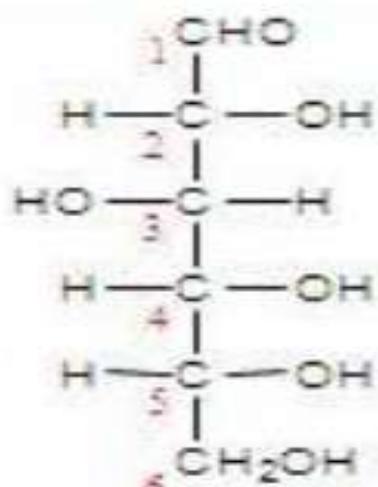


- Hemiasetal siklik yang paling stabil adalah cincin yang beranggotakan 6 (untuk aldoheksosa)
- Contoh : hemiasetal siklik D-glukosa

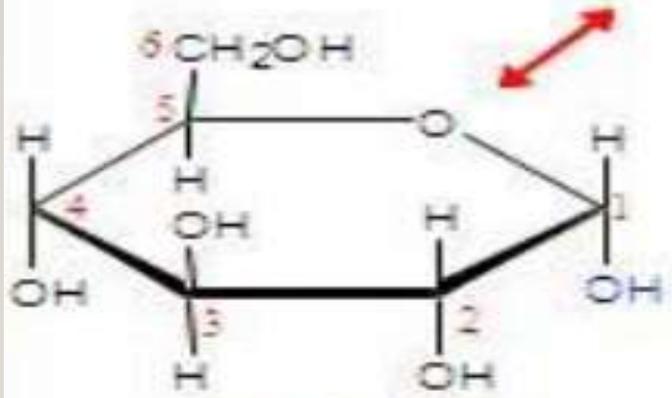


BENTUK SIKLIK

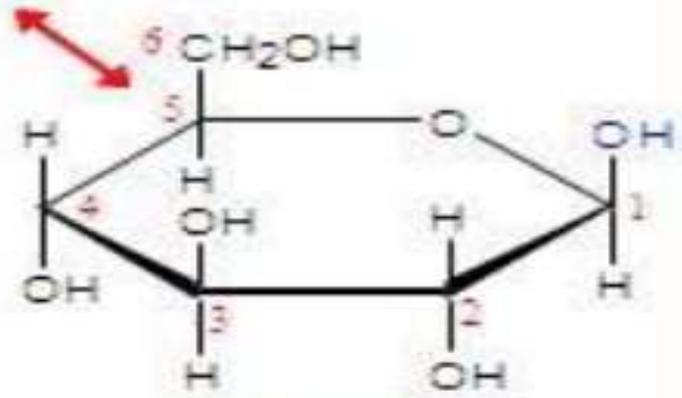
- Pentosa dan heksosa dapat membentuk struktur siklik melalui reaksi gugus keton atau aldehida dengan gugus OH dari atom C asimetrik terjauh.
- Glukosa membentuk intra-molekular sebagai hasil reaksi aldehida dari C1 & OH dari atom C5, dinamakan **cincin piranosa**.



D-glukosa
(bentuk linier)



α-D-glukosa



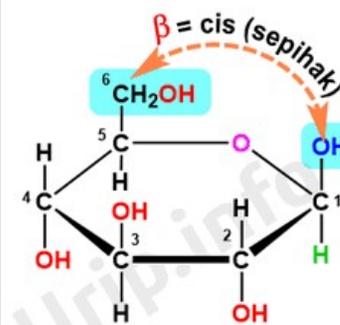
β-D-glukosa

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

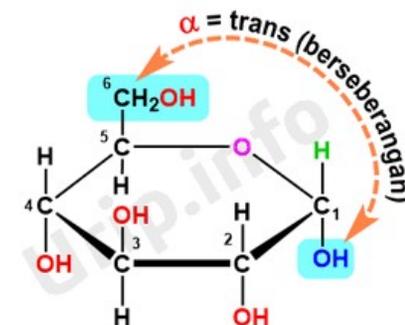
α (OH di bawah struktur cincin)

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

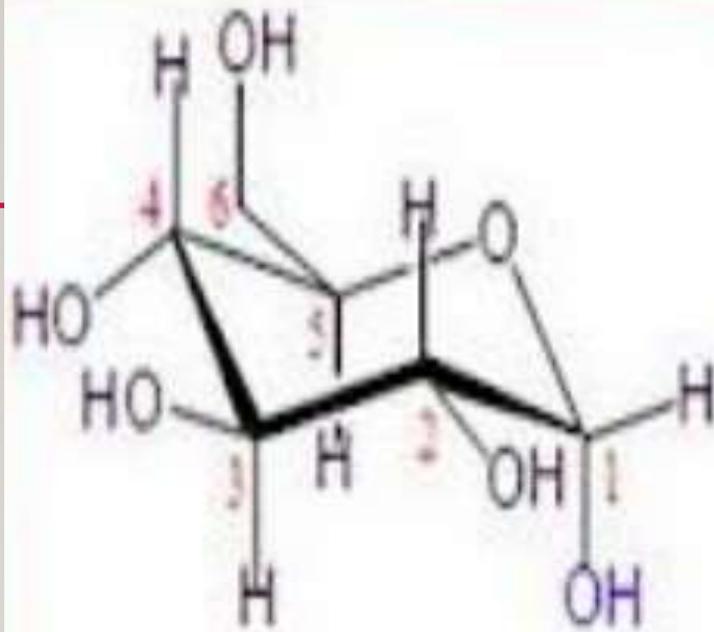
β (OH di atas struktur cincin)



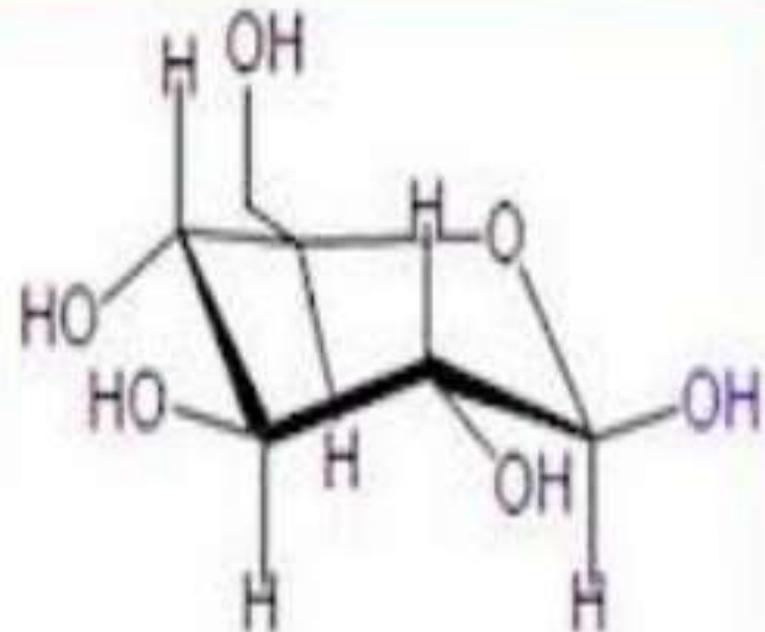
β -D-glukopiranos
 β = posisi **cis(sepihak)** gugus OH dengan gugus **CH₂OH**



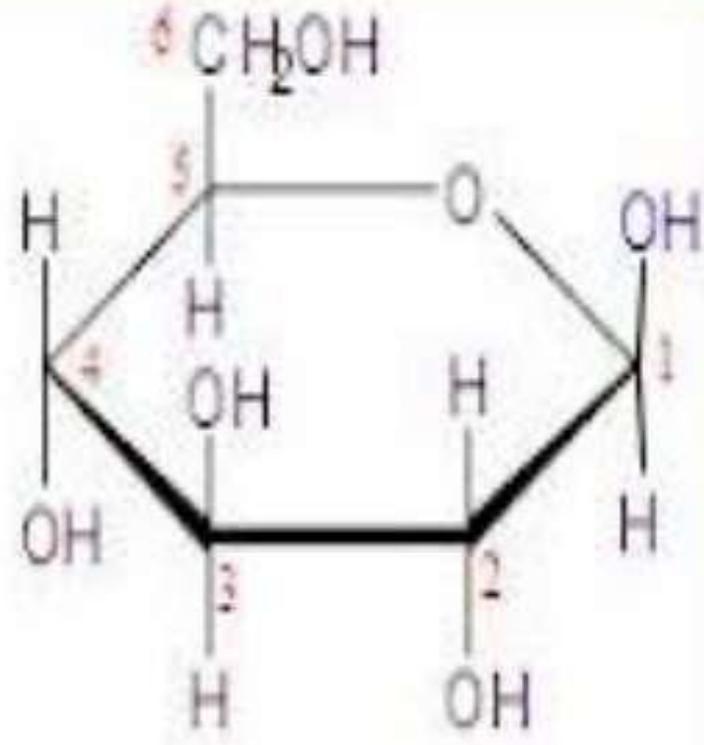
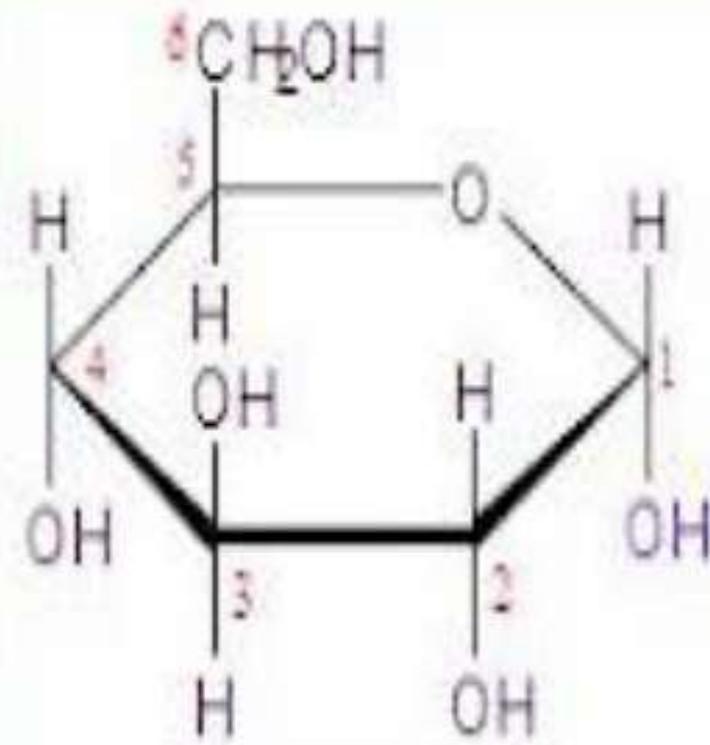
α -D-glukopiranos
 α = posisi **trans(berseberangan)** gugus OH dengan gugus **CH₂OH**



α -D-glukopiranososa

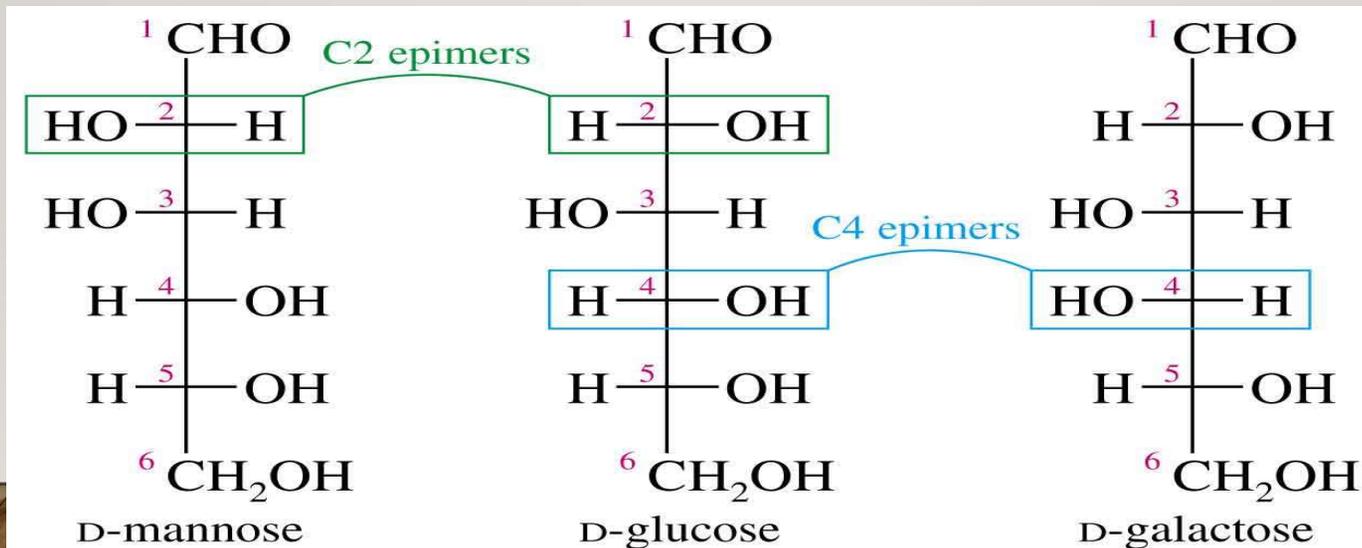


β -D-glukopiranososa



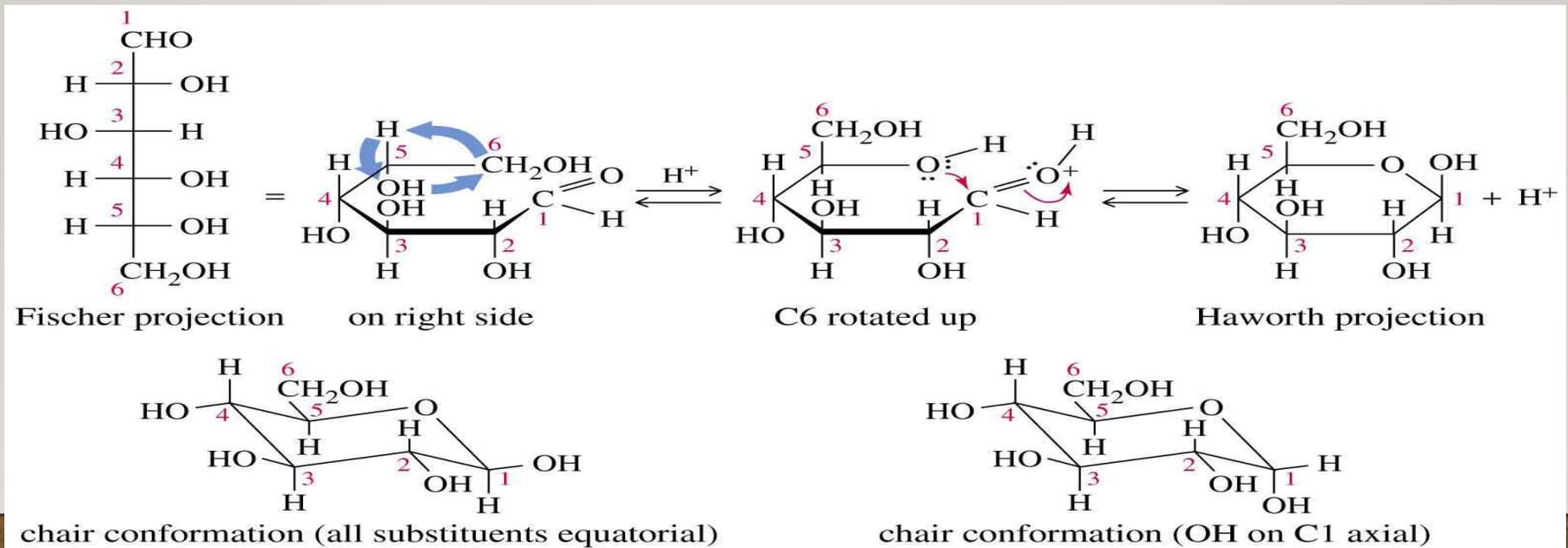
EPIMER

- 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

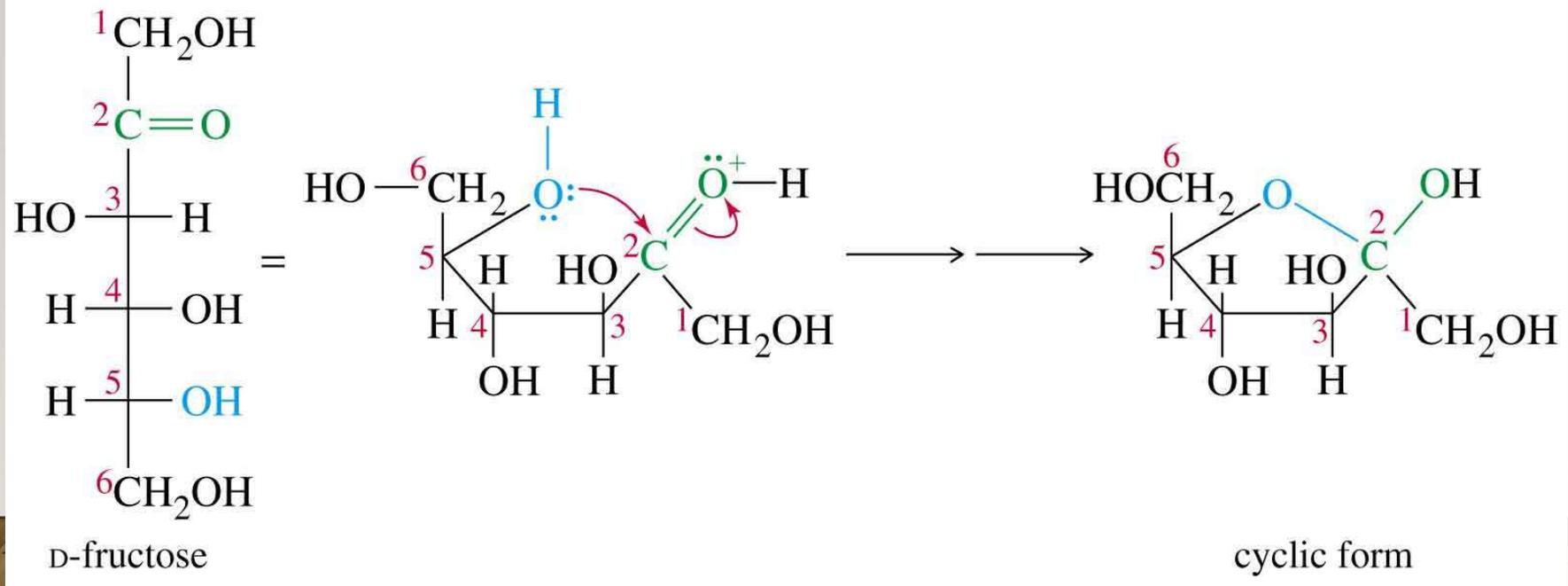
- Glukosa siklis adalah hemiasetal yang terbentuk dari reaksi -CHO dengan -OH pada C5.



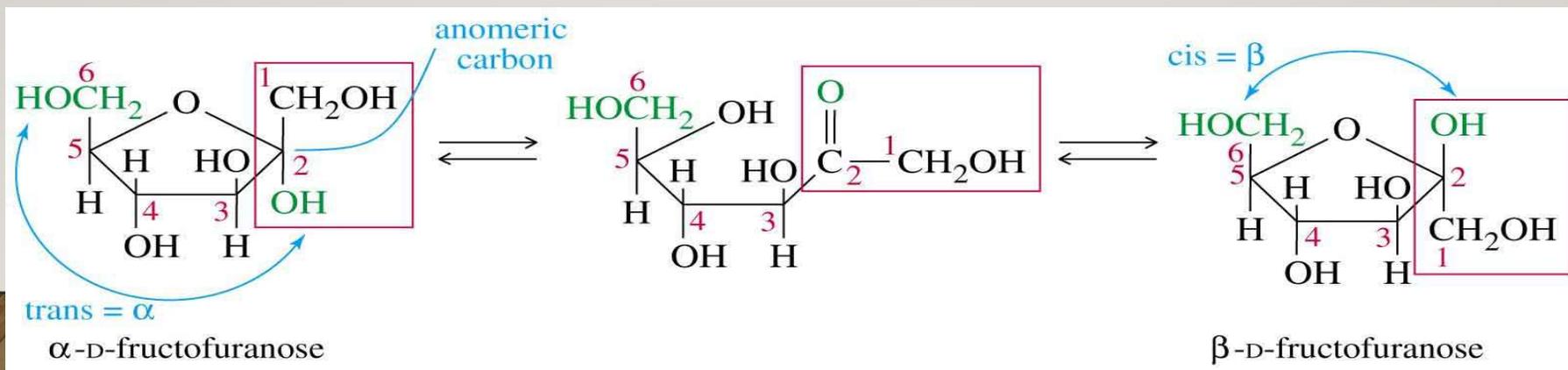
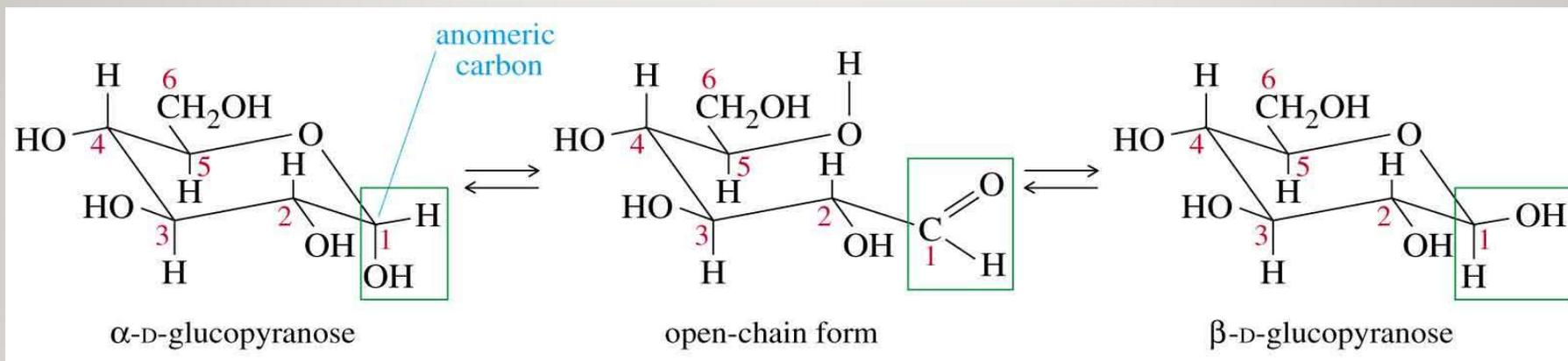
D-glukopiranososa

STRUKTUR SIKLIS FRUKTOSA

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



ANOMER



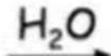
MUTAROTASI DAN REAKSI-REAKSI MONOSAKARIDA



