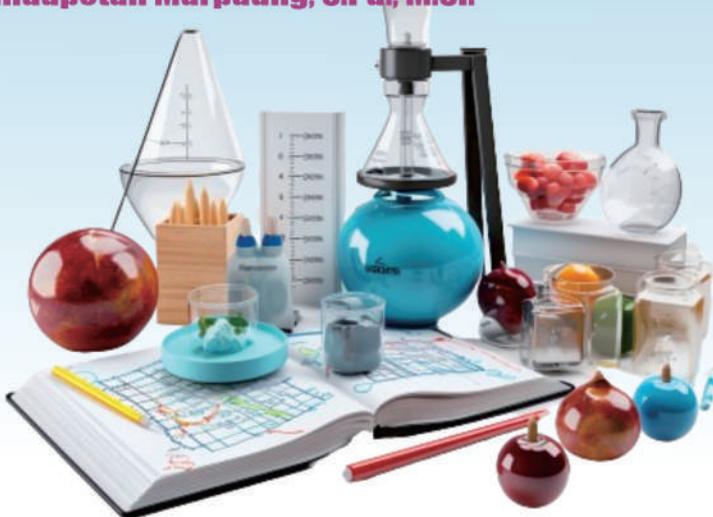




# KIMIA ORGANIK

**Dr. Eka Cahya Muliawati, S. Si., M.T.**  
**Meilisa rusdiana Surya Efendi S.Pd., M.Si.**  
**Lusi Marlina, Ir., M.M., M.T.**  
**Rahma Diyan Martha, S.Si., M.Sc.**  
**Myra Wardati Sari, S.ST, M.T.**  
**Cengristitama, S.Si., M.T.**  
**Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc.**  
**Fadliyah Al Maida, S.T., M.T.**  
**Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc.**  
**Hijrah Amaliah Azis, S.T., M.T.**  
**apt. Hendri satria kamal uyun M.Farm.**  
**Intan Kurnia Putri, S.Si., M.Sc.**  
**Mauritz Pandapotan Marpaung, S.Pd., M.Si.**



# KIMIA ORGANIK

## Penulis:

Dr. Eka Cahya Muliawati, S. Si., M.T.  
Meilisa rusdiana Surya Efendi S.Pd., M.Si.  
Lusi Marlina, Ir., M.M., M.T.  
Rahma Diyan Martha, S.Si., M.Sc.  
Myra Wardati Sari, S.ST., M.T.  
Cengristitama, S.Si., M.T.  
Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc.  
Fadliyah Al Maida, S.T., M.T.  
Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc.  
Hijrah Amaliah Azis, S.T., M.T.  
apt. Hendri satria kamal uyun M.Farm.  
Intan Kurnia Putri, S.Si., M.Sc.  
Mauritz Pandapotan Marpaung, S.Pd., M.Si.

## Editor:

Vivi Dia Afrianti Sangkota, S.Pd., M.Si.

Penerbit CV. Gita Lentera



# Kimia Organik

Oleh:

Dr. Eka Cahya Muliawati, S. Si., M.T.

Meilisa rusdiana Surya Efendi S.Pd., M.Si.

Lusi Marlina, Ir., M.M., M.T.

Rahma Diyan Martha, S.Si., M.Sc.

Myra Wardati Sari, S.ST., M.T.

Cengristitama, S.Si., M.T.

Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc.

Fadliyah Al Maida, S.T., M.T.

Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc.

Hijrah Amaliah Azis, S.T., M.T.

apt. Hendri satria kamal uyun M.Farm.

Intan Kurnia Putri, S.Si., M.Sc.

Mauritz Pandapotan Marpaung, S.Pd., M.Si.

Editor:

Vivi Dia Afrianti Sangkota, S.Pd., M.Si.

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang

ISBN: 978-623-8708-05-5

©All right reserved

Layouter : Tim Gita Lentera

Desain Sampul : Tim Gita Lentera

Penerbit : CV. Gita Lentera

Perm. Permata Hijau Regency blok F/1 Kel.

Pisang, Kec. Pauh, Padang, Sumatera Barat

Website: <https://gitalentera.com>

Email: [git4lenter4@gmail.com](mailto:git4lenter4@gmail.com)

Anggota IKAPI

042/SBA/2023

Cetakan Pertama, Juli 2024

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.