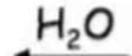
MUTAROTASI

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

α -D-glucose
specific rotation:
 $[\alpha]_D = +112^\circ$

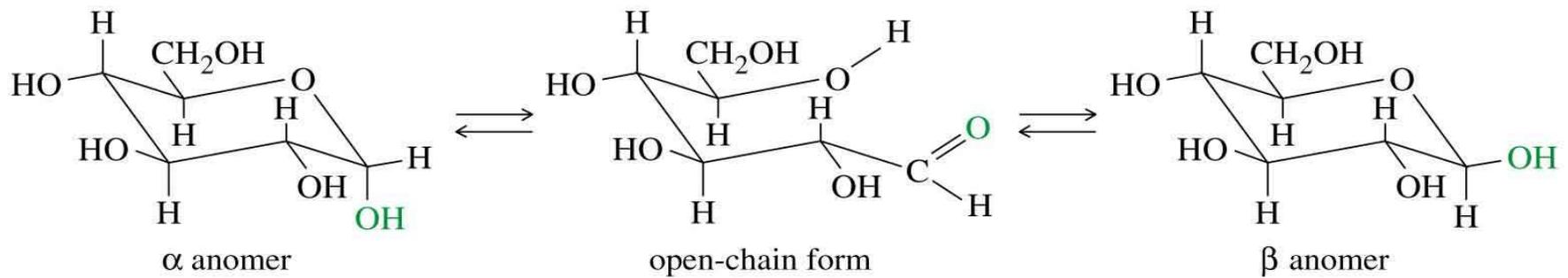


???
specific rotation:
 $[\alpha]_D = +52.7^\circ$



β -D-glucose
specific rotation:
 $[\alpha]_D = +18.7^\circ$

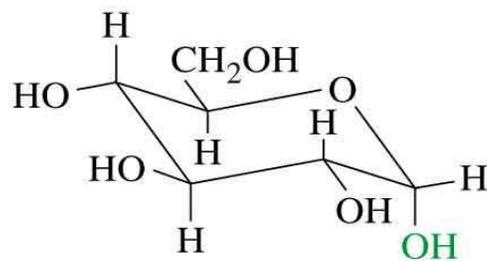
MUTAROTASI



crystallize \downarrow below 98°C

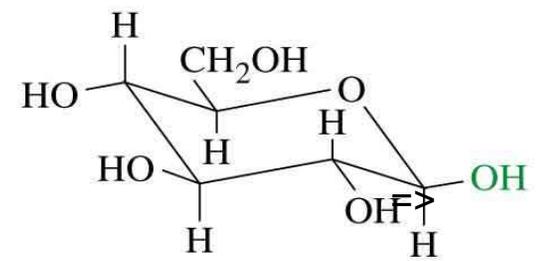
equilibrium in solution

crystallize \downarrow above 98°C



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

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



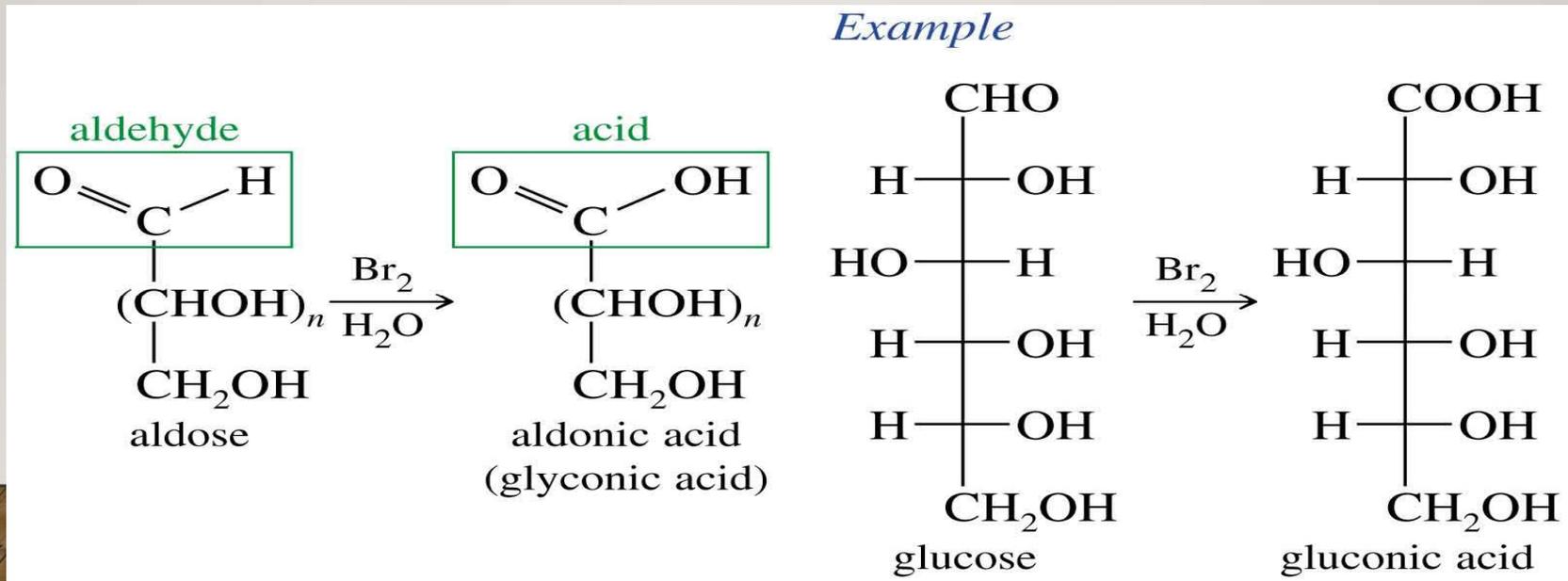
mp 150°C , $[\alpha] = +18.7^{\circ}$

REDUKSI GULA SEDERHANA

- Gugus **C=O aldosa atau ketosa** dapat direduksi menjadi **C-OH** oleh NaBH_4 atau H_2/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**.

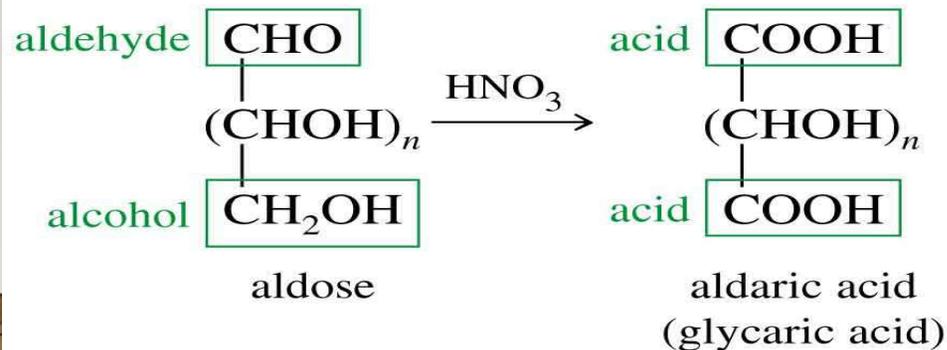
OKSIDASI OLEH BROMIN

- **Air Brom** mengoksidasi aldehida, tetapi tidak keton atau alkohol; membentuk asam aldonat.

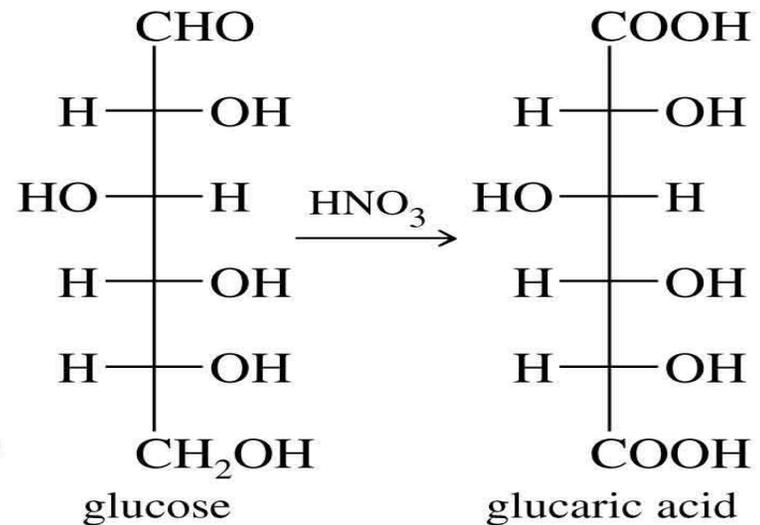


OKSIDASI ASAM NITRAT

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

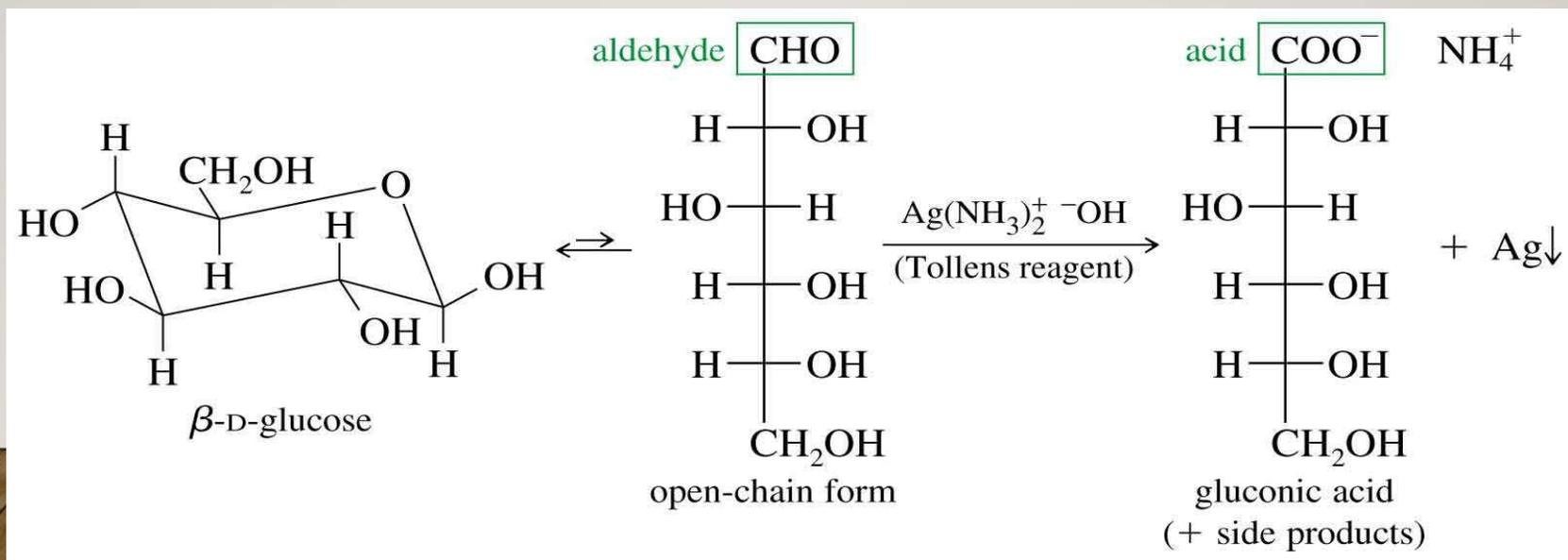


Example



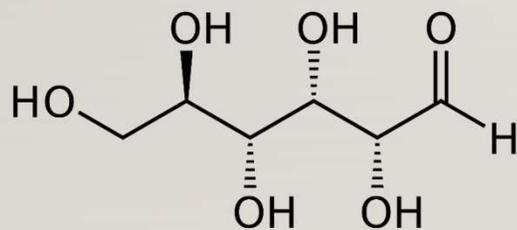
OKSIDASI OLEH PEREAKSI TOLLENS

- 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**.

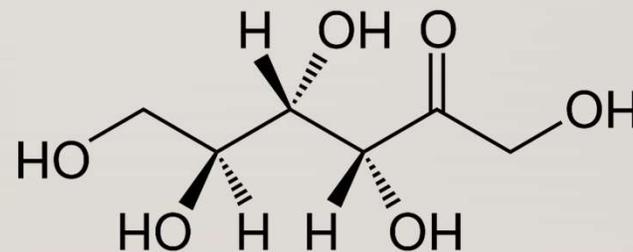


GULA PEREDUKSI

Gula pereduksi merupakan golongan gula (karbohidrat) yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron, contohnya adalah glukosa dan fruktosa. Ujung dari suatu gula pereduksi adalah ujung yang mengandung gugus aldehida atau keto bebas. Semua monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa) dan disakarida (laktosa, maltosa), **kecuali sukrosa dan pati (polisakarida)**, termasuk sebagai gula pereduksi.



Glukosa

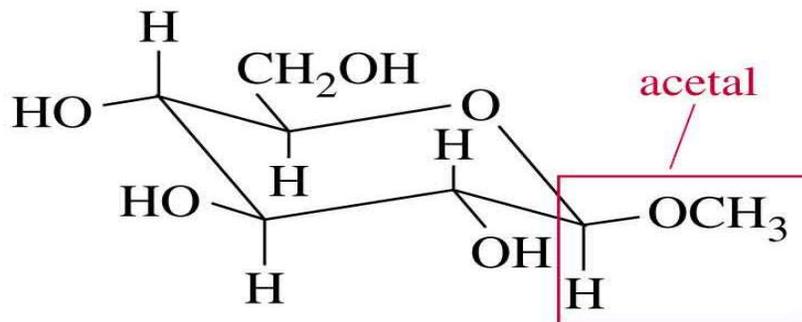


Fruktosa

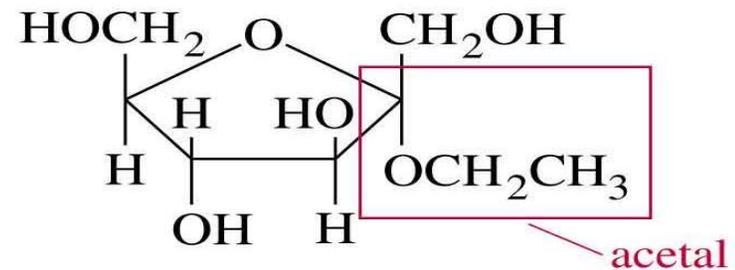
GULA NON PEREDUKSI

- 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



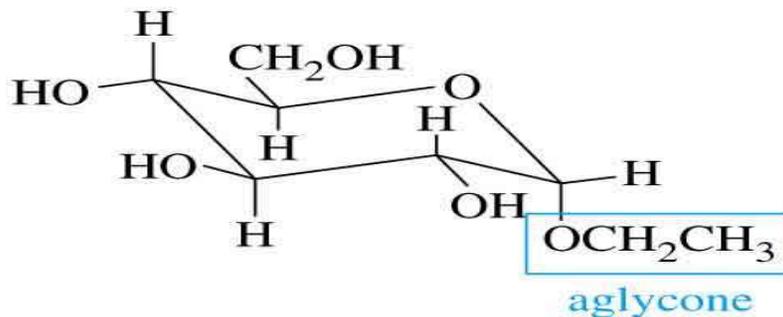
methyl β-D-glucopyranoside
(or methyl β-D-glucoside)



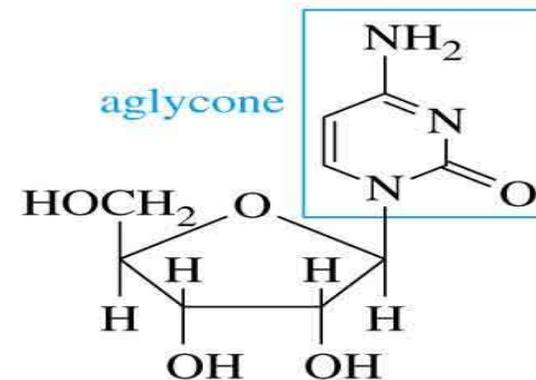
ethyl α-D-fructofuranoside
(or ethyl α-D-fructoside)

PEMBENTUKAN GLIKOSIDA

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



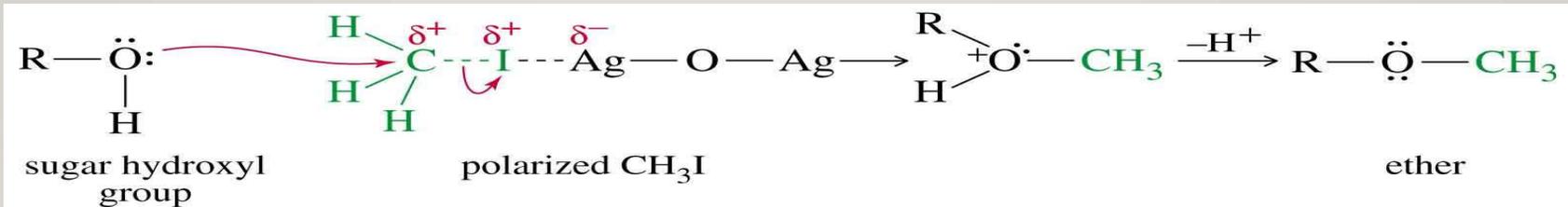
ethyl α -D-glucopyranoside



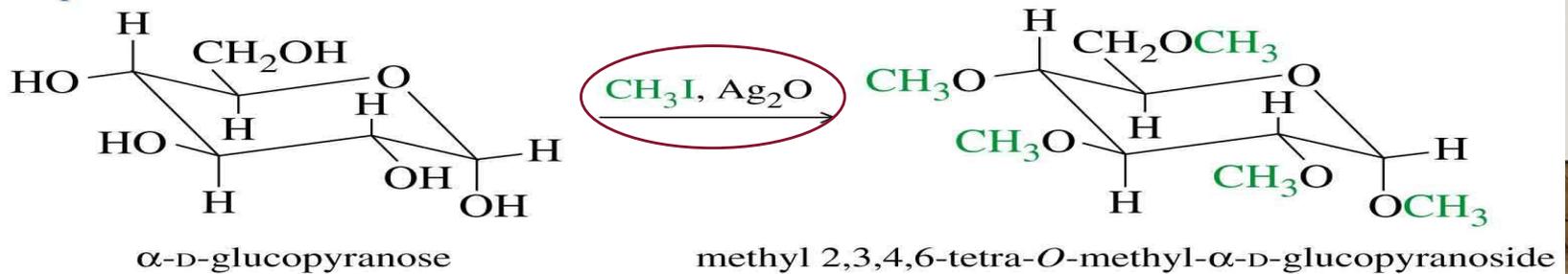
cytidine, a nucleoside (Section 23-21)

PEMBENTUKAN ETER

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

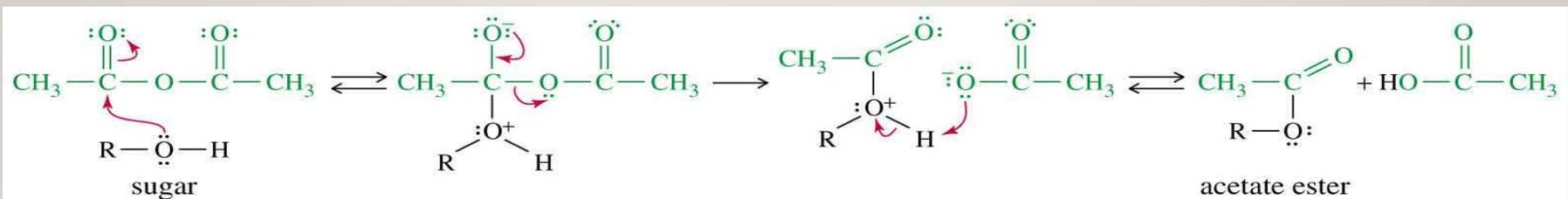


Example

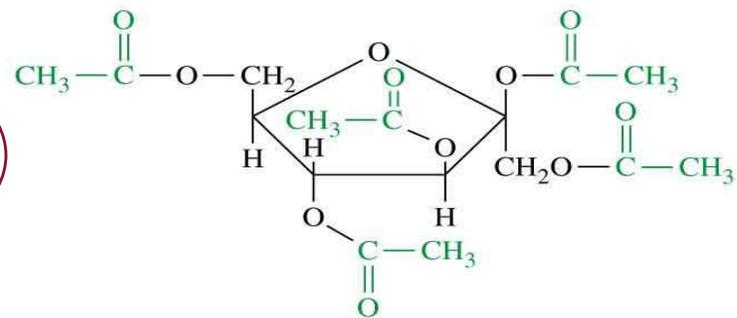
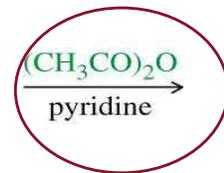
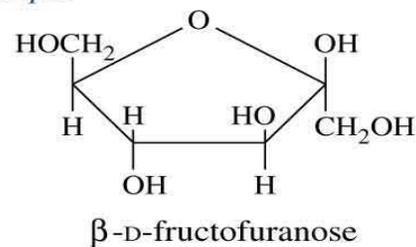


PEMBENTUKAN ESTER

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

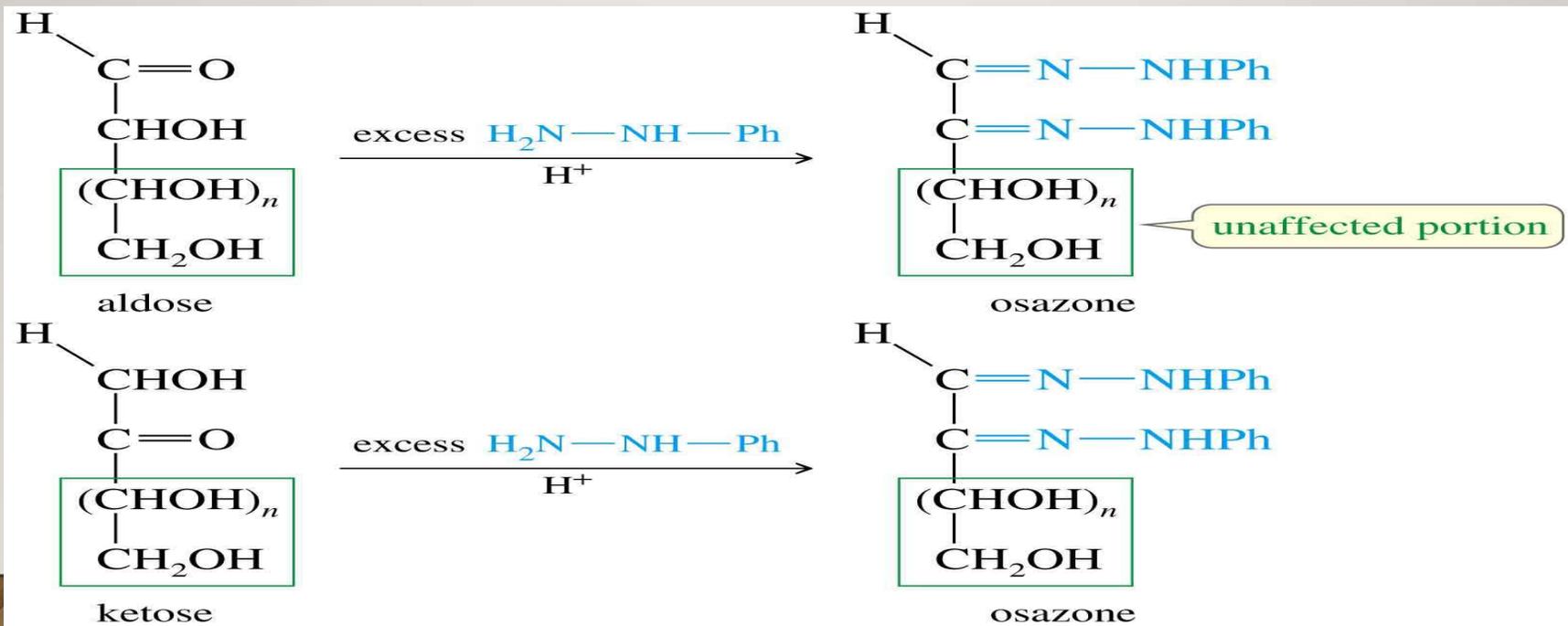


Example



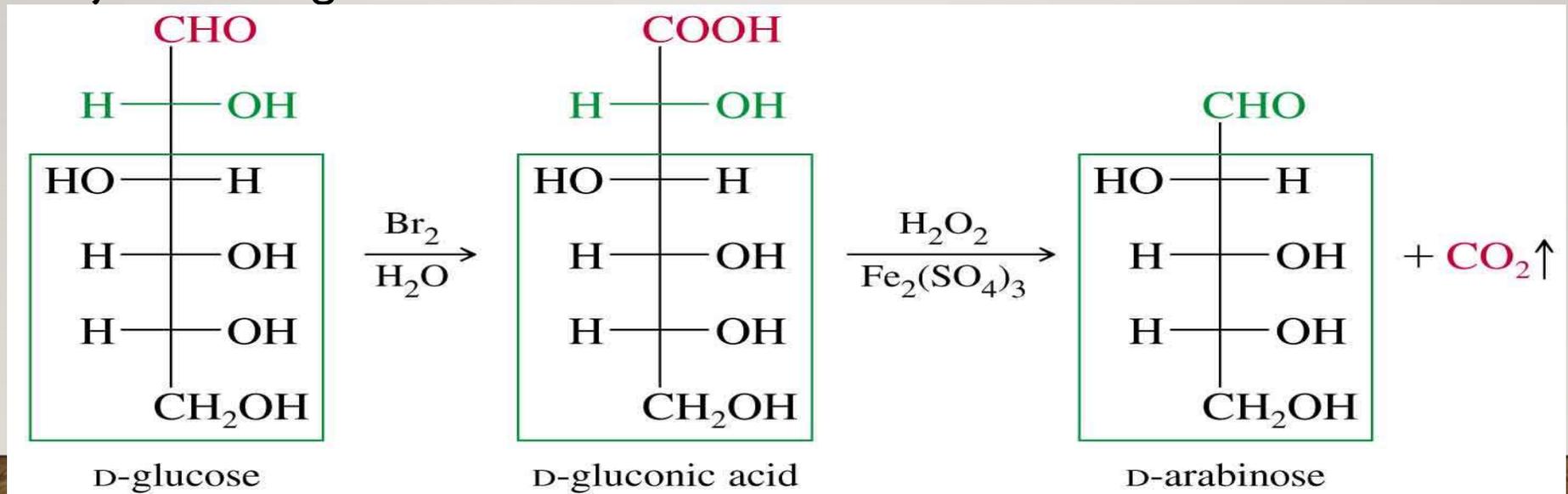
PEMBENTUKAN OSAZON

- Kedua C1 dan C2 bereaksi dengan **fenilhidrazina**.



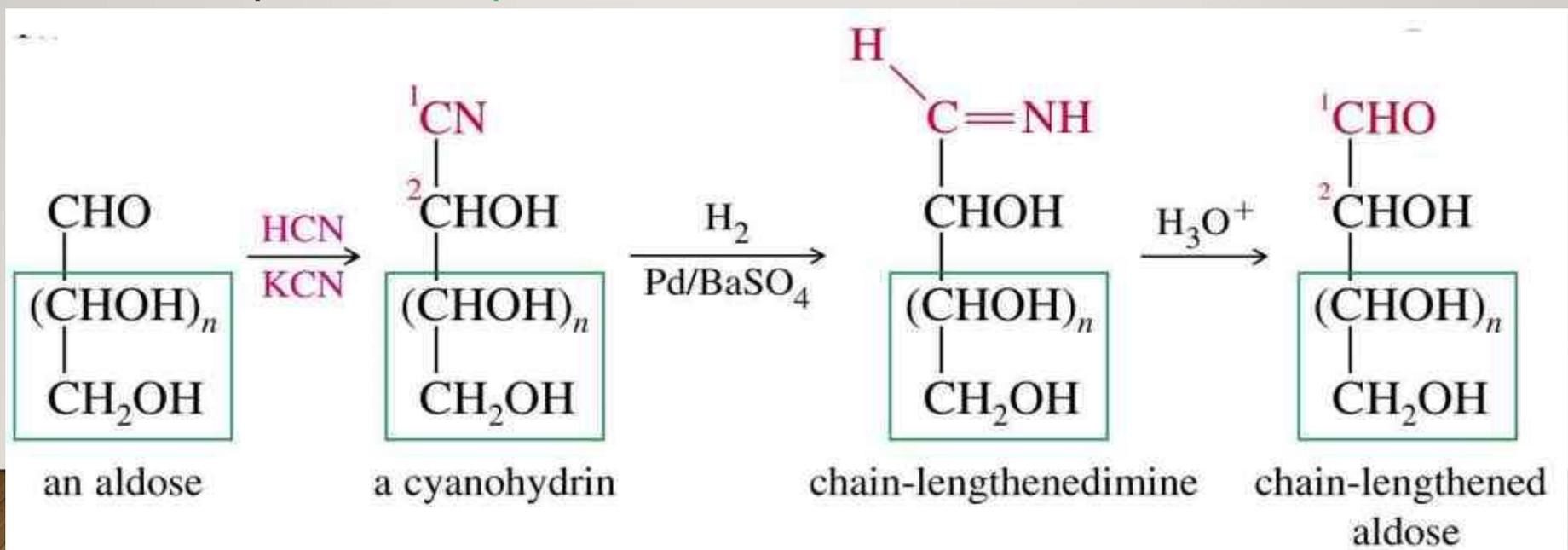
DEGRADASI RUFF

- 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 !

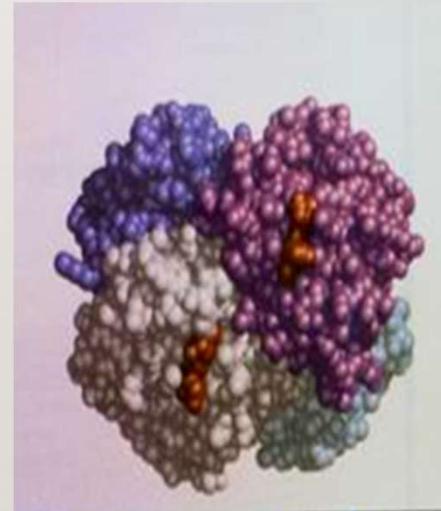
PROTEIN DAN ASAM AMINO



- 45 • **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.

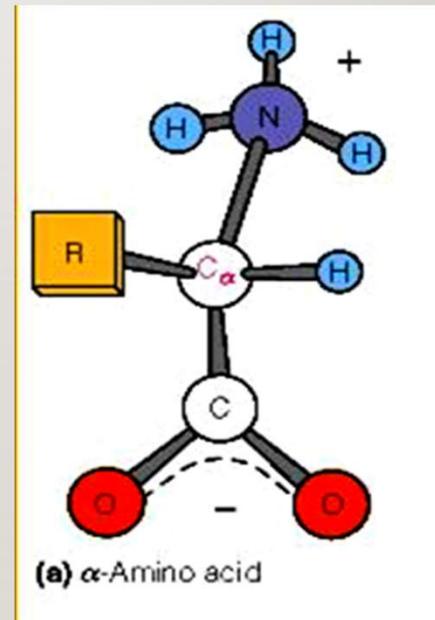
PROTEIN

- 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



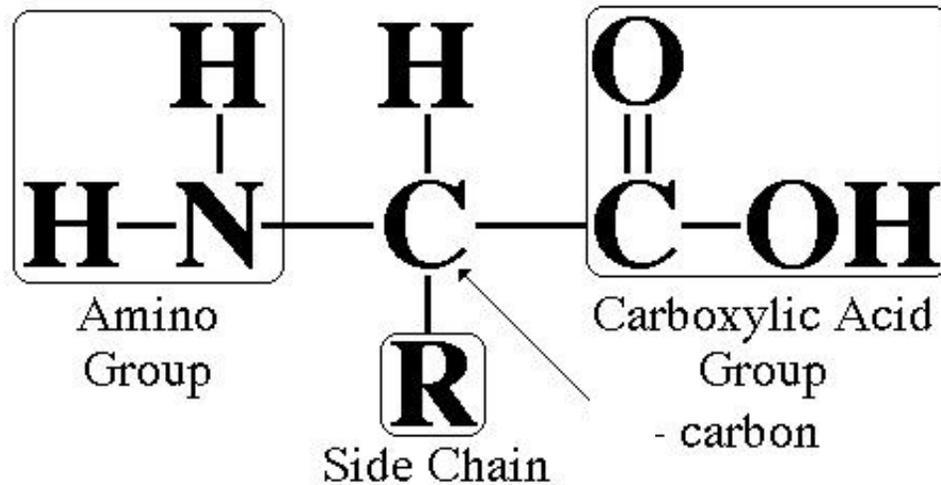
ASAM AMINO

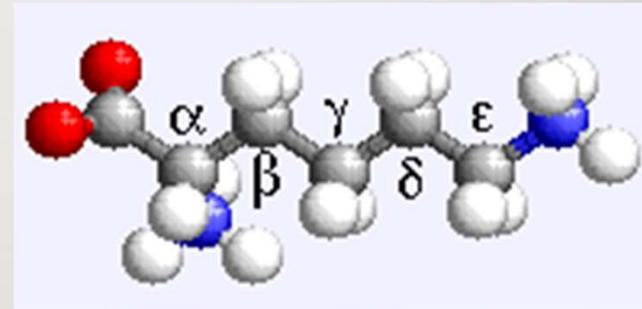
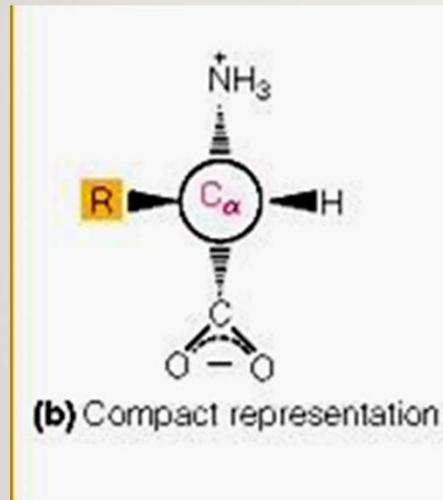
- merupakan unit penyusun protein
- Struktur:
 - satu atom C sentral yang mengikat secara kovalent:
 - gugus amino,
 - gugus karboksil,
 - satu atom H dan
 - rantai samping (gugus R)



48 STRUKTUR ASAM AMINO

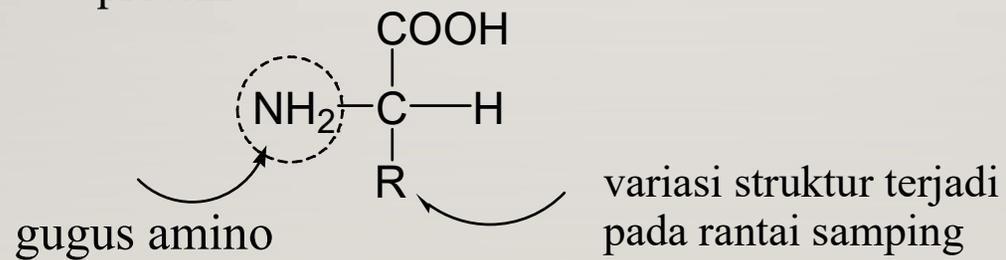
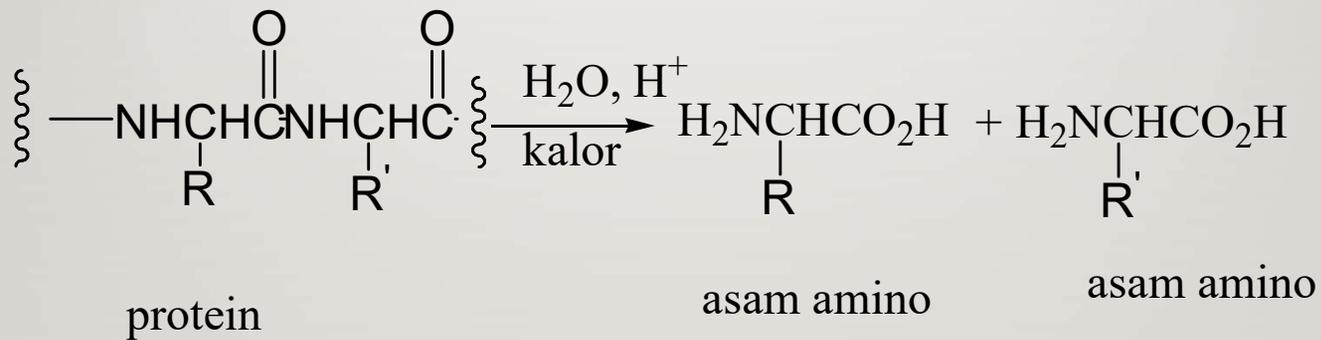
Amino Acid Structure





- 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 α amino karboksilat

51 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 sekaligus basa sehingga **bersifat amfoter (bisa bersifat asam juga bisa bersifat basa)**.

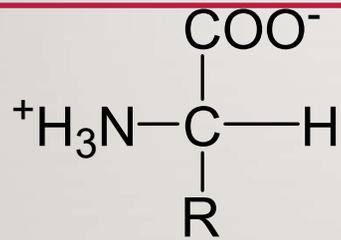
ASAM AMINO ESENSIAL

52

-
- 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 contohnya adalah: arginina, histidina, isoleusina, leusina, lisina dll.

SIFAT ASAM AMINO

53



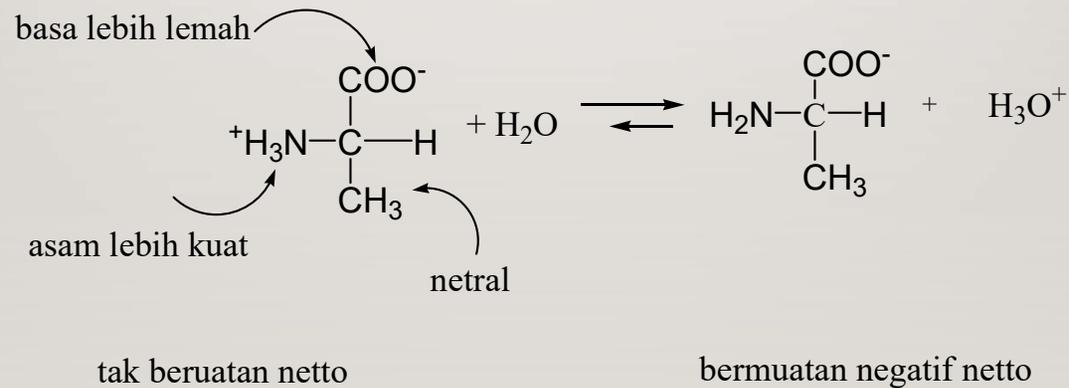
asam amino dengan
struktur dipolar

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

PH ISOELEKTRIK

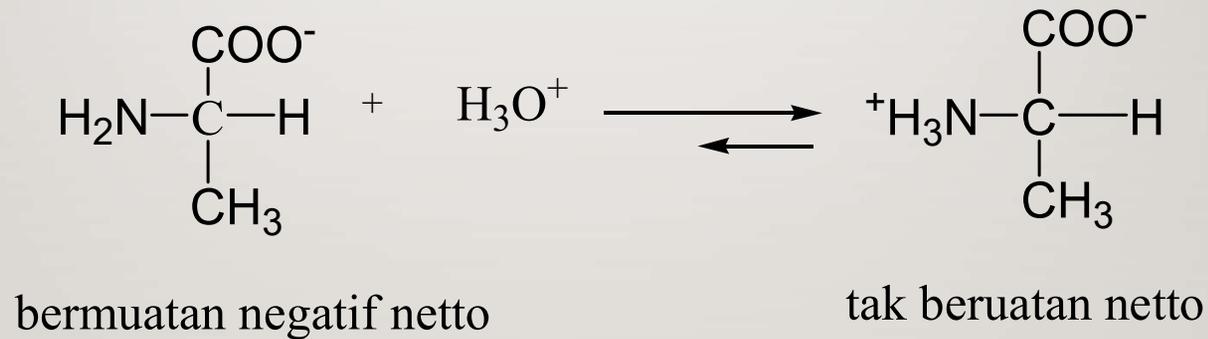
54

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.

55 PADA PH 6 ALANINA MENGENDAP (TIDAK BERMUATAN NETTO) Pada pH 6



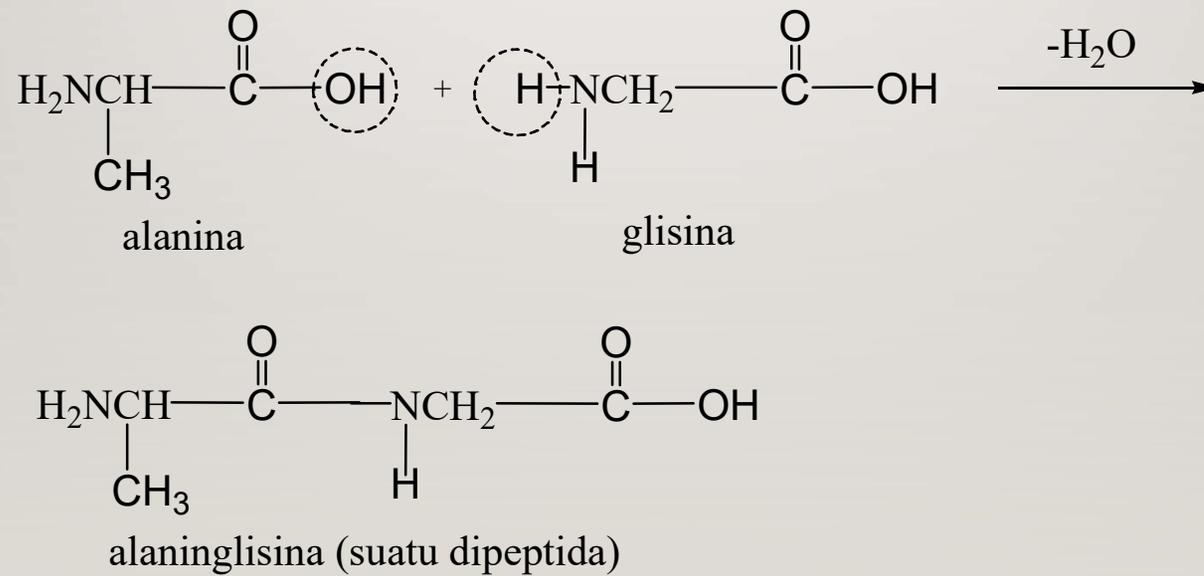
Mengendap pada pH 6.
Dikatakan bahwa pH
isoelektrik alanina adalah 6

PEPTIDA

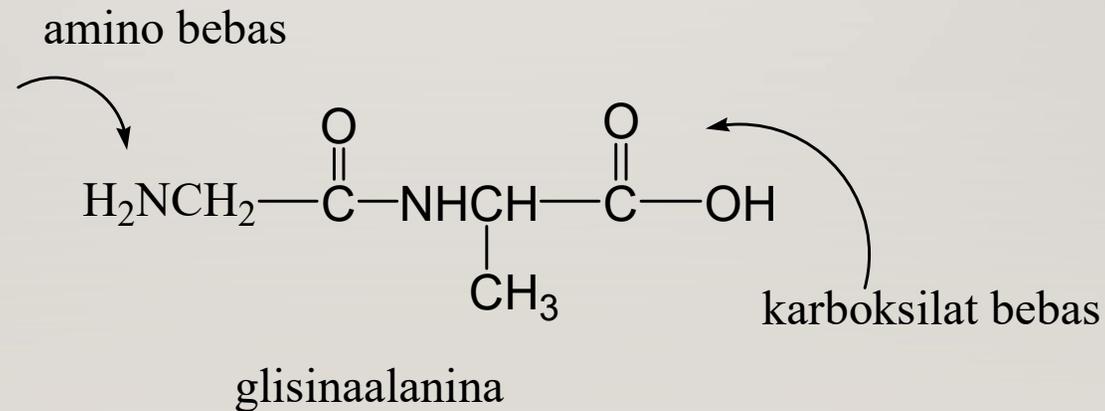
- Peptida adalah **gabungan dua monomer asam amino atau lebih** dengan ikatan antara gugus karboksilat dari satu monomer dengan gugus amina dari monomer yang lain. Ikatan antara **gugus karboksilat dan gugus amina** disebut ikatan **peptida**. Dua monomer asam amino (residu) yang bergabung menjadi dimer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

IKATAN PEPTIDA

57



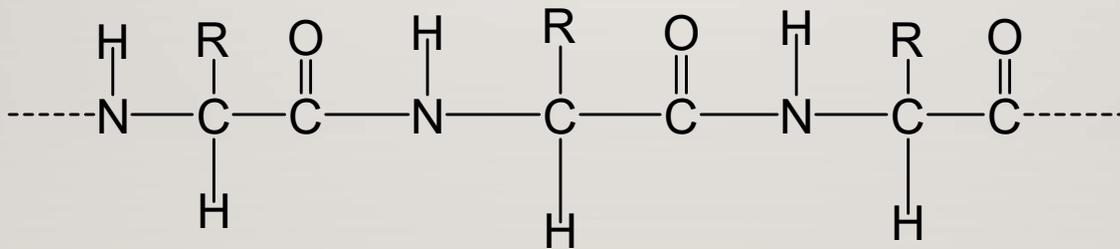
- Dalam dipeptida alaninglisina, residu alanina memiliki gugus amino bebas dan residu glisina mempunyai gugus karboksilat bebas sehingga alanina-glisina dapat digabung menjadi glisina-alanina di mana glisina mempunyai gugus amino bebas dan glisina mempunyai gugus karboksilat bebas.



PROTEIN

59

- 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**



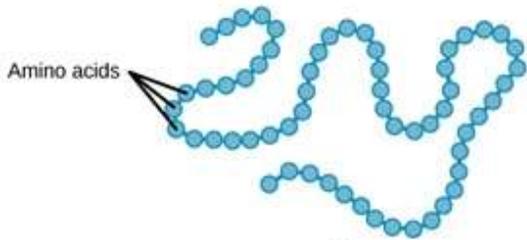
protein (asam amino yang berikatan satu sama lain melalui ikatan peptida)

STRUKTUR YANG LEBIH TINGGI DARI PROTEIN

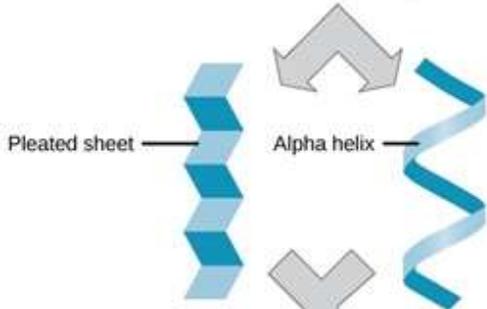
60

- 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** (α -helix, "puntiran-alfa"), berupa pilinan rantai asam-asam amino berbentuk seperti spiral;
 - **beta-sheet** (β -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**, (β -turn, "lekukan-beta"); dan
 - **gamma-turn**, (γ -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

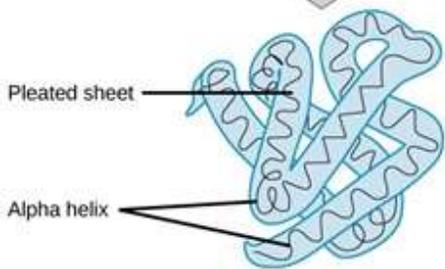
STRUKTUR PROTEIN



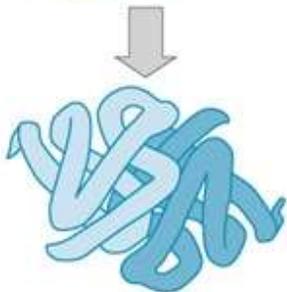
Primary Protein structure
sequence of a chain of amino acids



Secondary Protein structure
hydrogen bonding of the peptide backbone causes the amino acids to fold into a repeating pattern



Tertiary protein structure
three-dimensional folding pattern of a protein due to side chain interactions



Quaternary protein structure
protein consisting of more than one amino acid chain



Primer



Sekunder

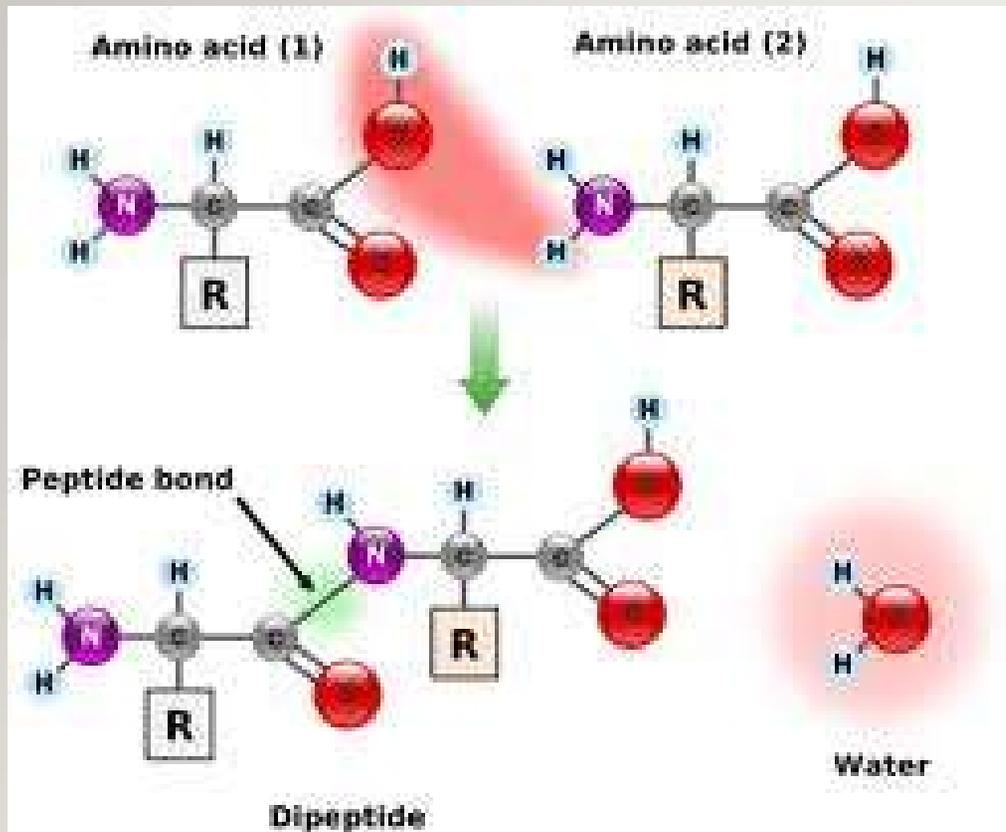


Tersier



Kuartener

REAKSI YANG TERJADI ANTAR ASAM AMINO

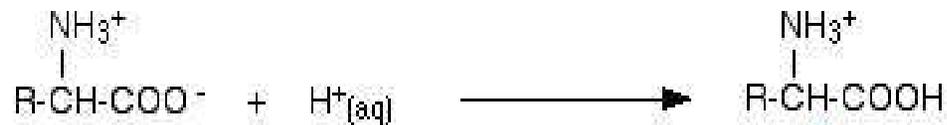


Reaksi asam basa dapat dikenakan pada asam amino. Asam amino memiliki gugus ($-\text{NH}_2$) dan asam karboksilat ($-\text{COOH}$). Namun kedua gugus fungsi ini dapat menjadi ion $-\text{NH}_3^+$ dan $-\text{COO}^-$