# Kimia Organik

## KATA PENGANTAR

Puji disertai rasa syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, sehingga buku yang berjudul "Kimia Organik ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam menuntaskan buku ini sehingga menjadi sajian bacaan yang komprehensif.

Buku ini disusun secara sistematis, dimulai dari konsep dasar struktur dan ikatan kimia, reaksi-reaksi organik, hingga aplikasi kimia organik dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Setiap bab dilengkapi dengan contoh soal dan pembahasan untuk membantu pembaca memahami materi secara lebih mendalam.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat saya harapkan demi penyempurnaan buku ini di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu kimia organik di Indonesia.



# Kimia Organik

## SINOPSIS

Karya tulis yang dibukukan dengan judul "Kimia Organik " merupakan ilmu dengan sajian konsep dan teoritis yang komprehensif dan terstruktur untuk dimahami bidang kimia organik. Buku ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pembaca dan profesional di bidang kimia yang ingin mendalami lebih jauh tentang senyawa-senyawa organik dan reaksinya.

Buku ini mengupas secara mendalam terkait dengan konsep kimia organik, karbohidrat, asam karboksilat, senyawa alifatik, senyawa aromatik, isomerisme dalam kimia organik, alkohol, eter dan epoksida, struktur dan reaksi aldehida dan keton, amin dan senyawa nitrogen, asam amino, peptida, dan protein, lipid, serta nukleotida dan asam nukleat.

Buku ini diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang berharga dan membantu pembaca memahami serta mengaplikasikan kimia organik dalam kehidupan nyata dan karir profesional.



# Kimia Organik

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>SINOPSIS</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>PENGERTIAN KIMIA ORGANIK</b> .....	1
1.1. Pendahuluan .....	1
1.2. Sejarah Kimia Organik .....	4
1.3. Ikatan Molekul Organik, Panjang Ikatan dan Sudut Ikatan .....	6
1.4. Lambang dan Struktur Lewis .....	11
1.5. Orbital Atom .....	12
<b>KARBOHIDRAT</b> .....	22
2.1. Pengertian Karbohidrat .....	22
2.2. Struktur Karbohidrat .....	25
2.3. Ikatan Glikosidik .....	28
2.4. Uji Kualitatif Senyawa Karbohidrat .....	29
<b>ASAM KARBOKSILAT</b> .....	33
3.1. Tata Nama .....	33
3.2. Struktur .....	36
3.3. Sifat Fisik Asam Karboksilat .....	36
3.4. Reaksi Kimia Asam Karboksilat .....	39
3.5. Fungsi Asam Karboksilat .....	42

<b>SENYAWA ALIFATIK .....</b>	<b>46</b>
4.1. Pendahuluan .....	46
4.2. Klasifikasi Senyawa Alifatik .....	47
4.3. Alifatik Jenuh (Alkana) .....	47
4.4. ifatik Tak Jenuh (Alkena dan Alkuna) .....	52
<b>SENYAWA AROMATIK .....</b>	<b>60</b>
5.1. Penamaan Senyawa Aromatik.....	61
5.2. Sifat Fisika dan Kimia Senyawa Hidrokarbon Aromatik...	62
<b>ISOMERISME DALAM KIMIA ORGANIK .....</b>	<b>70</b>
6.1. Isomerisme Struktur.....	70
6.2. Isomerisme Ruang (Stereoisomerisme) .....	72
<b>ALKOHOL. ....</b>	<b>80</b>
7.1. Klasifikasi dan Nomenklatur.....	80
7.3. Sintesis Alkohol.....	84
7.4. Reaksi – reaksi alkohol.....	88
<b>ETER DAN EPOKSIDA .....</b>	<b>93</b>
8.1. Definisi Eter dan Epoksida.....	93
8.2. Ciri-ciri Eter dan Epoksida .....	93
8.3. Sifat Fisik dan Kimia Eter dan Epoksida .....	95
8.4. Contoh dan Aplikasi dalam Bidang Kimia serta Industri..	99
<b>STRUKTUR DAN REAKSI ALDEHIDA DAN KETON .....</b>	<b>107</b>
9.1. Struktur Aldehida dan Keton.....	107
9.2. Reaksi Aldehida dan keton.....	115
<b>AMIN DAN SENYAWA NITROGEN .....</b>	<b>125</b>
10.1. Amina.....	125