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 NH_3^+ akan terlepas sehingga asam amino menjadi bermuatan negatif

Pada kondisi asam, atom hydrogen pada akan berikatan dengan gugus COO^- sehingga amino menjadi bermuatan positif

Fungsi Protein

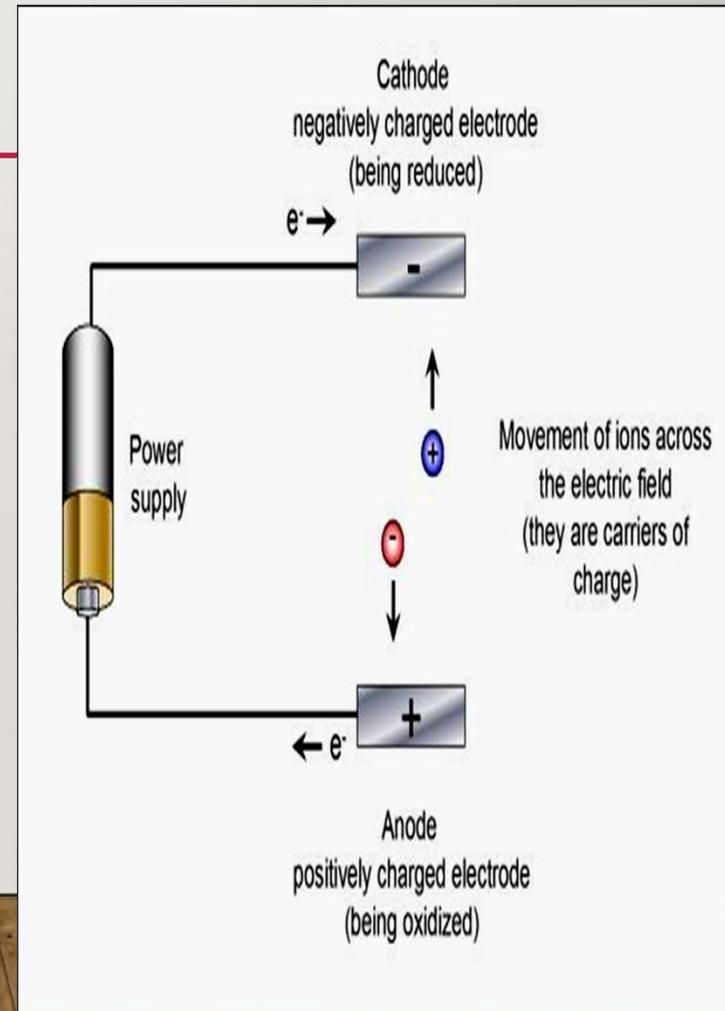
- Sumber energi
- Pembentukan dan perbaikan sel dan jaringan
- Sebagai sintesis hormon,enzim, dan antibodi
- Pengatur keseimbangan kadar asam basa dalam sel

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.

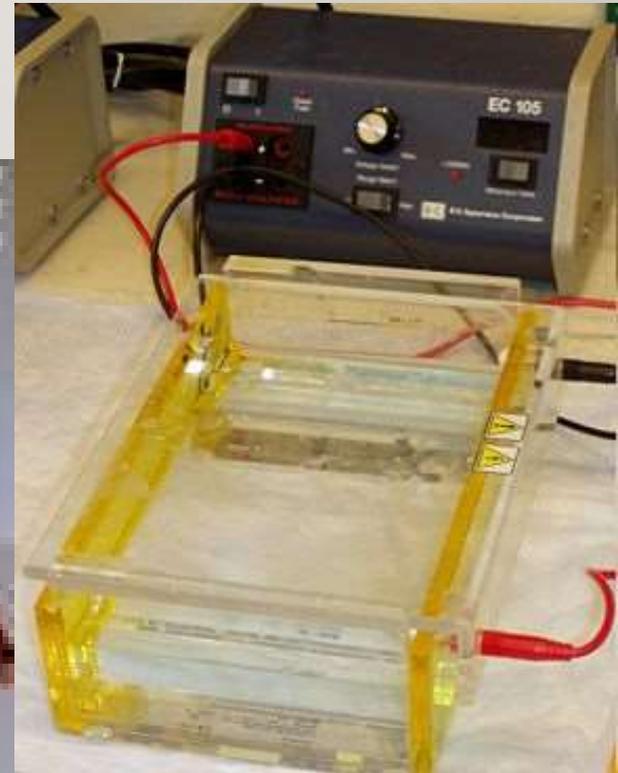
ELEKTROFORESIS

- 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

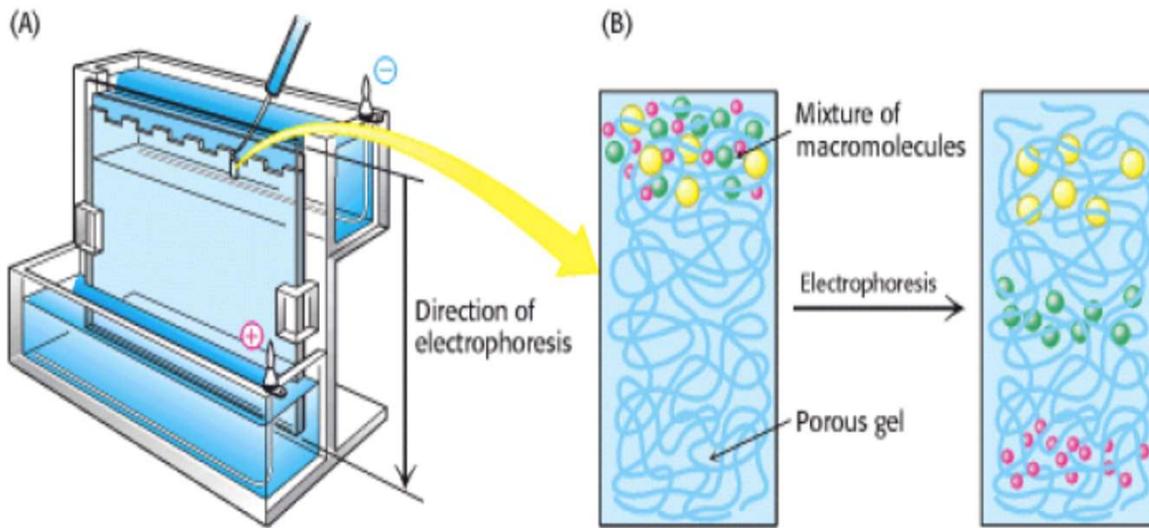
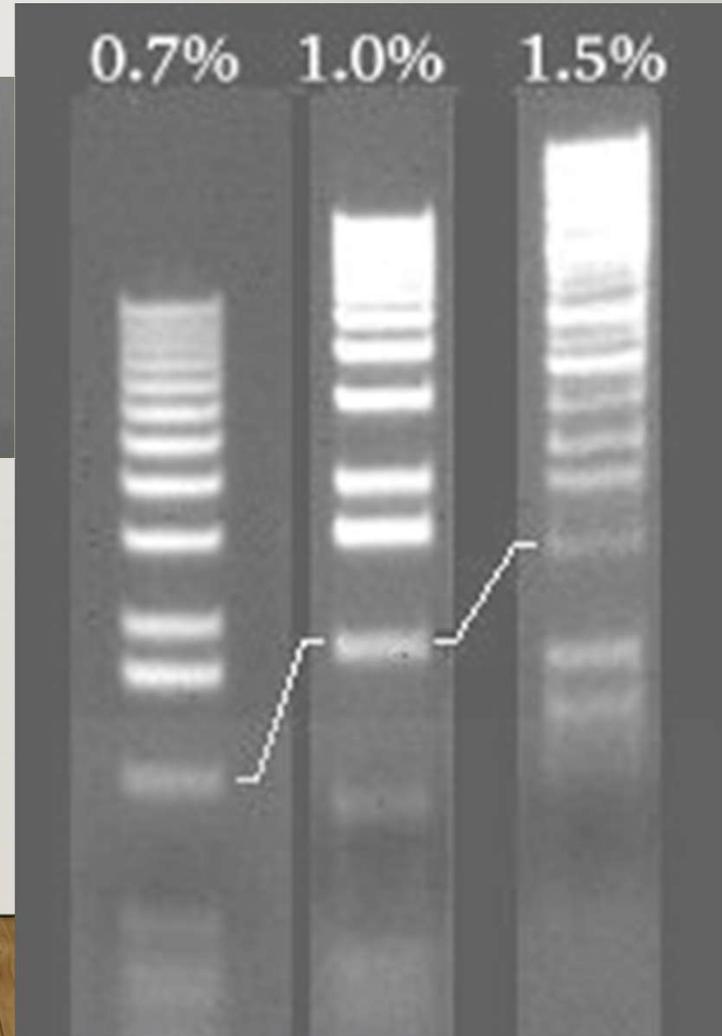
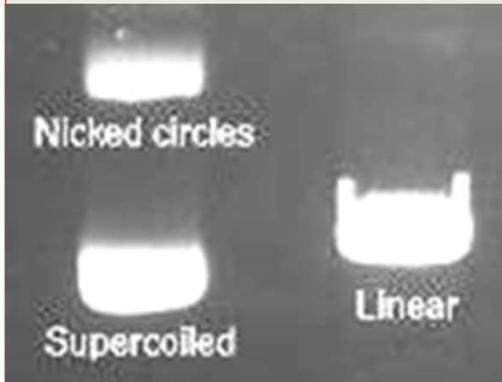
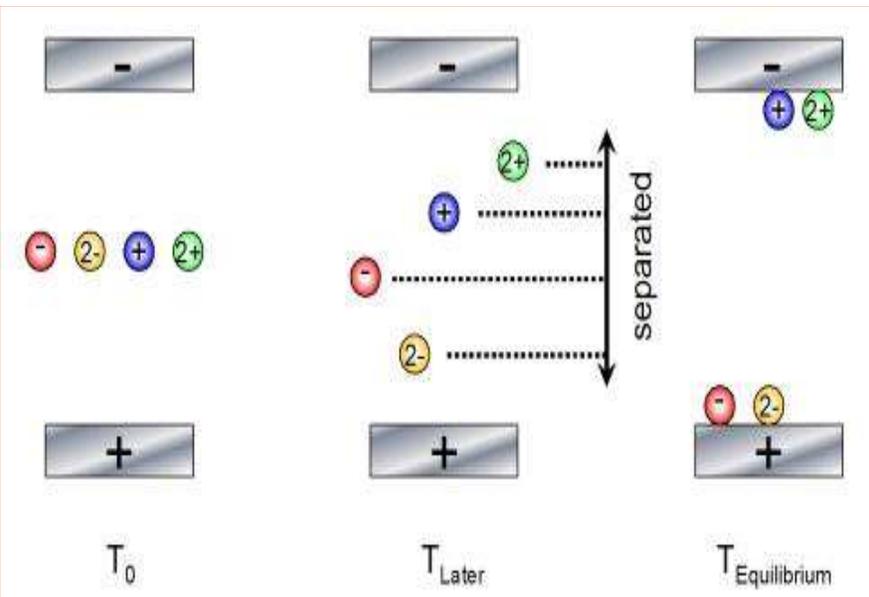


ELEKTROFORESIS

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



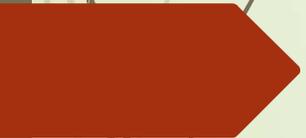
ELEKTROFORESIS



TERIMA KASIH



ASAM 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**

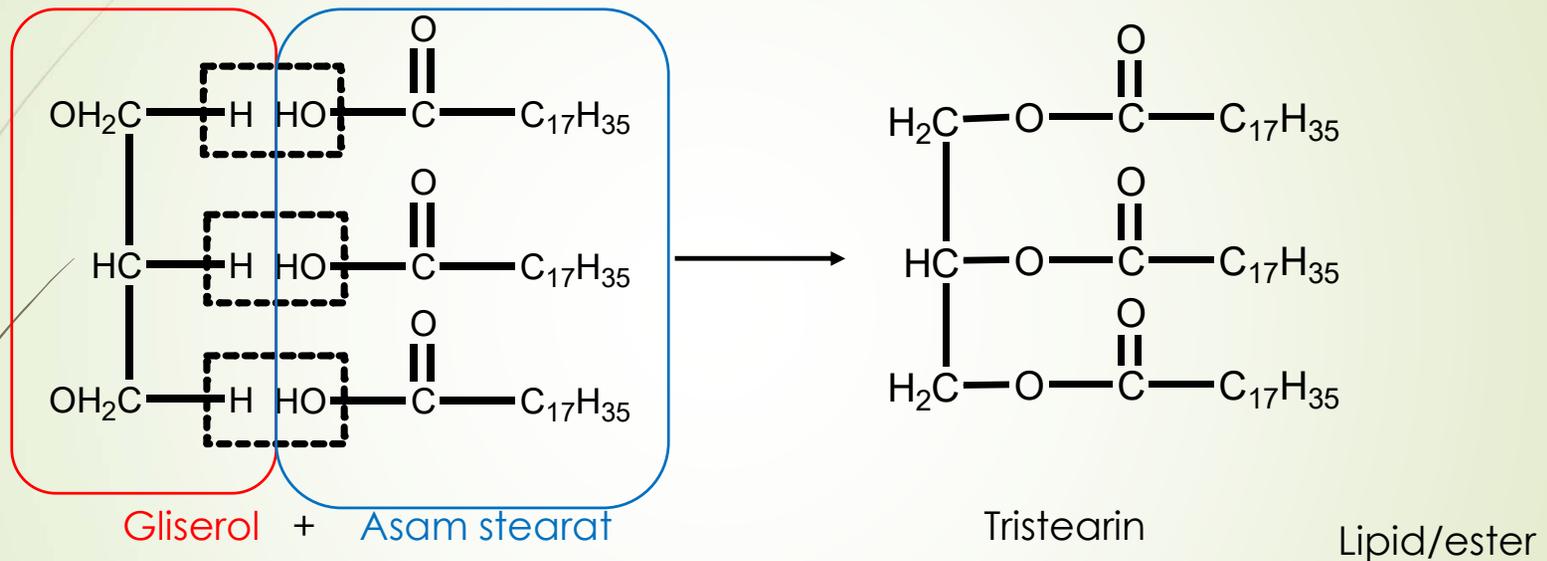
Lipid merupakan komponen utama membran.

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 dari asam karboksilat rantai panjang dengan alkohol (gliserol)



Lipid → sederhana dan campuran.

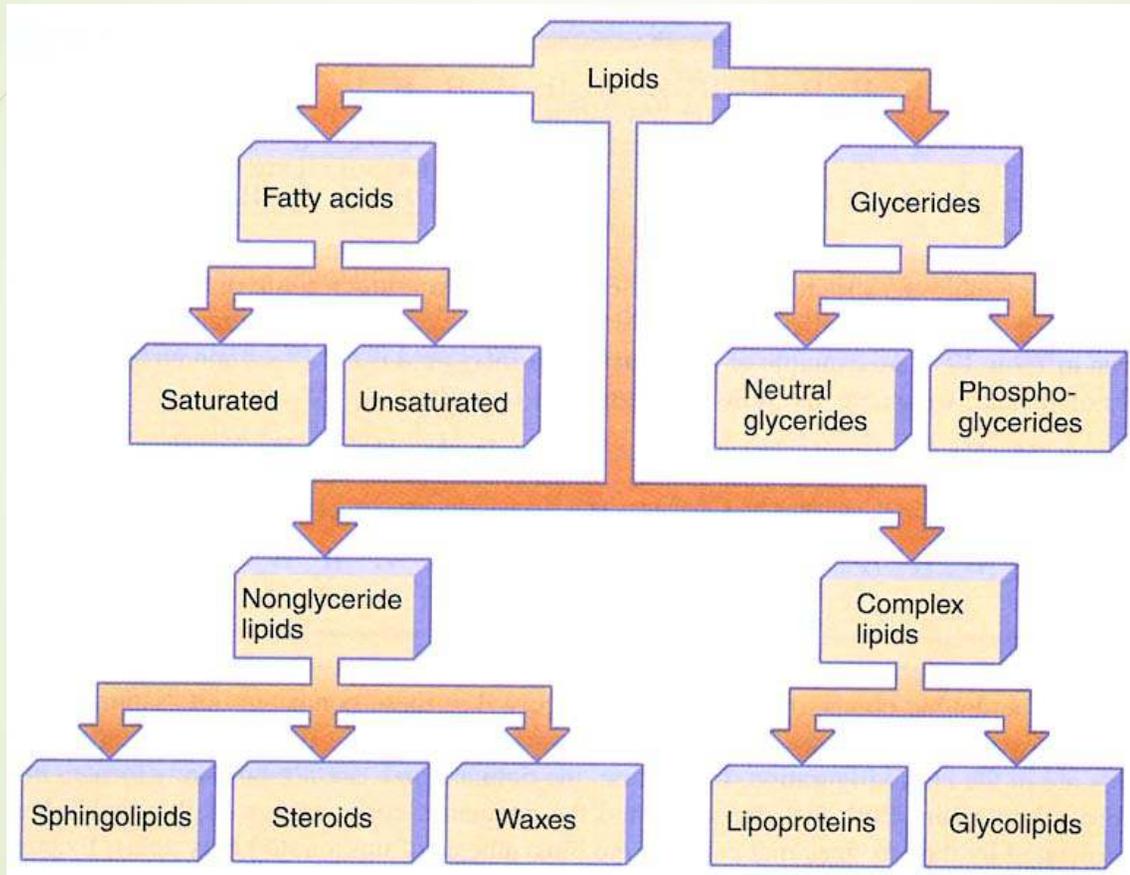
- Lipid sederhana : asam lemak sejenis
- Lipid campuran : asam lemak tidak sejenis



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)
- 

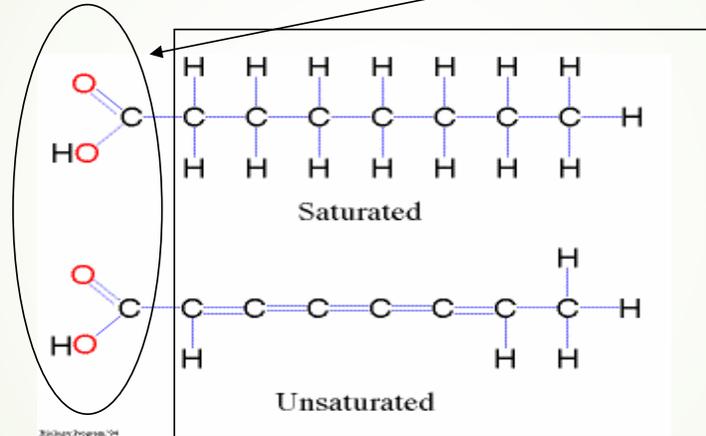


Fungsi Lipid :

- 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.



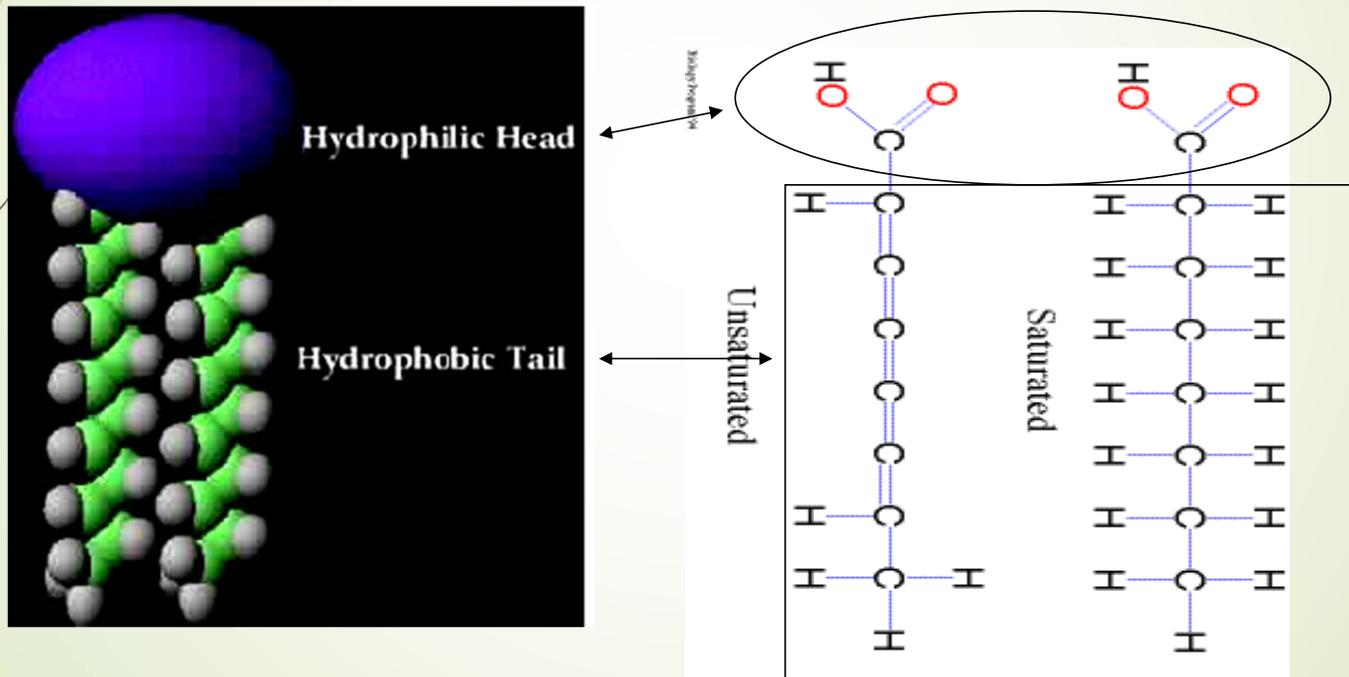
Asam lemak yang sering ditemui di alam pada umumnya mempunyai jumlah karbon genap

Struktur umum asam lemak:

Kepala : hidrofilik

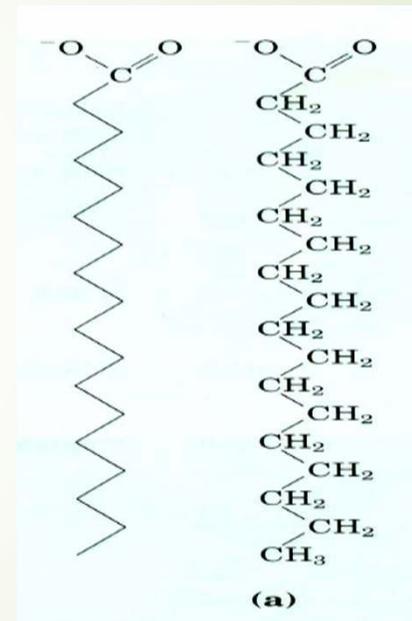
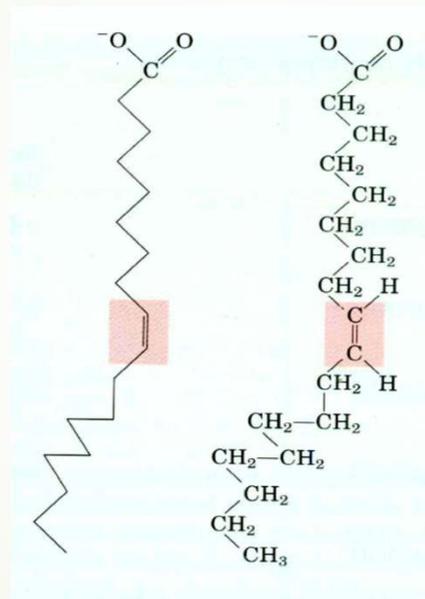
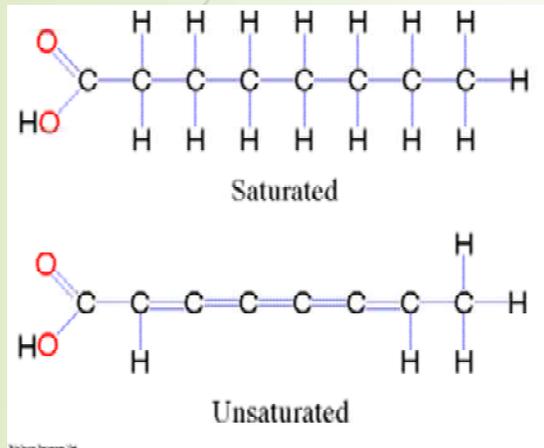
Ekor : hidrofobik

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 : Σ C : Σ iktn rangkap Δ letak ikatan rangkap

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

- 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

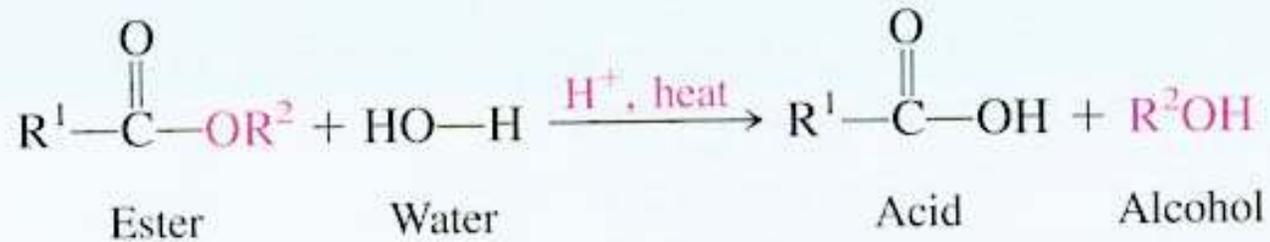
- Sebagai **sumber energi**.
- Bahan baku **hormon**.
- Membantu **transport vitamin** yang larut dalam lemak.
- Sebagai bahan **insulasi terhadap suhu**.
- **Pelindung organ-organ** tubuh bagian dalam.

Reaksi Kimia Asam Lemak

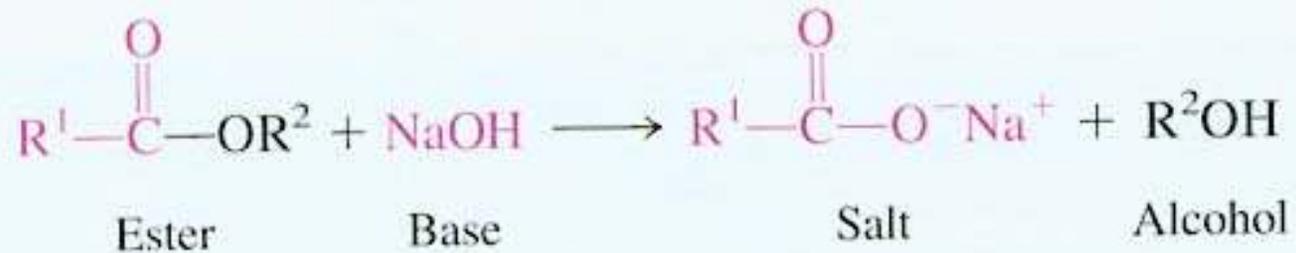
1. Esterifikasi



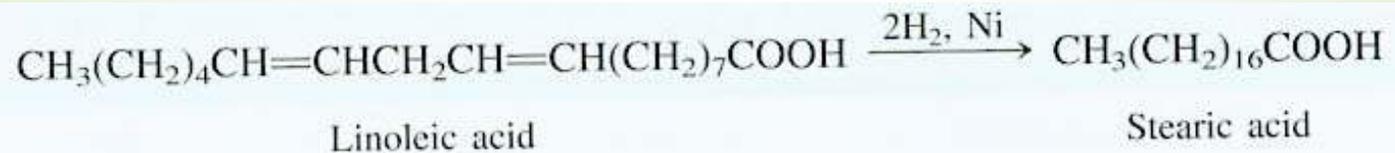
2. Hidrolisis



3. Saponifikasi



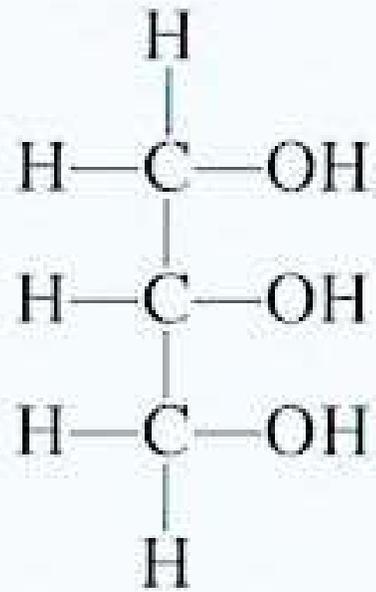
4. Reaksi pada ikatan kimia rangkap : hidrogenasi



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.

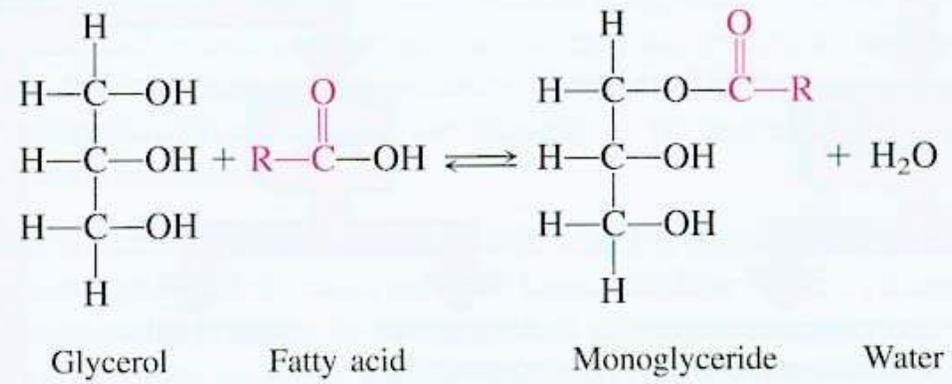
II. GLISERIDA



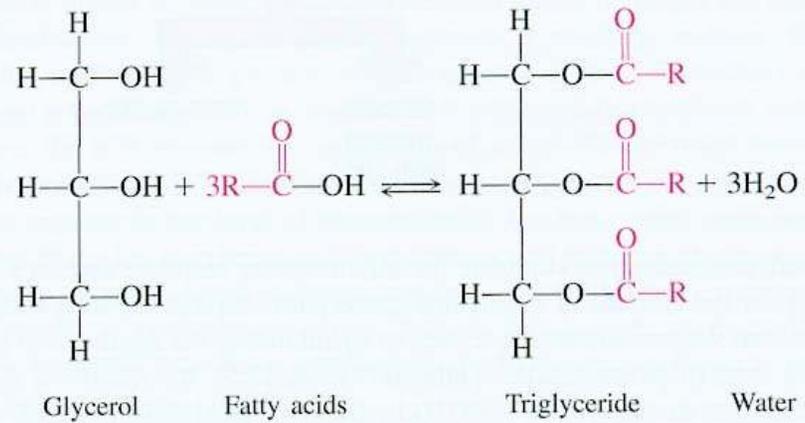
Glycerol

Sintesis monogliserida

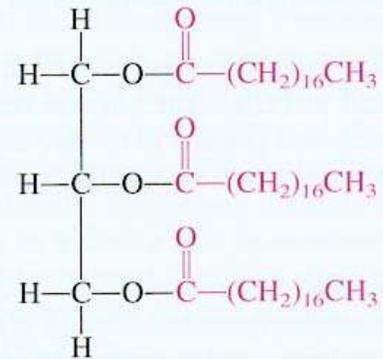
Solution



Pembentukan trigliserida



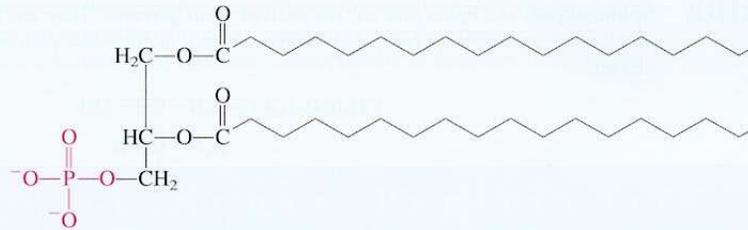
A common example of a triglyceride is glyceryl tristearate:



Glyceryl tristearate (tristearin)

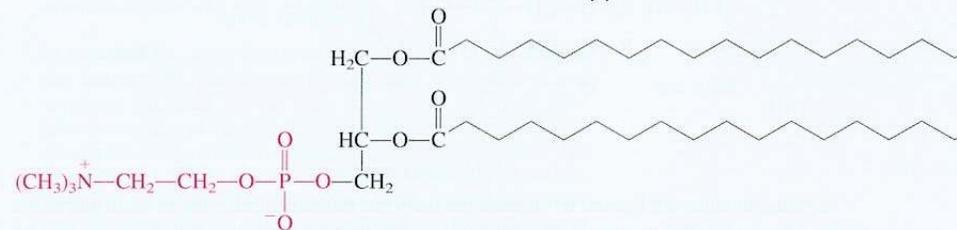
Fosfoliserida

(cephalin).



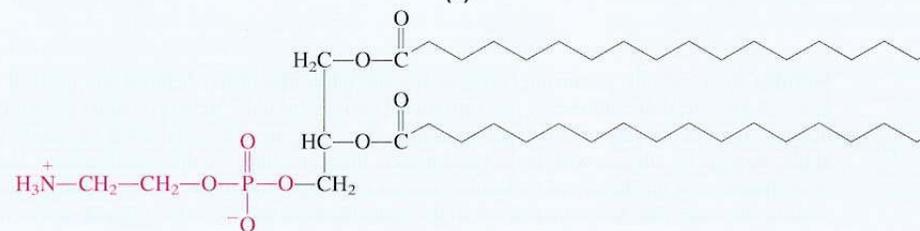
Phosphatidate

(a)



Phosphatidylcholine (lecithin)

(b)

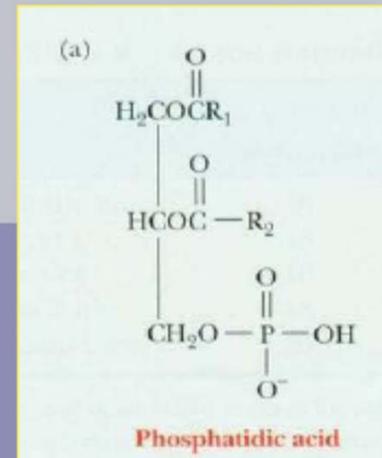


Phosphatidylethanolamine (cephalin)

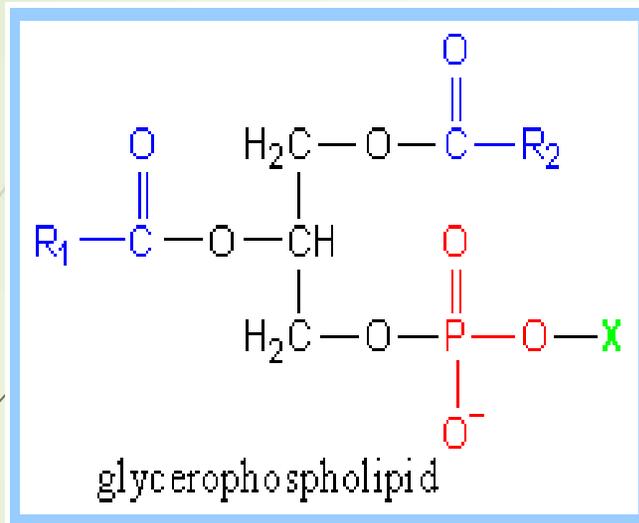
(c)

Gliserofosfolipid / fosfogliserat

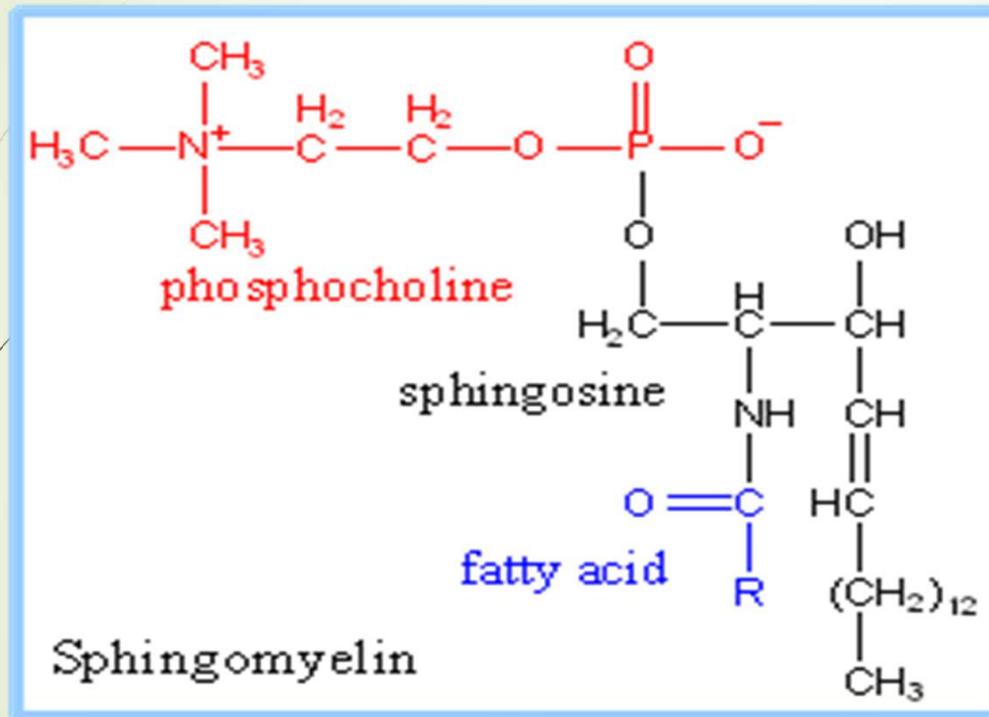
- Ketika salah satu dari gugus alkohol dr gliserol diesterifikasi oleh asam fosfat → **asam fosfatidat**
- asam fosfat mampu membentuk lebih dr 1 iktn ester shg mampu mengikat molekul alkohol lain → **fosfogliserat**



Struktur dasar gliserofosfolipid



Contoh Sphingofosfolipid : sphingomyelin



Spingolipid

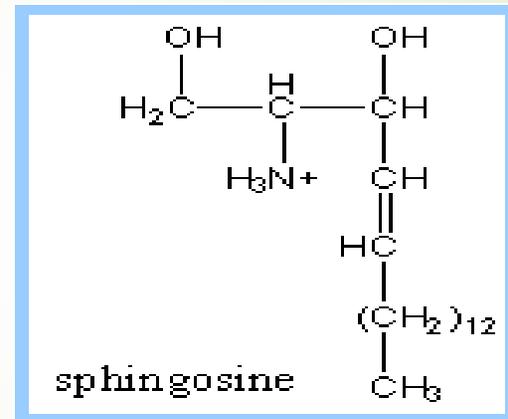
- Merupakan derivat spingosin
- Tidak mengandung gliserol
- Mengandung spingosine (amino alkohol berantai panjang)
- Ditemukan baik pd tumbuhan dan hewan
- Banyak ditemukan pd sistem saraf
- Yg paling sederhana = ceramids → 1 asam lemak terhubung dengan gugus amino dari spingosine dengan ikatan amida

Sphingofosfolipid → fosfolipid yang mengandung alkohol berupa sphingosin

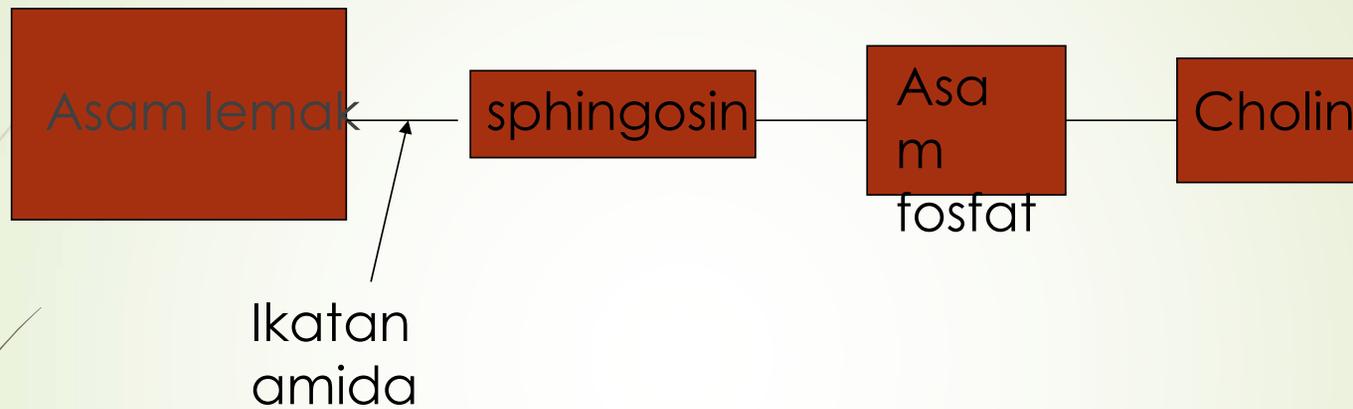
Sphingofosfolipid terdiri dari :

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

Cholin : OH - CH₂- CH₂ - N⁺ - (CH₃)₃



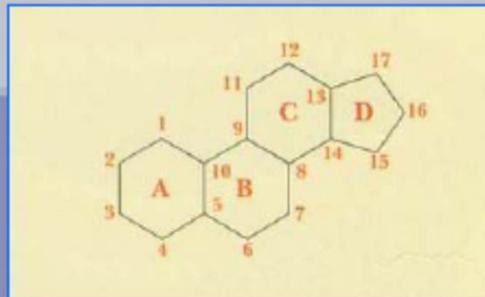
Struktur Sphingofosfolipid

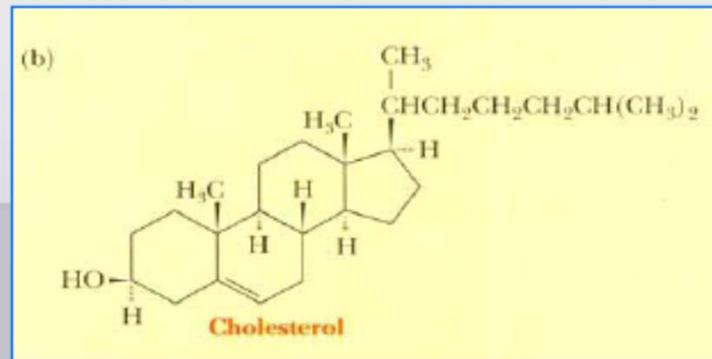


2. Glikolipid → terdiri dari : molekul gula, alkohol berupa gliserol/sphingosin dan asam lemak.

Steroid

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





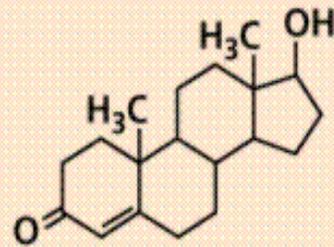
- Steroid / sterol utama pada hewan
- Gugus yg bsft hidrofilik → C3 (gugus hidroksil) → shg sangat hidrofobik
- Sebagai penyusun membran
- Prekursor steroid yang lain dan vit D₃
- Dikenal mempunyai efek buruk utk kesehatan manusia

Steroid

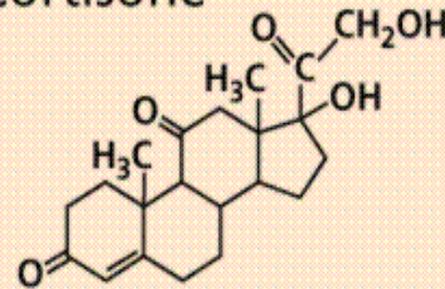
- Kegunaan :
 - 10% otak
 - 10 -15% sumsum tulang
 - Mencegah hilang air dan zat-zat terlarut dalam air
 - Tinggi dalam kuning telur
- Termasuk steroid : hormon sex, vitamin D dan hormon adrenal, kolesterol.

Struktur steroid

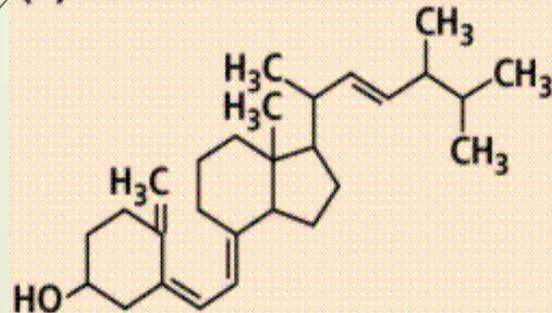
(a) Testosterone



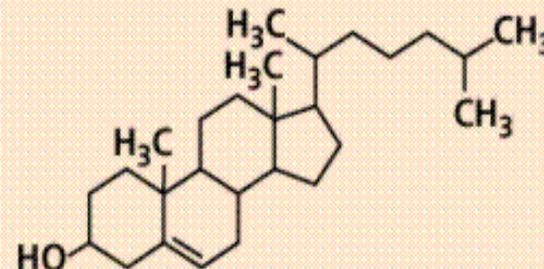
(b) Cortisone



(c) Vitamin D

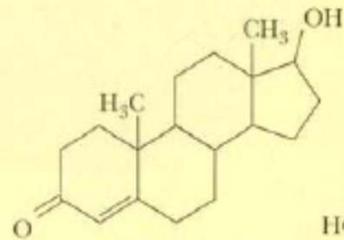


(d) Cholesterol

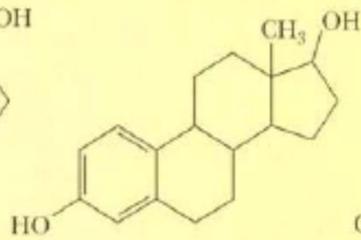


Steroid merupakan lemak yang tidak tersabunkan

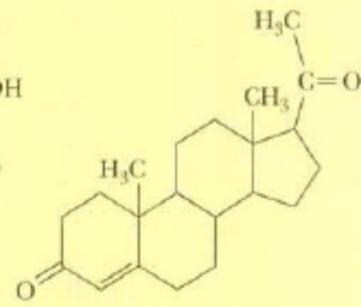
(c)



Testosterone

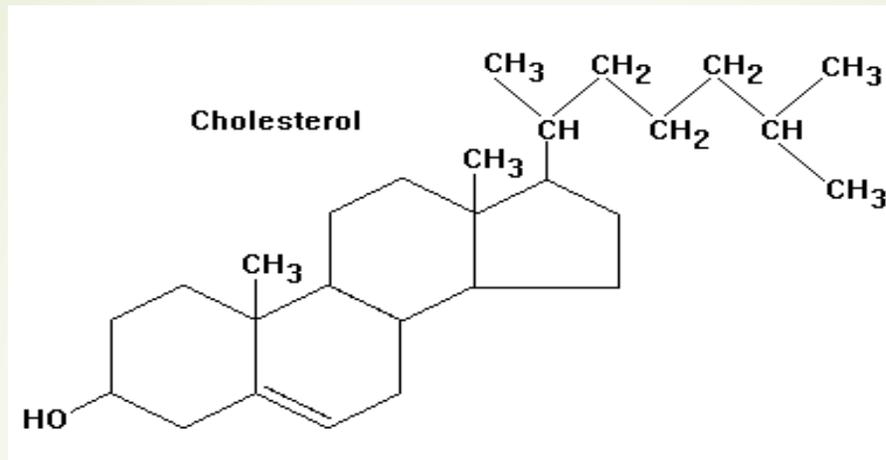


Estradiol



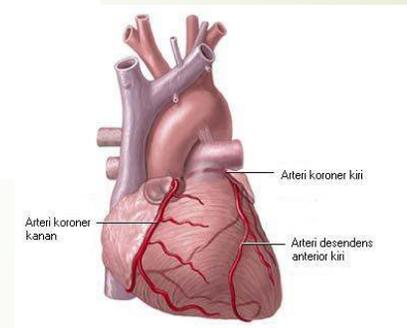
Progesterone

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



Struktur ini tersusun atas 4 cincin.