10.2. Senyawa Nitrogen .....	140
<b>ASAM AMINO .....</b>	<b>152</b>
11.1. Pendahuluan .....	152
11.2. Asam amino essensial .....	153
11.3. Fungsi asam amino.....	155
11.4. Klasifikasi asam amino.....	156
11.5. Reaksi Asam amino .....	160
11.6. Peptida.....	162
11.7. Protein .....	162
<b>LIPID .....</b>	<b>166</b>
12.1. Definisi Lipid .....	166
12.2. Pengelompokkan Lipid .....	167
12.3. Biosintesis Lipid.....	168
12.4. Sintesis Asam Lemak.....	170
12.5. Perbedaan jalur sintesis dan degradasi asam lemak....	172
<b>NUKLEOTIDA DAN ASAM NUKLEAT .....</b>	<b>175</b>
13.1. Definisi Nukleotida.....	175
13.2. Sejarah Penemuan Nukleotida .....	178
13.3. Asam Nukleat .....	179



# PENGERTIAN KIMIA ORGANIK

*Oleh Dr. Eka Cahya Muliawati, S. Si., M.T.*

## 1.1. Pendahuluan

Kimia organik merupakan cabang dari ilmu kimia yang mempelajari struktur, properti, reaksi, dan sintesis senyawa diantaranya karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur dan halogen. Senyawa-senyawa ini termasuk molekul yang ditemukan dalam makhluk hidup serta banyak bahan sintetis yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Memahami dasar-dasar kimia organik sangat penting untuk banyak bidang ilmu, termasuk farmasi, bioteknologi, dan ilmu material. Pengetahuan ini juga memberikan dasar yang kuat untuk penelitian dan pengembangan dalam berbagai industri dan kehidupan sehari-hari (Sukamto dkk., 2023). Berikut adalah pengantar singkat mengenai kimia organik:

**Struktur Molekul Organik:** Senyawa organik terutama terdiri dari atom karbon yang terikat satu sama lain dan dengan atom-atom lain seperti hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan halogen. Struktur molekul dapat sangat bervariasi, mulai dari rantai linear sederhana hingga struktur cincin kompleks.

**Ikatan Kimia:** Atom karbon mampu membentuk empat ikatan kovalen, memungkinkan terjadinya berbagai bentuk molekul organik. Ini termasuk ikatan tunggal, ganda dua, dan rangkap tiga. Sifat unik

karbon ini dikenal sebagai tetravalen.

**Isomerisme:** Isomer adalah senyawa yang memiliki rumus molekul yang sama tetapi struktur berbeda. Ada beberapa jenis isomer, termasuk isomer struktural (posisi dan bentuk rantai karbon) dan stereoisomer (penataan ruang atom-atom dalam molekul).

**Reaksi Kimia Organik:** Reaksi dalam kimia organik meliputi berbagai jenis, seperti adisi, eliminasi, substitusi, dan reaksi peroksidasi. Reaksi ini digunakan untuk mengubah satu senyawa organik menjadi senyawa lainnya (Syam dkk., 2023).

**Kelompok Fungsi:** Senyawa organik diklasifikasikan berdasarkan kelompok fungsi mereka, seperti alkohol, aldehida, keton, asam karboksilat, ester, amina, dan lain-lain. Kelompok fungsi ini menentukan sifat kimia, mekanisme reaksi senyawa tersebut dan produk dari reaksi yang akan dihasilkan.

**Sumber Senyawa Organik:** Senyawa organik dapat ditemukan di alam, seperti dalam tumbuhan dan hewan, atau dapat disintesis di laboratorium. Kimia organik sintesis memainkan peran penting dalam pembuatan obat-obatan, plastik, dan bahan kimia lainnya (Aeni dkk., 2024).

**Biokimia:** Kimia organik juga sangat penting dalam biokimia, yang mempelajari proses kimia dalam organisme hidup. Molekul-molekul penting seperti protein, enzim, DNA, RNA, dan karbohidrat adalah senyawa organik yang kompleks.

## 1. Susunan Senyawa Organik

Senyawa organik memiliki beberapa karakteristik dan susunan yang khas, membedakannya dari senyawa anorganik. Berikut adalah penjelasan mengenai susunan senyawa organik dan perbedaannya dengan senyawa lain:

- a. **Atom Karbon:** Senyawa organik selalu mengandung atom karbon. Karbon memiliki kemampuan unik untuk membentuk empat ikatan kovalen dengan atom lain, memungkinkan

pembentukan berbagai struktur yang kompleks.