Kolesterol terdapat dalam darah, empedu, dan jaringan syaraf.



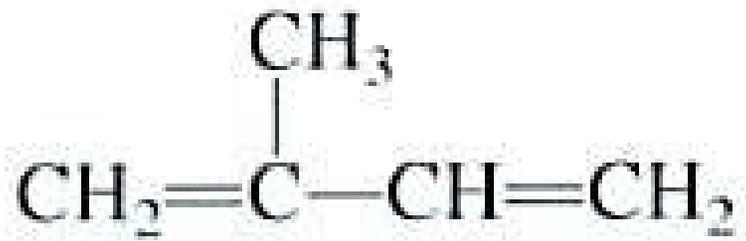


Sifat Kolesterol

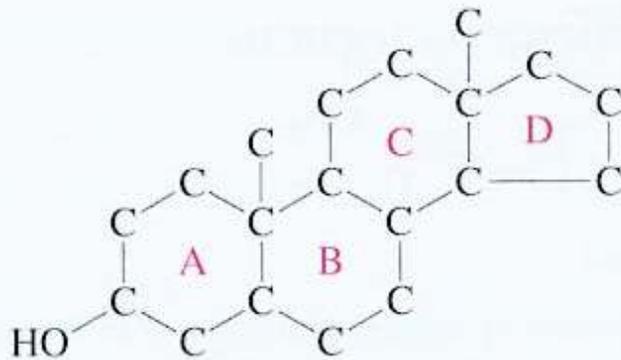
- Dapat larut dalam pelarut lemak.
- Dapat mengkristal apabila dalam konsentrasi yang tinggi.

Fungsi Kolesterol

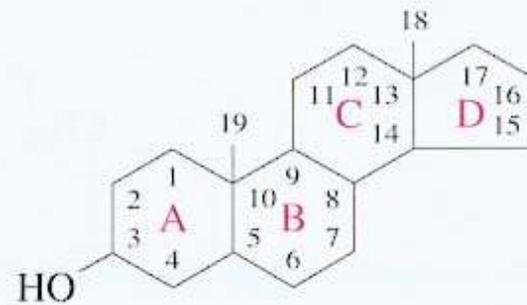
- Sebagai pembentuk dinding sel
- Membuat hormon seks (progesteron dan estrogen)
- Hormon korteks adrenal (penting pada metabolisme dan keseimbangan garam dalam tubuh)
- Vitamin D (untuk menyerap kalsium dalam tubuh),
- Membuat Garam empedu (membantu usus menyerap lemak).



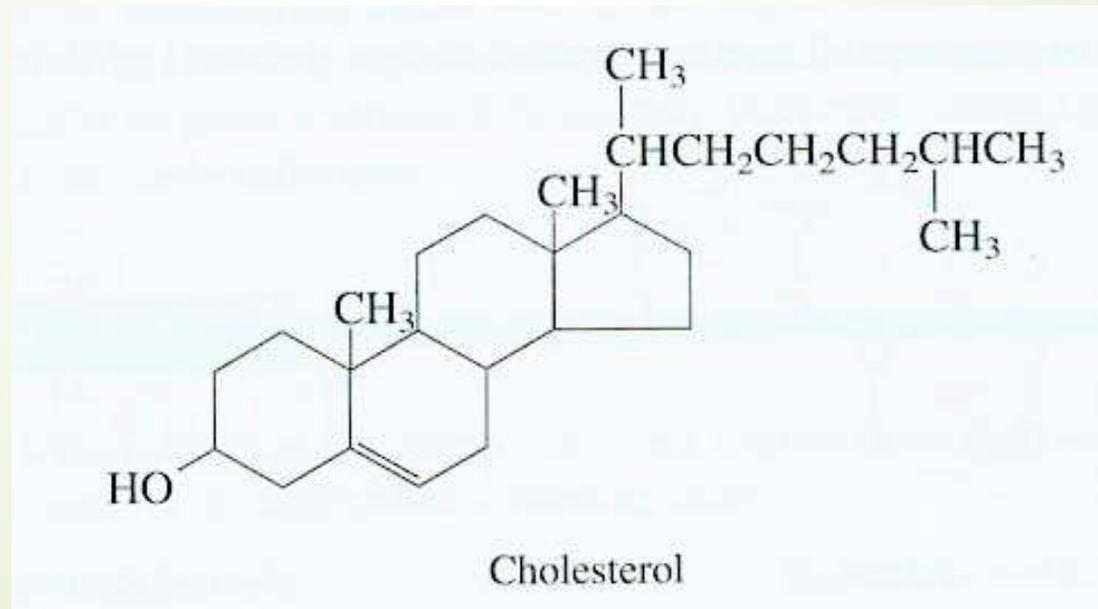
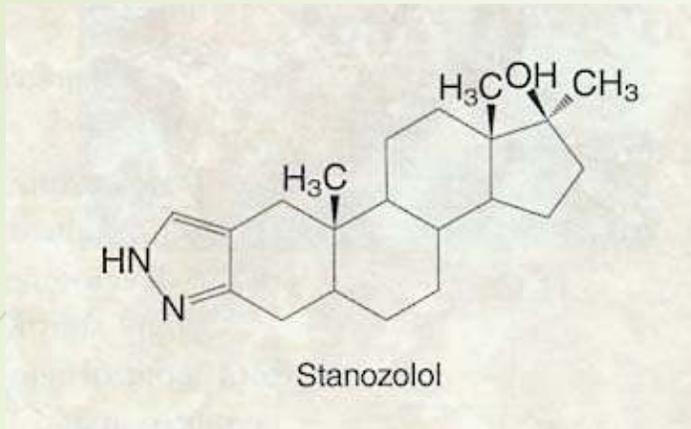
Isoprene

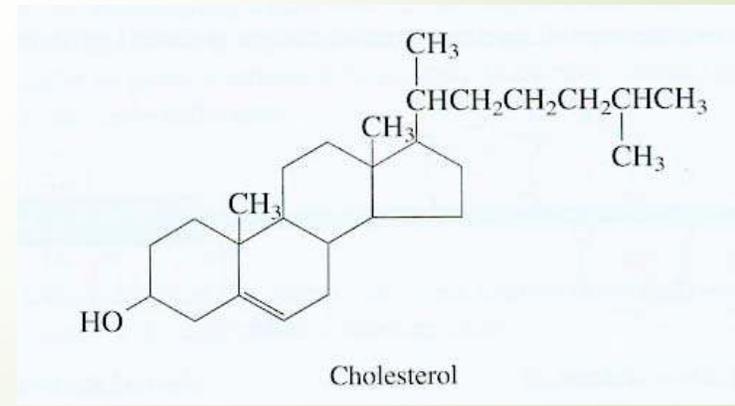
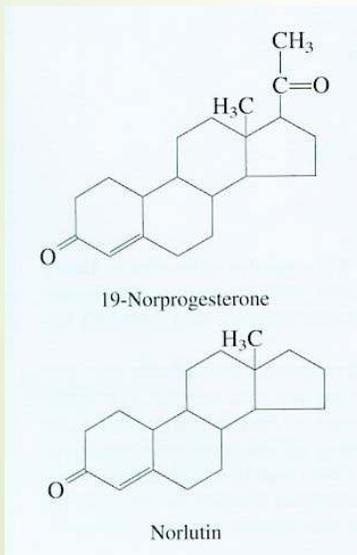
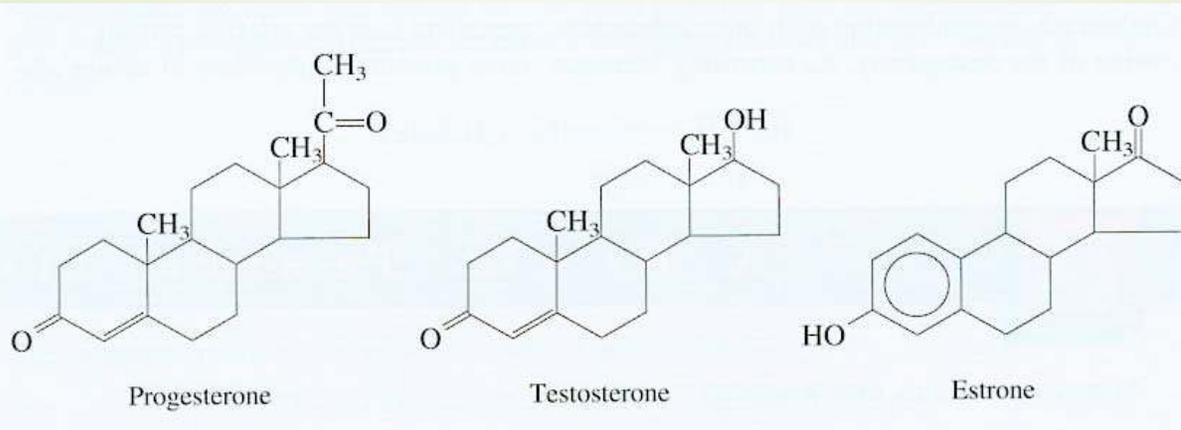


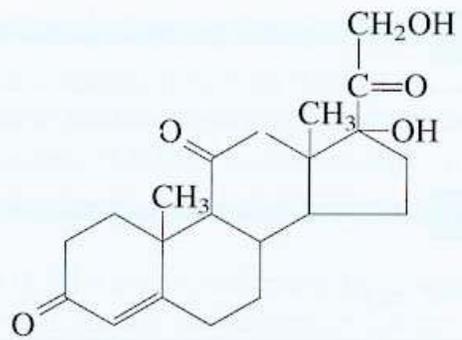
Carbon skeleton of
the steroid nucleus



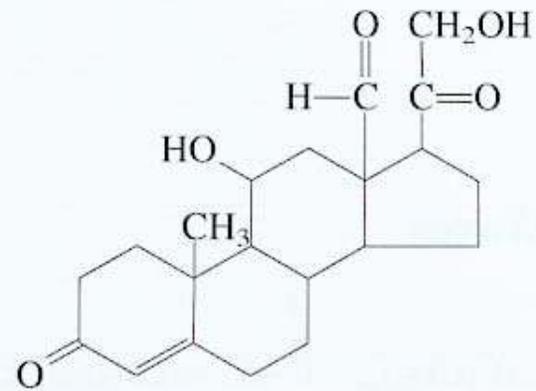
Steroid nucleus





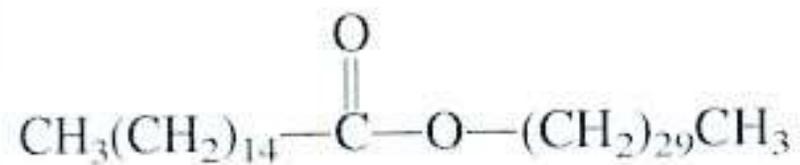


Cortisone

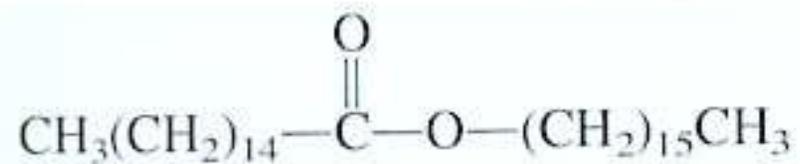


Aldosterone

Lilin

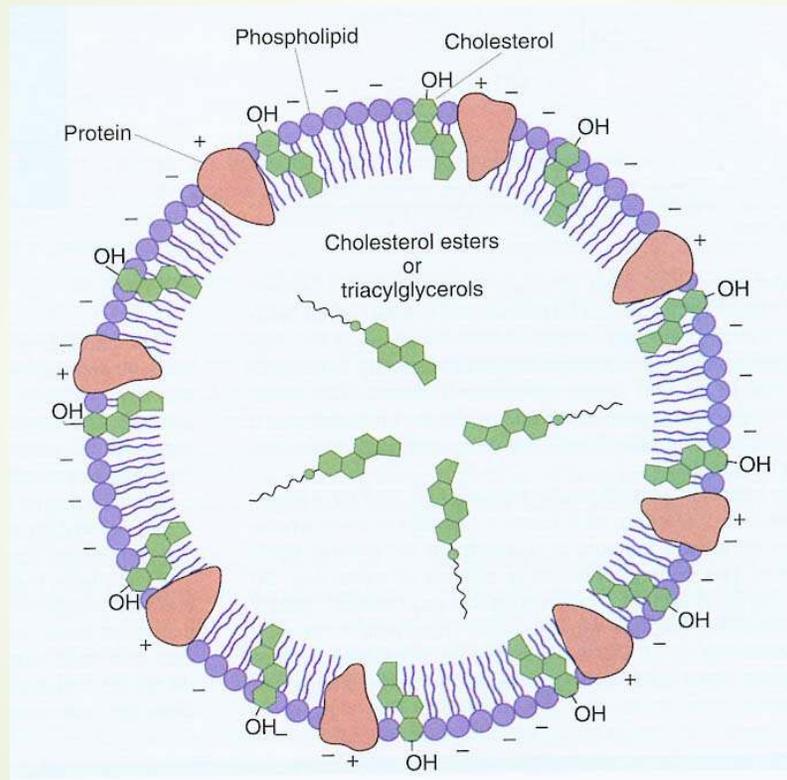


Myricyl palmitate
(beeswax)



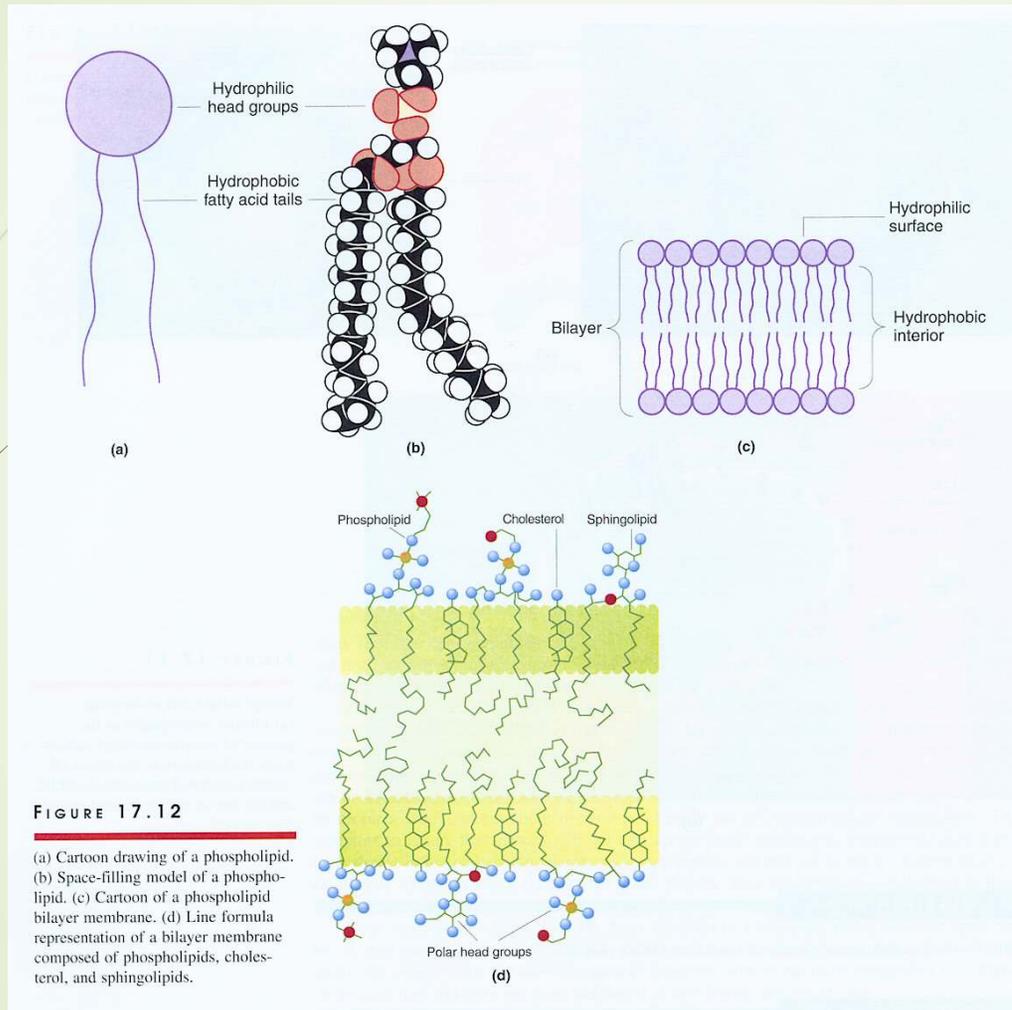
Cetyl palmitate
(whale oil)

IV. LIPID KOMPLEKS

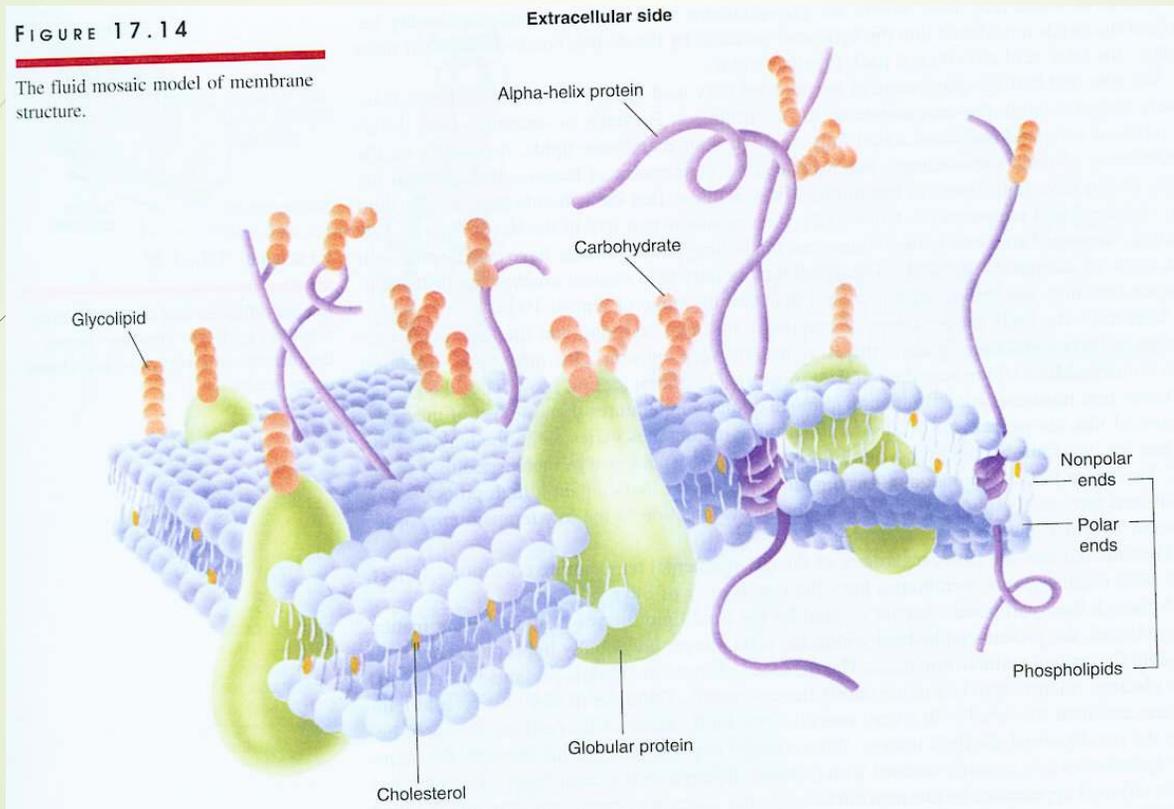


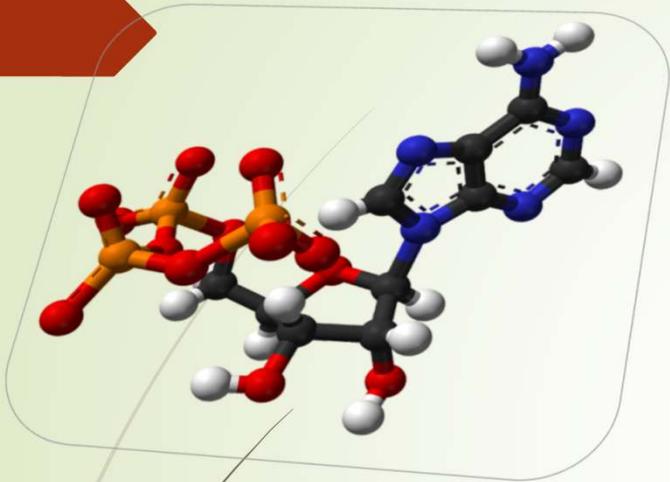
Gambar. Struktur plasma lipoprotein

Struktur membran biologis



Model mosaik struktur membran





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.