- b. **Ikatan Kovalen:** Sebagian besar ikatan dalam senyawa organik adalah ikatan kovalen. Karbon bisa membentuk ikatan tunggal, ganda, atau rangkap tiga dengan karbon lain atau dengan atom lain seperti hidrogen, oksigen, nitrogen, dll.
- c. **Hidrogen:** Selain karbon, atom hidrogen juga hampir selalu hadir dalam senyawa organik.
- d. **Gugus Fungsional:** Senyawa organik memiliki gugus fungsional tertentu seperti hidroksil (-OH), karbonil (C=O), karboksil (-COOH), amina (-NH<sub>2</sub>), dan lain-lain yang menentukan sifat kimia dan fisik dari senyawa tersebut.

## 2. Perbedaan dengan Senyawa Anorganik

- a. **Komposisi:** Senyawa anorganik umumnya tidak mengandung karbon (kecuali beberapa, seperti karbon dioksida, karbida, karbonat, dan oksida karbon). Mereka biasanya terdiri dari berbagai logam dan non-logam.
- b. **Jenis Ikatan:** Senyawa anorganik sering kali memiliki ikatan ionik (seperti pada garam) selain ikatan kovalen. Ikatan logam juga umum dalam senyawa anorganik.
- c. **Sifat Fisik:** Banyak senyawa anorganik adalah padatan pada suhu kamar dan sering kali memiliki titik leleh dan titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa organik. Senyawa anorganik juga cenderung lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan senyawa organik.
- d. **Reaktivitas:** Senyawa organik memiliki reaktivitas yang sangat bervariasi dan kompleks, sering dipengaruhi oleh gugus fungsional yang ada. Senyawa anorganik cenderung lebih sederhana dalam reaktivitasnya.
- e. **Sumber:** Senyawa organik biasanya berasal dari makhluk

hidup atau sintesis kimia yang meniru proses alami, sementara senyawa anorganik sering kali ditemukan di bumi sebagai mineral atau berasal dari luar makhluk hidup.

Beberapa Contoh Senyawa Organik dan Senyawa Anorganik

- **Senyawa Organik:** Metana ( $\text{CH}_4$ ), Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), Glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ).
- **Senyawa Anorganik:** Natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Dengan memahami perbedaan ini, kita bisa lebih menghargai kompleksitas dan variasi yang ditawarkan oleh kimia organik dalam ilmu kimia dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

## 1.2. Sejarah Kimia Organik

Sejarah kimia organik mencakup perkembangan pemahaman tentang molekul organik, dari penemuan awal hingga kemajuan teknologi modern. Berikut adalah beberapa tonggak penting dalam sejarah kimia organik:

### 1. Awal Penemuan

#### a. Alkimia (Sebelum Abad ke-18)

Pada zaman dahulu, ilmu kimia didominasi oleh alkimia (berasal dari Bahasa Arab) yang mencoba mengubah logam biasa menjadi emas dan mencari eliksir kehidupan. Meskipun tidak ilmiah, alkimia memberikan dasar bagi banyak teknik laboratorium dan pengetahuan awal tentang senyawa kimia.

#### b. Kimia Klasik (Abad ke-18)

Antoine Lavoisier (1743-1794) dikenal sebagai "Bapak Kimia Modern". Dia menetapkan hukum konservasi massa dan memperkenalkan konsep oksigen dalam pembakaran, yang penting dalam kimia organik. Carl Wilhelm Scheele dan Joseph Priestley

menemukan oksigen secara independen, tetapi Lavoisier yang menjelaskan perannya dalam pembakaran. Marie-anne Lavoisier istri dari Antoine Lavoisier juga banyak berperan dalam ilmu kimia sebagai “Ibu Kimia Modern”.

## **2. Era Penemuan Senyawa Organik**

### **a. Awal Abad ke-19**

Friedrich Wöhler (1828) mensintesis urea dari ammonium cyanate, menunjukkan bahwa senyawa organik dapat dibuat dari bahan anorganik. Ini mengakhiri teori vitalisme yang menyatakan bahwa senyawa organik hanya dapat dibuat oleh makhluk hidup.

### **b. Struktur Molekul dan Teori Kekekalan (1850-an)**

August Kekulé, Archibald Scott Couper, dan Aleksandr Butlerov mengembangkan teori struktur kimia, yang memperkenalkan gagasan bahwa atom dalam molekul organik terhubung dalam pola tertentu.