Struktur Asam Nukleat

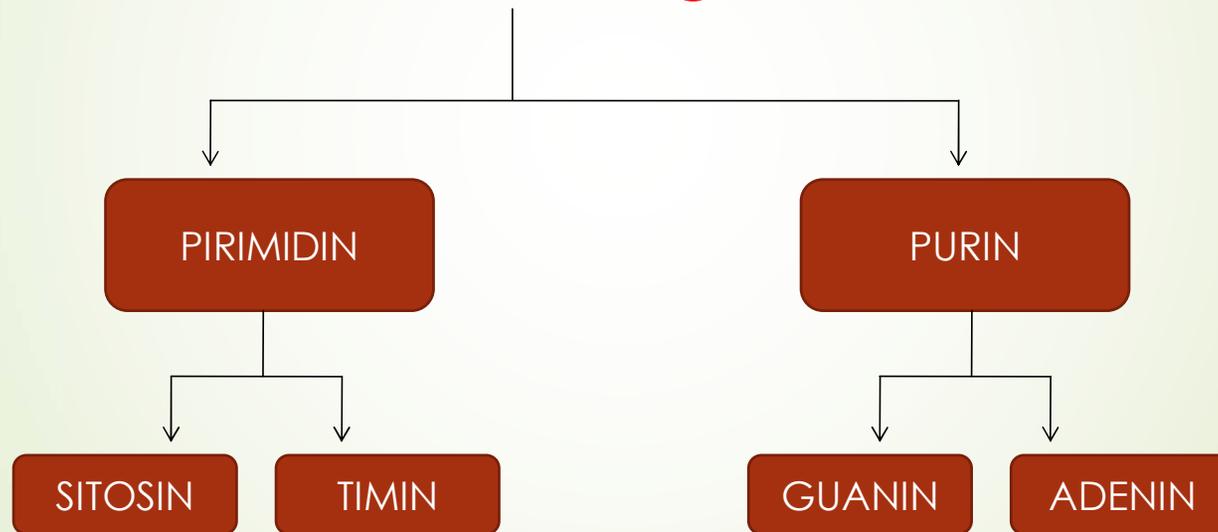
- Asam nukleat adalah **makromolekul yang terdapat sebagai polimer yang disebut polinukleotida.**
- Setiap polinukleotida terdiri atas **monomer-monomer** yang disebut **nukleotida.**
- **Nukleotida** tersusun dari **basa nitrogen, gula pentosa, dan gugus fosfat.** Sedangkan Nukleotida **tanpa gugus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

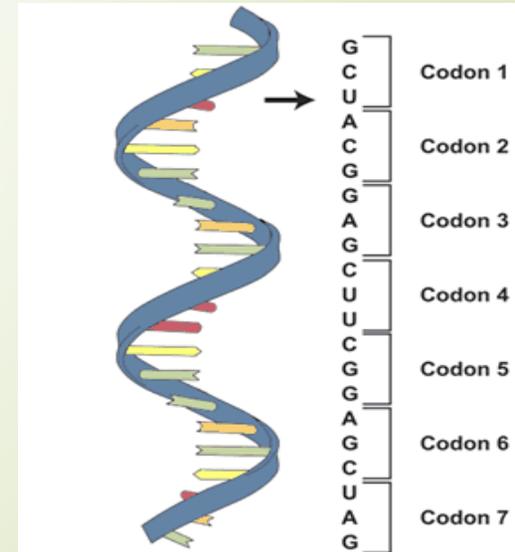
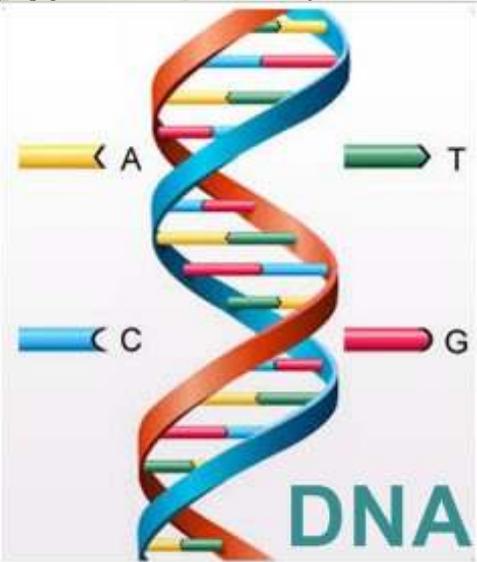
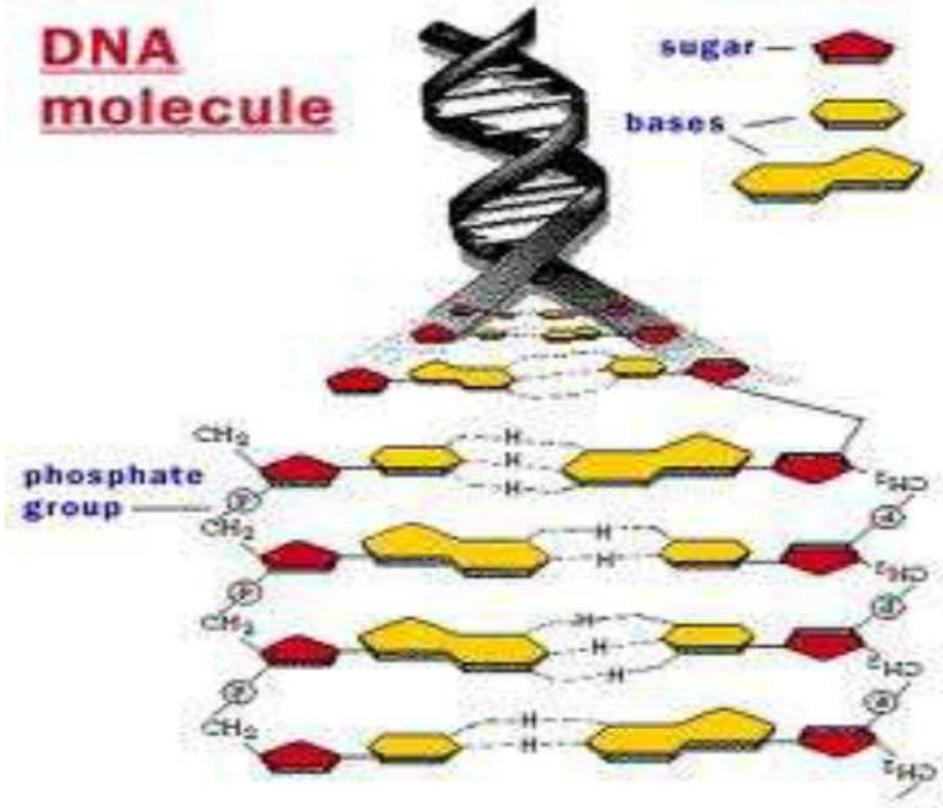
1. Struktur DNA

- Gugus gula deoksiribosa
- basa nitrogen



- Pospat

DNA molecule



2. Struktur RNA

➤ Basa Nitrogen



➤ Gula Ribosa

➤ 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: Purin: Guanin , Adenin Pirimidin: Timin , Sitosin	Basa nitrogen: Purin: Guanin, Adenin Pirimidin: Urasil , Sitosin
6.	Lokasi hanya ada pada nukleus	Lokasi ada pada nukleus dan sitoplasma

- **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.**

Kuis Pertemuan 9 Kimia Organik

Teori Asam dan Basa

Silahkan dijawab pada lembar jawab.

File jawaban dalam MSWord dengan nama file: NIM_Nama. (mis: 1234567_Agus Cahyono).

Lembar jawab diupload di link google drive sebagai berikut:

<https://drive.google.com/drive/folders/12LkzNOMJ4EIrVSLjvOw6QLunIJXYK7za?usp=sharing>

(upload sesuai folder kelas masing-masing, kelas A atau B)

Pada data di bawah terdapat harga K_a untuk beberapa senyawa asam. Berdasarkan data tersebut, urutan kekuatan asam yang benar adalah :

- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HF} < \text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$

Larutan	Lakmus merah	Lakmus biru
I	merah	merah
II	biru	biru
III	merah	merah
IV	biru	biru
V	merah	biru

- Pada data diatas terdapat pegujian beberapa larutan menggunakan kertas lakmus, berdasarkan data tersebut, larutan yang bersifat asam adalah...
 - Larutan I
 - Larutan II
 - Larutan III
 - Larutan IV
 - Larutan V
- Larutan dengan pH = 12 dibuat dengan melarutkan x gram NaOH (Mr=40) dalam air sampai volumenya 500 ml, sehingga x =....

0,2 gram

Indikator	Trayek pH	Perubahan warna
Metil merah	4,2 – 6,2	Merah - Kuning
BTB	6,0 – 7,6	kuning - biru
PP	8,3 – 10	Tak berwarna - merah

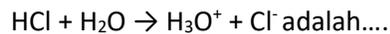
Sampel	MM	BTB	PP
A	kuning	biru	merah
B	kuning	biru	Tak berwarna

4. Berdasarkan data pengujian sampel air limbah, diatas, harga pH untuk sampel A dan B berturut-turut adalah:

Answer choices

- $\leq 6,3$ dan $7,6 \leq \text{pH} \leq 8,3$
- $7,6 \leq \text{pH} \leq 8,3$ dan ≤ 10
- $7,6 \leq \text{pH} \leq 8,3$ dan ≥ 10
- ≥ 10 dan $7,6 \leq \text{pH} \leq 8,3$
- ≤ 10 dan $7,6 \leq \text{pH} \leq 8,3$

3. Spesi yang merupakan pasangan asam-basa konjugasi dalam reaksi :



Answer choices

- HCl dan H_2O
- HCl dan H_3O^+
- HCl dan Cl^-
- H_3O^+ dan Cl^-
- H_3O^+ dan H_2O

4. Larutan basa lemah 0,01 M mempunyai pH=9. Derajat ionisasi basa tersebut adalah :

Answer

.....

5. Asam konjugasi dari basa H_2PO_4^- adalah :

Answer choices

- H_3PO_4
- PO_4^{3-}
- H_2PO_4
- H_3O^+
- HPO_4^{2-}

6. Diantara Larutan berikut yang bersifat asam adalah :

Answer choices

- a. CH_3COOH
- b. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- c. NH_3
- d. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- e. HCOOH

7. Sebanyak 50 ml larutan HCl 0,1 M direaksikan dengan 20 ml larutan NaOH 0,1 M. Maka pH larutan adalah :

Answer

.....



8. nilai Kb dari senyawa yg terukur dalam gambar adalah....

Answer choices

- a. 1×10^{-5}
- b. 1×10^{-6}
- c. 1×10^{-7}
- d. 1×10^{-8}
- e. 2×10^{-8}

9. Buah jeruk adalah bahan yang bersifat asam. Tentukan bahan lainnya yang bersifat asam yang paling banyak kamu gunakan dalam kehidupan sehari-hari !

Answer choices

- a. Larutan cuka makan
- b. Sirup atau tablet vitamin C
- c. keju yang mengandung asam laktat
- d. baterai accu yang mengandung asam sulfat

10. Salah satu bahan bersifat basa adalah sabun. Tentukan bahan yang bersifat basa lainnya yang sering kamu gunakan dalam kehidupan sehari-hari !

Answer choices

- a. soda kue
- b. Obat maag
- c. Air abu
- d. Kapur

11. Tuliskan teori asam basa menurut Arrhenius !

12. Tuliskan teori asam basa menurut Bronsted-Lowry !

13. Tuliskan teori asam-basa menurut Lewis !

14. Larutan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,005M memiliki pH yang sama dengan

Answer choices

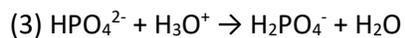
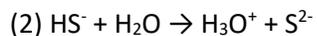
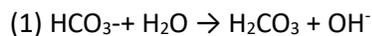
- a. 0,005 M KOH
- b. 0,01 M NaOH
- c. 0,01 M NH_4OH
- d. 0,001 M $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- e. 0,015 M $\text{Al}(\text{OH})_3$

15. Diketahui beberapa asam lemah dengan harga K_a nya masing-masing $K_a(\text{HA}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$; $K_a(\text{HB}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_a(\text{HC}) = 6,5 \cdot 10^{-4}$. Urutan penurunan kekuatan asam di atas adalah

Answer choices

- a. HA, HB, HC
- b. HA, HC, HB
- c. HC, HA, HB
- d. HC, HB, HA
- e. HB, HC, HA

17. Pada reaksi asam basa berikut:



H_2O bertindak sebagai basa menurut teori asam basa Bronsted-Lowry terdapat pada reaksi

Answer choices

- a. 1, 2, dan 3
- b. 1, 2
- c. 1, 3
- d. 2, 3

16. Konsentrasi ion hidrogen dalam larutan yang pH -nya = $3 - \log 2$ adalah

Answer choices

- a. $2 \times 10^{-2} M$
- b. $3 \times 10^{-3} M$
- c. $2 \times 10^{-3} M$
- d. $0,0001 M$
- e. $0,003 M$

17. Besarnya pH larutan 0,74 gram $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($\text{Ar Ca} = 40$, $\text{O} = 16$, dan $\text{H} = 1$) dalam 500 mL larutan adalah

Answer choices

- a. $2 - \log 4$
- b. $2 + \log 4$
- c. $11 + \log 4$
- d. $12 - \log 4$
- e. $12 + \log 4$

18. pH larutan asam etanoat 0,2 M ($K_a = 2 \times 10^{-5}$) adalah

Answer choices

- a. $3 - \log 2$
- b. $1 - \log 2$

- c. $4 - \log 4$
- d. $2 - \log 2$
- e. $5 - \log 2$

19. Jika larutan asam asetat mempunyai $pH = 3$ dan $Ka = 10^{-5}$ ($Mr = 60$), maka jumlah asam asetat dalam 1 liter larutan asam asetat sebesar

Answer choices

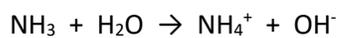
- a. 0,6 gram
- b. 0,3 gram
- c. 3 gram
- d. 60 gram
- e. 6 gram

20. Pada titrasi asam dan basa terjadi reaksi

Answer choices

- a. netralisasi
- b. substitusi
- c. halogenasi
- d. eliminasi
- e. polimerisasi

21. Diketahui reaksi :



Yang merupakan pasangan asam-basa konjugasi adalah...

Answer choices

- a. NH_3 dan H_2O
- b. NH_4^+ dan OH^-
- c. NH_4^+ dan H_2O
- d. H_2O dan OH^-

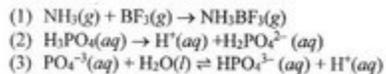
22. Diketahui reaksi : $H^+ + CN^- \rightarrow HCN$

Pernyataan berikut yang benar mengenai reaksi di atas adalah

Answer choices

- a. H^+ bersifat basa karena menerima pasangan elektron bebas

- b. CN^- bersifat basa karena memberi pasangan elektron bebas
- c. Reaksi diatas merupakan reaksi asam basa bronsted lowry
- d. H^+ dan CN^- merupakan pasangan asam basa konjugasi



23. Berikut diberikan persamaan reaksi. Urutan yang sesuai dengan konsep asam basa Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis adalah

Answer choices

- a. (1), (2), (3)
- b. (2), (1), (3)
- c. (2), (3), (1)
- d. (3), (1), (2)
- e. (3), (2), (1)

24. Larutan 100 mL H_2SO_4 0,1 M mempunyai pH sebesar

Answer choices

- a. $1 - \log 2$
- b. $1 + \log 1$
- c. $1 + \log 2$
- d. $2 - \log 2$
- e. $2 + \log 1$

zat	pH	zat	pH
1. isi lambung	2	4. sari buah anggur	4
2. urine	6	5. isi jeroan	8
3. darah	7	6. susu sapi	7

25. Suatu hasil analisa menyatakan sebagai berikut. Maka yang merupakan suatu asam adalah....

Answer choices

- a. 1 dan 2
- b. 3 dan 6
- c. 3, 5 dan 6
- d. 1, 2 dan 4
- e. 2, 3 dan 6

No	1	2	3	4	5	6	7	8
Asam	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HK
K_a	$6,2 \times 10^{-4}$	$7,5 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-4}$	7×10^{-4}	$6,7 \times 10^{-4}$	$9,6 \times 10^{-4}$

26. Perhatikan tabel K_a dari beberapa asam berikut! Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa kekuatan asam adalah . . .

Answer choices

- a. $HF > HE < HB$
- b. $HB < HE < HD$
- c. $HF < HB < HC$
- d. $HA > HF > HC$
- e. $HB < HK > HD$

Larutan	Lakmus Merah	Lakmus Biru
1.	Merah	Merah
2.	Biru	Biru
3.	Merah	Merah
4.	Merah	Biru
5.	Biru	Biru
6.	Merah	Merah

27. Berdasarkan data di atas maka larutan yang bersifat basa adalah....

Answer choices

- a. 2 dan 5
- b. 2, 4 dan 5
- c. 3,5 dan 6
- d. 1, 3 dan 6
- e. 2, 4 dan 6

Larutan	Lakmus Merah	Lakmus Biru
1	merah	merah
2	biru	biru
3	merah	merah
4	merah	biru
5	biru	biru
6	merah	merah

28. Berdasarkan data di atas, maka larutan yang bersifat asam adalah

Answer choices

- a. 3, 5, dan 6
- b. 3, 4, dan 6
- c. 2, 4, dan 6
- d. 1, 3, dan 6
- e. 1, 2, dan 6

No.	Larutan	Warna Kertas Lakmus Biru	Warna Kertas Lakmus Merah
1)	Air suling	Merah	Merah
2)	Air kapur	Biru	Biru
3)	Air peroksida	Merah	Merah
4)	Cuka dapur	Merah	Merah
5)	Garam dapur	Biru	Merah

29. Berdasarkan data hasil percobaan di atas, larutan asam terdapat dalam nomor....

Answer choices

- a. 1), 2), dan 3)
- b. 1), 3), dan 4)
- c. 2), 3), dan 5)
- d. 2), 4), dan 5)
- e. 3), 4), dan 5)

31. Diketahui beberapa larutan dengan konsentrasi molar yang sama sebagai berikut.

- 1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 4) CH_3COOH
- 2) NH_4OH 5) KOH
- 3) H_2SO_4

Larutan yang dapat mengubah warna kertas lakmus biru menjadi merah yaitu....

Answer choices

- a. dan 2)
- b. dan 5)
- c. dan 4)
- d. dan 4)
- e. dan 5)

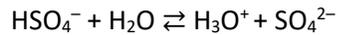
30. pH larutan dari basa kuat $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,08 M adalah....

Answer choices

- a. $13 + \log 1,6$
- b. $12 + \log 8$

- c. $2 - \log 1,6$
- d. $2 - \log 8$
- e. $1 - \log 1,6$

31. Diketahui reaksi berikut.



Reaksi di atas yang bertindak sebagai asam Bronsted-Lowry dan basa konjugasinya adalah....

Answer choices

- a. HSO_4^- dan SO_4^{2-}
- b. HSO_4^- dan H_3O^+
- c. H_2O dan H_3O^+
- d. H_2O dan SO_4^{2-}
- e. HSO_4^- dan H_2O

32. Konsentrasi larutan HCl setelah dititrasi dengan larutan HCl dengan larutan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1 M adalah....

Answer choices

- a. 0,1 M
- b. 0,105 M
- c. 0,210 M
- d. 0,220 M
- e. 0,400 M

33. Larutan NaOH 0,2 M sebanyak 50 mL dititrasi dengan larutan H_2SO_4 0,0625 M. Volume larutan H_2SO_4 yang diperlukan agar tepat netral adalah....

Answer choices

- a. 20 mL
- b. 40 mL
- c. 60 mL
- d. 80 mL
- e. 160 mL

34. Pernyataan yang tepat sehubungan dengan konsep asam basa Arrhenius yaitu.....

Answer choices

- a. NH_3 bersifat asam karena melepaskan H^+
- b. NaCl bersifat asam karena melepaskan Cl .
- c. CH_3COOH dalam etanol bersifat basa karena melepaskan ion OH^-
- d. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dalam air bersifat basa karena melepaskan ion OH^-
- e. HCl dalam benzena bersifat asam karena 1 atom Cl mengikat 1 atom H

36. Perhatikan pernyataan berikut!

- 1) Berasa pahit.
- 2) Bersifat korosif.
- 3) Dalam air terionisasi melepaskan ion H^+ .
- 4) Dapat mengubah kertas lakmus merah menjadi biru.
- 5) Terionisasi menjadi ion positif logam dan ion negatif hidroksil.

Pernyataan di atas yang menunjukkan sifat basa yaitu nomor.....

Answer choices

- a. 1), 2), dan 3)
- b. 1), 3), dan 4)
- c. 1), 4), dan 5)
- d. 2), 3), dan 4)
- e. 3), 4), dan 5)

35. Larutan KOH memiliki konsentrasi sebesar $4 \times 10^{-3} \text{ M}$ mempunyai pH sebesar.....

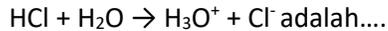
Answer choices

- a. $3 - \log 4$
- b. $4 + \log 3$
- c. $11 - \log 3$
- d. $11 + \log 4$
- e. $11 - \log 4$

**UJIAN AKHIR KIMIA ORGANIK
SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2023-2024**

Tanggal : 26 Juni 2024
Waktu : 08.00-09.40

1. Spesi yang merupakan pasangan asam-basa konjugasi dalam reaksi :

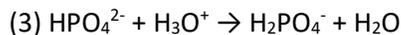
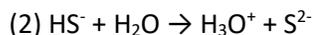
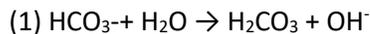


- a. HCl dan H₂O
- b. HCl dan H₃O⁺
- c. H₃O⁺ dan Cl⁻
- d. H₃O⁺ dan H₂O

2. Larutan Ba(OH)₂ 0,005M memiliki pH yang sama dengan

- a. 0,005 M KOH
- b. 0,01 M NaOH
- c. 0,01 M NH₄OH
- d. 0,001 M Ca(OH)₂

3. Pada reaksi asam basa berikut:



H₂O bertindak sebagai basa menurut teori asam basa Bronsted-Lowry terdapat pada reaksi

- a. 1, 2, dan 3
- b. 1, 2
- c. 1, 3
- d. 2, 3

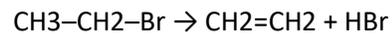
4. Diketahui reaksi : $\text{H}^+ + \text{CN}^- \rightarrow \text{HCN}$

Pernyataan berikut yang benar mengenai reaksi di atas adalah

- a. H⁺ bersifat basa karena menerima pasangan elektron bebas
- b. CN⁻ bersifat basa karena memberi pasangan elektron bebas
- c. Reaksi di atas merupakan reaksi asam basa bronsted lowry
- d. H⁺ dan CN⁻ merupakan pasangan asam basa konjugasi

5. Reaksi penambahan gugus pada ikatan rangkap dengan cara memutuskan ikatan rangkap pada alkena dan alkuna disebut reaksi....
- Adisi
 - Substitusi
 - Oksidasi
 - Eliminasi

6. Perhatikan reaksi kimia senyawa hidrokarbon berikut.



Jenis reaksi di atas adalah....

- Adisi
 - Substitusi
 - Oksidasi
 - Eliminasi
7. Hasil dari reaksi antara Propana dan Br₂ adalah....
- CH₃CH₂CH₂Cl + HCl
 - CH₃CH₂CH₂Br + HBr
 - CH₃CH₂Br + HBr
 - CH₃Br + HBr

8. Produk utama hasil reaksi dari CH₃-CH₂-CH=CH₂ + HCl -->

Jika memenuhi kaidah Markovnikov adalah....

- CH₃-CH₂-CH₂-CHCl
 - CH₃-CHCl-CH₂-CH₃
 - CH₃-CH₂-CHCl-CH₃
 - CH₃-CH₂-CHCl-CH₃
9. Produk utama hasil reaksi dari 1-pentena dengan HBr menggunakan **katalis H₂O₂** adalah....
- 2-bromo-pentana
 - 1-bromo-pentana
 - 1-bromo-pentena
 - 2-bromo-pentena

10. 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
11. Hasil adisi 1-pentena dengan asam bromida adalah
- 2-bromopentana
 - 3-bromopentana
 - 1-bromopentana
 - 2,3-dibromopentana
12. Reaksi pembentukan 1-butena dari butana termasuk reaksi
- adisi
 - oksidasi
 - substitusi
 - eliminasi
13. Di antara reaksi-reaksi berikut yang termasuk reaksi substitusi adalah
- $C_2H_4 + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 2 H_2O$
 - $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr$
 - $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$
 - $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$
14. 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
15. 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

- d. pembentukan ikatan tunggal menjadi ikatan rangkap tiga
16. 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
17. 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
18. Reagen yang digunakan dalam proses adisi elektrofilik dari alkena adalah ...
- KCl
 - NaCl
 - HBr
 - MgBr
19. 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
20. 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

21. Reaksi substitusi nukleofilik yang mekanismenya dengan dua langkah dikenal sebagai
- SN1
 - SN2
 - E1
 - E2
22. Reaksi yang mungkin terjadi jika tert-butyl klorida direaksikan dengan NaOH adalah...
- SN1
 - SN2
 - E1
 - E2
23. Pada reaksi SN2, reaktivitas gugus pergi sangat berpengaruh pada reaksi ini. Berikut urutan gugus pergi yang paling reaktif hingga paling rendah adalah
- Iodin, bromin, klorin, hidroksil
 - Bromin, klorin, hidroksil, iodin
 - Klorin, hidroksil iodin, bromin
 - Hidroksil, iodin, bromin, klorin
24. Hasil adisi HCl terhadap 2-etil-1-butena berupa...
- 2-kloro-2-metilpentana
 - 1-kloro-2-etilbutana
 - 3-kloro-3-metilpentana
 - 2-kloro-2-etilbutana
25. molekul yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan bersifat sangat reaktif disebut dengan
- Radikal Bebas
 - Antioksidan
 - Molekul Stabil
 - Elektron
26. Senyawa-senyawa berikut yang semuanya dapat bertindak sebagai asam Brønsted–Lowry adalah...
- NH_3 , H_2O , $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$, HCl
 - HCl, HNO_3 , BF_3 , CCl_4
 - NH_3 , HNO_3 , H_2O , NCl_3
 - PCl_3 , CCl_4 , BF_3 , NCl_3

27. Struktur glukosa atau karbohidrat dapat digambarkan dalam berbagai bentuk. Salah satunya adalah bentuk siklik atau cincin sederhana, yang disebut dengan...
- Proyeksi Fisher
 - Proyeksi Haworth
 - Konfigurasi kursi
 - 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...
- $-\text{COOH}$ & $-\text{NH}_2$
 - $-\text{OH}$ & $-\text{COOH}$
 - 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 kuaterner
 - Struktur Tersier
 - Struktur Sekunder

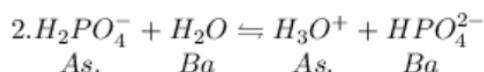
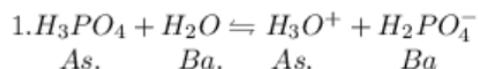
32. Larutan protein dapat bereaksi dengan asam maupun basa. Ini menunjukkan bahwa protein bersifat.....
- Netral
 - Amfoter
 - Asam lemah
 - Basa lemah
33. Ikatan peptida antar asam-asam amino pada protein terjadi antara gugus....
- R dengan -OH
 - COOH dengan -NH₂
 - R dengan -NH₂
 - R dengan -COOH
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 monomer² yang disebut nukletioda. Berikut ini yang bukan penyusun dari nukleotida adalah
- Basa nitrogen
 - Gula pentose
 - Gugus Pospat
 - Gugus nitrat

Soal Assay

- Jelaskan apa yang dimaksud dengan senyawa yang bersifat **amphiprotic** dalam teori Bronsted Lowry? Berikan contohnya.
- Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya reaksi **Substitusi Nukleofilik¹** atau SN₁
- CH₃-CH = CH₂ + HBr →?
 - 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 H₂SO₄

5. Protein/asam amino dapat bertindak sebagai **zwitterion**, jelaskan dan berikan contohnya. Jelaskan apa yang dimaksud dengan **pH isoelektrik** pada protein.

- SENYAWA YANG BISA BERPERAN SEBAGAI ASAM BRONSTED ATAU BASA BRONSTED
- CONTOH : ION HIDROGEN FOSFAT ($H_2PO_4^-$)



2.

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-SO₃⁻ (sulfonat), R-SO₄⁻ (sulfat), R-PO₄⁻ (fosfat).
 - Spesi netral: H₂O (air), R-OH (alkohol), R₃N (amina), R₃P.
- 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.

2.

- Pengaruh gugus lepas

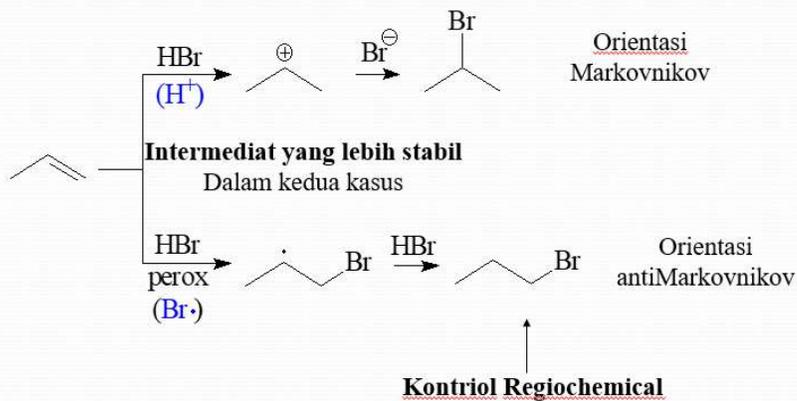
Gugus lepas akan lebih mudah lepas jika memiliki energi ikatan kecil, jadi tergantung pada kekuatan ikatan antara substrak dengan leaving group C-F > C-Cl > C-Br > C-I

Makin besar sifat kebasaaan X- makin kuat terikat pada R sehingga sulit lepas.

X- akan mudah distabilkan, dalam pelarut polar, jadi reaksi ini akan mudah terjadi jika ditambahkan AgNO₃ 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 Sp³ ke Sp². dan distabilkan oleh adanya resonansi atau hiperkonyugasi (**3° > 2° > 1° > CH₃**)

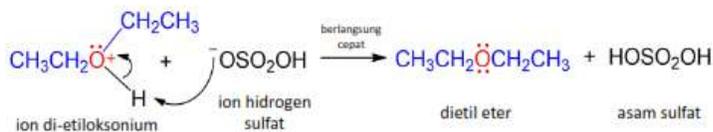
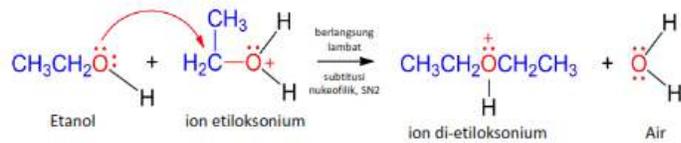
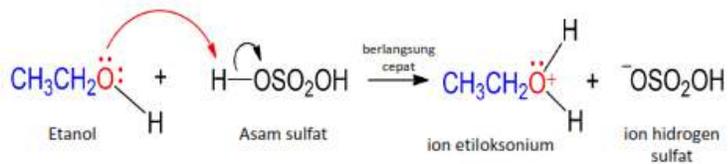
Bandingkan: adisi HBr dengan dan tanpa peroksida.



36

3.

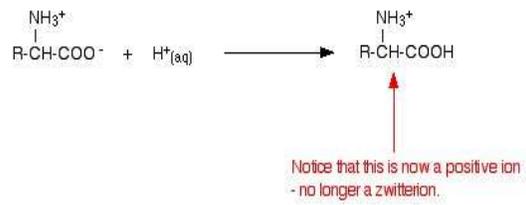
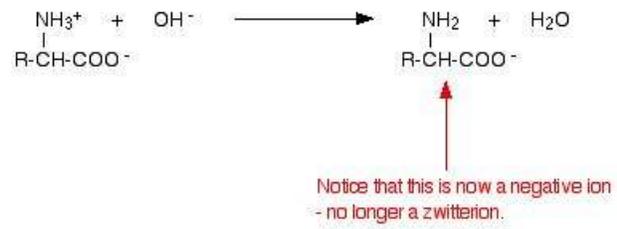
4.



5. pH titik isoelektrik

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 asam amino/protein menjadi nol disebut pH isoelektrik dari asam amino tersebut.** Ternyata pada pH 6 muatan netto alanina nol dan alanina mengendap.

Ion zwitter adalah ion yang memiliki muatan berlawanan atau disebut juga ion dipolar sehingga dapat bersifat sebagai **asam maupun basa** atau bermuatan positif atau negatif



DAFTAR HADIR

Mata Kuliah : Kimia Organik
 Kelas : A semester 3
 Tanggal : 8 Mei 2024
 Pertemuan ke- 10

Timestamp	Nama Masiswa	NIM	Kehadiran
5/8/2024	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
5/8/2024	Naisya Azni Putri	F52023340	Hadir
5/8/2024	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
5/8/2024	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/8/2024	Karina Trisnawati	F52023333	Hadir
5/8/2024	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
5/8/2024	saskya karamman	f52023352	Hadir
5/8/2024	ALFIYYAH MEI RAMADHANI	F52023311	Hadir
5/8/2024	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
5/8/2024	Novita Indah Sapitri	F52023343	Hadir
5/8/2024	Naomy sihura	F52023341	Hadir
5/8/2024	Cintya Zunike Prasetya	F52023318	Hadir
5/8/2024	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/8/2024	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
5/8/2024	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
5/8/2024	Angelina ngura	F52023315	Hadir
5/8/2024	Efrilia	F52023325	Hadir
5/8/2024	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
5/8/2024	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
5/8/2024	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
5/8/2024	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
5/8/2024	farika kartika s.	F52023328	Hadir
5/8/2024	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
5/8/2024	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
5/8/2024	Nabila zalsa nursyafrani	F52023339	Hadir
5/8/2024	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
5/8/2024	Ahadiyah Chesarya Al-asyhari	F52023310	Hadir
5/8/2024	Angel Adeline Listyn Batee	F52023314	Hadir
5/8/2024	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/8/2024	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/8/2024	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/8/2024	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir
5/8/2024	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
5/8/2024	Lata	F52023334	Hadir
5/8/2024	reifa anggela oktavia	F52023348	Hadir
5/8/2024	Angel Adeline Listyn Batee	F52023314	Hadir
5/8/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/8/2024	Elisabeth eriyani medho	F52023326	Hadir
5/8/2024	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
5/8/2024	Desvenia Mantiar	F52023324	Hadir
5/8/2024	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/8/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/8/2024	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
5/8/2024	Resty Dian pangesti	F52023349	Hadir

Total Hadir : 43

Mengetahui Dosen Pengampu



Dr.Rofiq Sunaryanto

DAFTAR HADIR

Mata Kuliah : Kimia Organik

Kelas : A semester 3

Tanggal : 17 Mei 2024

Pertemuan ke- 11

Timestamp	Nama Masiswa	NIM	Kehadiran
5/17/2024 10:08:14	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
5/17/2024 10:08:16	Karina Trisnawati	F52023333	Hadir
5/17/2024 10:08:22	Louisa Margaretha Deva Adriana Apu Bala	F52023335	Hadir
5/17/2024 10:08:22	Reifa Anggela Oktavia	F52023348	Hadir
5/17/2024 10:08:23	cintya zunike prasetya	F52023318	Hadir
5/17/2024 10:08:25	Novita Indah Sapitri	F52023343	Hadir
5/17/2024 10:08:27	Desvenia Mantiara	F52023324	Hadir
5/17/2024 10:08:33	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
5/17/2024 10:08:36	Efrilia	F52023325	Hadir
5/17/2024 10:08:47	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/17/2024 10:08:49	ALFIYYAH MEI RAMADHANI	F52023311	Hadir
5/17/2024 10:08:50	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
5/17/2024 10:09:01	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
5/17/2024 10:09:01	saskya karamman	f52023352	Hadir
5/17/2024 10:09:46	Naomi sihura	F52023341	Hadir
5/17/2024 10:10:23	Naomi sihura	F52023341	Hadir
5/17/2024 10:10:30	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
5/17/2024 10:10:42	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
5/17/2024 10:10:54	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
5/17/2024 10:12:00	Angelina Ngura	F52023315	Hadir
5/17/2024 10:12:34	Farika Kartika Sari	F52023328	Hadir
5/17/2024 10:13:05	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
5/17/2024 10:13:10	Naisya azni putri	F52023340	Hadir
5/17/2024 10:13:14	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
5/17/2024 10:13:35	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir
5/17/2024 10:14:10	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
5/17/2024 10:14:27	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/17/2024 10:14:46	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
5/17/2024 10:14:49	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/17/2024 10:14:58	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/17/2024 10:15:08	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
5/17/2024 10:15:27	Ahadiyah Chesarya Al-Asyhari	F52023310	Hadir
5/17/2024 10:19:17	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
5/17/2024 10:19:40	Lata	F52023334	Hadir
5/17/2024 10:21:50	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
5/17/2024 10:22:49	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
5/17/2024 10:38:12	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
5/17/2024 10:45:56	Angel Adeline Lystin Batee	F52023314	Hadir
5/17/2024 10:50:25	Elisabeth eriyani medho	F52023326	Hadir
5/17/2024 10:54:40	Nabila zalsa nursyafrani	F52023339	Hadir
5/17/2024 11:20:05	Resty Dian pangesti	F52023349	Hadir
5/17/2024 11:22:50	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir

Total Hadir : 44

Mengetahui Dosen Pengampu



Dr.Rofiq Sunaryanto

DAFTAR HADIR

Mata Kuliah : Kimia Organik
Kelas : A semester 3
Tanggal : 29 Mei 2024
Pertemuan ke- 13

Timestamp	Nama Masiswa	NIM	Kehadiran
5/29/2024 8:25:51	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
5/29/2024 8:27:14	Naisya Azni Putri	F52023340	Hadir
5/29/2024 8:28:05	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
5/29/2024 8:28:15	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/29/2024 8:28:35	Karina Trisnawati	F52023333	Hadir
5/29/2024 8:28:39	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
5/29/2024 8:28:45	saskya karamman	f52023352	Hadir
5/29/2024 8:29:30	ALFIYYAH MEI RAMADHANI	F52023311	Hadir
5/29/2024 8:29:49	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
5/29/2024 8:29:54	Novita Indah Sapitri	F52023343	Hadir
5/29/2024 8:29:58	Naomy sihura	F52023341	Hadir
5/29/2024 8:30:11	Cintya Zunike Prasetya	F52023318	Hadir
5/29/2024 8:30:20	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/29/2024 8:30:25	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
5/29/2024 8:30:34	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
5/29/2024 8:30:35	Angelina ngura	F52023315	Hadir
5/29/2024 8:30:44	Efrilia	F52023325	Hadir
5/29/2024 8:30:51	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
5/29/2024 8:31:01	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
5/29/2024 8:31:17	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
5/29/2024 8:31:41	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
5/29/2024 8:31:56	farika kartika s.	F52023328	Hadir
5/29/2024 8:32:01	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
5/29/2024 8:32:09	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
5/29/2024 8:32:17	Nabila zalsa nursyafrani	F52023339	Hadir
5/29/2024 8:32:24	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
5/29/2024 8:32:44	Ahadiyah Chesarya Al-asyhari	F52023310	Hadir
5/29/2024 8:32:46	Angel Adeline Listyn Batee	F52023314	Hadir
5/29/2024 8:33:19	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/29/2024 8:33:23	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/29/2024 8:34:10	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/29/2024 8:34:43	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir
5/29/2024 8:35:08	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
5/29/2024 8:39:57	Lata	F52023334	Hadir
5/29/2024 8:41:34	reifa anggela oktavia	F52023348	Hadir
5/29/2024 8:42:01	Angel Adeline Listyn Batee	F52023314	Hadir
5/29/2024 8:46:32	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/29/2024 8:49:13	Elisabeth eriyani medho	F52023326	Hadir
5/29/2024 8:54:16	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
5/29/2024 8:58:29	Desvenia Mantiana	F52023324	Hadir
5/29/2024 9:05:10	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/29/2024 9:06:25	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/29/2024 9:14:32	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
5/29/2024 9:33:51	Resty Dian pangesti	F52023349	Hadir

Total Hadir : 43

Mengetahui Dosen Pengampu



Dr.Rofiq Sunaryanto

Timestamp	Nama Mahasiswa	NIM	Kehadiran
6/6/2024 9:27:34	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
6/6/2024 9:27:36	cintya zunike prasetya	F52023318	Hadir
6/6/2024 9:27:37	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
6/6/2024 9:27:38	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
6/6/2024 9:27:44	saskya karamman	f52023352	Hadir
6/6/2024 9:27:48	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
6/6/2024 9:27:56	Naomi sihura	F52023341	Hadir
6/6/2024 9:27:56	ANGELINA NGURA	F52023315	Hadir
6/6/2024 9:28:01	farika kartika sari	F52023328	Hadir
6/6/2024 9:28:04	Reifa Anggela Oktavia	F52023348	Hadir
6/6/2024 9:28:04	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
6/6/2024 9:28:06	Louisa Margaretha Deva Adriana Apu Ba	F52023335	Hadir
6/6/2024 9:28:06	Novita Indah Sapitri	F52023343	Hadir
6/6/2024 9:28:10	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
6/6/2024 9:28:10	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir
6/6/2024 9:28:11	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
6/6/2024 9:28:12	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
6/6/2024 9:28:13	Desvenia Mantiara	F52023324	Hadir
6/6/2024 9:28:16	Efrilia	F52023325	Hadir
6/6/2024 9:28:17	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
6/6/2024 9:28:18	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
6/6/2024 9:28:22	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
6/6/2024 9:28:22	Nabila zalsa nursyafrani	F52023339	Hadir
6/6/2024 9:28:41	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
6/6/2024 9:28:45	Angel Adeline Lystin Batee	F52023314	Hadir
6/6/2024 9:28:48	karina trisnawati	f52023333	Hadir
6/6/2024 9:28:49	Ahadiyah Chesarya Al-asyhari	F52023310	Hadir
6/6/2024 9:28:59	Naisya Azni Putri	F52023340	Hadir
6/6/2024 9:29:02	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
6/6/2024 9:29:04	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
6/6/2024 9:29:14	Salma Safanah	F52023351	Hadir
6/6/2024 9:29:51	resty dian pangesti	F52023349	Hadir
6/6/2024 9:29:52	Elisabeyh eriyani medho	F52023326	Hadir
6/6/2024 9:30:32	LATA	F52023334	Hadir
6/6/2024 9:31:46	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
6/6/2024 9:36:45	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
6/6/2024 9:36:55	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
6/6/2024 9:45:33	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
6/6/2024 9:46:45	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
6/6/2024 9:46:46	Lata	F52023334	Hadir
6/6/2024 9:48:19	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
6/6/2024 10:00:57	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
6/6/2024 12:07:33	alfiyah Mei Ramadhani	F52023311	Hadir
6/13/2024 8:16:19	Naisya Azni p	F52023340	Hadir
6/13/2024 8:31:13	Nabila zalsa Ns	F52023339	Hadir
6/13/2024 8:35:39	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
6/13/2024 8:35:54	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
6/13/2024 8:36:05	Angel Adeline Lystin Batee	F52023314	Hadir
6/13/2024 8:36:10	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir

6/13/2024 8:36:19	Reifa Anggela Oktavia	F52023348	Hadir
6/13/2024 8:36:31	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
6/13/2024 8:36:32	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
6/13/2024 8:36:35	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
6/13/2024 8:37:03	Ma'ratus Sholikah	F52023336	Izin
6/13/2024 8:39:50	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
6/13/2024 8:40:28	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
6/13/2024 8:40:32	Novita Indah Sapitri	F52023343	Hadir
6/13/2024 8:40:41	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
6/13/2024 8:40:54	Ahadiyah Chesarya Al-Asyhari	F52023310	Hadir
6/13/2024 8:40:57	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
6/13/2024 8:41:35	Karina Trisnawati	F52023333	Hadir
6/13/2024 8:42:21	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
6/13/2024 8:44:53	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
6/13/2024 8:45:42	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
6/13/2024 8:55:15	saskya karamman	f52023352	Hadir
6/13/2024 9:17:10	ALFIYYAH MEI RAMADHANI	F52023311	Hadir
6/13/2024 9:17:33	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
6/13/2024 9:17:49	Angelina Ngura	F52023315	Hadir
6/13/2024 9:17:52	Naomi sihura	F52023341	Hadir
6/13/2024 9:18:08	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
6/13/2024 9:18:11	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
6/13/2024 9:18:45	Resty Dian Pangesti	F52023349	Hadir
6/13/2024 9:19:37	Lata	F5203334	Hadir
6/13/2024 9:20:18	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
6/13/2024 9:24:46	Louisa Margaretha Deva Adriana Apu Ba	F52023335	Hadir
6/13/2024 9:30:50	farika kartika sari	f52023328	Izin
6/13/2024 9:37:30	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
6/13/2024 9:37:37	Efrilia	F52023325	Hadir
6/13/2024 9:37:57	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
6/13/2024 9:59:37	Desvenia Mantiara	F52023324	Hadir
6/13/2024 10:06:42	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
6/13/2024 10:07:44	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
6/13/2024 10:08:36	Salma Safanah	F52023351	Hadir
6/13/2024 10:12:27	Elisabeth eriyani medho	F52023326	Hadir

DAFTAR HADIR

Mata Kuliah : Kimia Organik
 Kelas : A semester 3
 Tanggal : 3 Mei 2024
 Pertemuan ke- 9

Tanggal :	Nama Mahasiswa	NIM	Kehadiran
5/3/2024	Naisya Azni Putri	F52023340	Hadir
5/3/2024	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
5/3/2024	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
5/3/2024	Novita Indah Sapitri	F50223343	Hadir
5/3/2024	Karina Trisnawati	F52023333	Hadir
5/3/2024	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/3/2024	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
5/3/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/3/2024	LOUISA MARGARETHA D. A APU BALA	F52023335	Hadir
5/3/2024	ALFIYYAH MEI RAMADHANI	F52023311	Hadir
5/3/2024	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/3/2024	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
5/3/2024	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
5/3/2024	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
5/3/2024	Desvenia Mantiana	F52023324	Hadir
5/3/2024	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
5/3/2024	Angelina Ngura	F52023315	Hadir
5/3/2024	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
5/3/2024	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
5/3/2024	Efrilia	F52023325	Hadir
5/3/2024	Ahadiyah Chesarya Al-asyhari	F52923310	Hadir
5/3/2024	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
5/3/2024	Cintya Zunike Prasetya	F52023318	Hadir
5/3/2024	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
5/3/2024	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/3/2024	farika kartika sari	F52023328	Hadir
5/3/2024	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
5/3/2024	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
5/3/2024	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
5/3/2024	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
5/3/2024	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
5/3/2024	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir
5/3/2024	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/3/2024	Nabila zalsa nursyafrani	F52023339	Hadir
5/3/2024	reifa anggela oktavia	F52023348	Hadir
5/3/2024	Lata	F52023334	Hadir
5/3/2024	Angel Adeline Listyn Batee	F52023314	Hadir
5/3/2024	saskya karamman	f52023352	Hadir
5/3/2024	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/3/2024	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/3/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/3/2024	Elisabeth eriyani medho	F52023326	Hadir
5/3/2024	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/3/2024	Resty Dian pangesti	F52023349	Hadir

Total Hadir : 43

Mengetahui Dosen Pengampu



Dr.Rofiq Sunaryanto

DAFTAR HADIR

Mata Kuliah : Kimia Organik

Kelas : A semester 3

Tanggal : 25 Mei 2024

Pertemuan ke 12

Tanggal :	Nama Mahasiswa	NIM	Kehadiran
5/25/2024	Naisya Azni Putri	F52023340	Hadir
5/25/2024	Selfina Dhini Adriani	F52023353	Hadir
5/25/2024	Riani Nur Afifah	F52023350	Hadir
5/25/2024	Novita Indah Sapitri	F50223343	Hadir
5/25/2024	Karina Trisnawati	F52023333	Hadir
5/25/2024	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/25/2024	Amelia Brenda Sagita Putri	F52023313	Hadir
5/25/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/25/2024	LOUISA MARGARETHA D. A APU BALA	F52023335	Hadir
5/25/2024	ALFIYYAH MEI RAMADHANI	F52023311	Hadir
5/25/2024	Petronela Febryanti Aduk	F52023345	Hadir
5/25/2024	Arifah Novita Sari	F52023317	Hadir
5/25/2024	Jessy Allaisya Fatiha	F52023331	Hadir
5/25/2024	Jingga Deva Malika	F52023332	Hadir
5/25/2024	Desvenia Mantiara	F52023324	Hadir
5/25/2024	Mariana Ipa Beraona	F52023338	Hadir
5/25/2024	Angelina Ngura	F52023315	Hadir
5/25/2024	Fadya Amalia Nurazizah	F52023327	Hadir
5/25/2024	Aliya fauzia sholichah	F52023312	Hadir
5/25/2024	Efrilia	F52023325	Hadir
5/25/2024	Ahadiyah Chesarya Al-asyhari	F52923310	Hadir
5/25/2024	Desmalia Safitri	F52023322	Hadir
5/25/2024	Cintya Zunike Prasetya	F52023318	Hadir
5/25/2024	Dessy Suryaningsih	F52023323	Hadir
5/25/2024	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/25/2024	farika kartika sari	F52023328	Hadir
5/25/2024	I Putu Agus Putra Mahardika	F52023330	Hadir
5/25/2024	DEFTA WIDYANINGRUM	F52023320	Hadir
5/25/2024	Marchelin Widya Arum Arthareyna	F52023337	Hadir
5/25/2024	Adelia dwi yanti	F52023309	Hadir
5/25/2024	Ratu Adiyanta Puspita Putri	F52023347	Hadir
5/25/2024	Denandita Nur Arsalia	F52023321	Hadir
5/25/2024	Aprilia Damayanti	F52023316	Hadir
5/25/2024	Nabila zalsa nursyafrani	F52023339	Hadir
5/25/2024	reifa anggela oktavia	F52023348	Hadir
5/25/2024	Lata	F52023334	Hadir
5/25/2024	Angel Adeline Listyn Batee	F52023314	Hadir
5/25/2024	saskya karamman	f52023352	Hadir
5/25/2024	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/25/2024	Salma Safanah	F52023351	Hadir
5/25/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	AR'ATUS SHOLIKA	Hadir
5/25/2024	MAR'ATUS SHOLIKAH	F52023336	Hadir
5/25/2024	Elisabeth eriyani medho	F52023326	Hadir
5/25/2024	Gabriela Adventy	F52023329	Hadir
5/25/2024	Resty Dian pangesti	F52023349	Hadir

Total Hadir : 44

Mengetahui Dosen Pengampu



Dr.Rofiq Sunaryanto