Kekulé juga mengusulkan struktur cincin benzena, yang penting dalam kimia aromatik.

## **3. Pengembangan Sintesis Organik**

### **a. Abad ke-19 hingga Awal Abad ke-20**

Adanya pengembangan teknik sintesis memungkinkan pembuatan senyawa organik yang semakin kompleks. Contohnya, sintesis aspirin oleh Bayer pada tahun 1897. Hermann Emil Fischer memenangkan Hadiah Nobel Kimia pada tahun 1902 untuk karyanya pada sintesis gula dan purin.

## **4. Kemajuan Modern**

### **a. Molekul Biologi dan Kimia Organik Medis (Abad ke-20)**

Penemuan struktur DNA oleh James Watson dan Francis Crick pada tahun 1953 berdasarkan data Rosalind Franklin membawa era baru dalam kimia organik dan biokimia. Pengembangan antibiotik seperti penicillin (Alexander Fleming) dan kemoterapi membawa dampak besar dalam dunia kedokteran.

## **b. Kimia Organik Modern (Abad ke-21)**

Teknik analisis modern seperti spektroskopi NMR dan kromatografi massa memungkinkan identifikasi struktur senyawa organik dengan akurasi tinggi. Penemuan bahan baru seperti grafena dan fullerene membuka kemungkinan baru dalam nanoteknologi dan material sains.

Sejarah kimia organik menunjukkan bagaimana ilmu ini berkembang dari konsep awal tentang senyawa karbon hingga penerapannya dalam berbagai bidang seperti obat-obatan, material, dan teknologi modern. Kimia organik terus berkembang dengan penemuan dan teknik baru yang membantu kita memahami dan memanfaatkan molekul karbon dengan cara yang lebih inovatif.

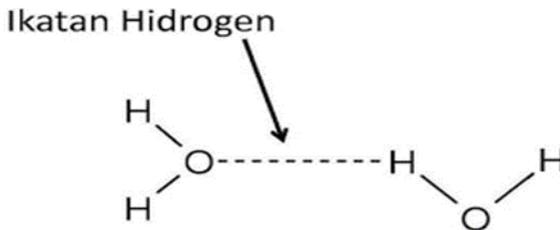
### **1.3. Ikatan Molekul Organik, Panjang Ikatan dan Sudut Ikatan**

Ikatan pada molekul organik mengacu pada cara atom-atom dalam molekul organik saling berikatan untuk membentuk struktur yang stabil. Ada beberapa jenis ikatan yang umum ditemukan dalam molekul organik, yaitu:

- 1. Ikatan Kovalen Tunggal (Single Covalent Bond):** Ini adalah ikatan di mana dua atom berbagi satu pasang elektron. Contoh umum adalah ikatan antara atom karbon (C) dengan hidrogen (H) dalam molekul metana ( $\text{CH}_4$ ).
- 2. Ikatan Kovalen Rangkap Dua (Double Covalent Bond):** Ini adalah ikatan di mana dua atom berbagi dua pasang elektron. Contohnya adalah ikatan antara dua atom karbon dalam molekul etena ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ).
- 3. Ikatan Kovalen Rangkap Tiga (Triple Covalent Bond):** Ini adalah ikatan di mana dua atom berbagi tiga pasang elektron. Contoh umum adalah ikatan antara dua atom karbon dalam molekul etuna ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ).
- 4. Ikatan Kovalen Polar:** Ini terjadi ketika dua atom dengan

elektronegativitas berbeda berbagi pasangan elektron secara tidak merata. Contohnya adalah ikatan antara oksigen (O) dan hidrogen (H) dalam molekul air ( $H_2O$ ).

5. **Ikatan Hidrogen (Hydrogen Bond):** Meskipun bukan ikatan kovalen sejati, ikatan hidrogen adalah interaksi yang terjadi antara atom hidrogen yang terikat kovalen dengan atom elektronegatif (seperti oksigen atau nitrogen) dan atom elektronegatif lain yang berada di dekatnya. Senyawa atau molekul yang mempunyai ikatan hidrogen memiliki kecenderungan mudah larut dalam air (Muliawati dkk., 2017, 2019, 2021, 2022, dan 2023). Contohnya adalah ikatan antara molekul air seperti pada **Gambar 1** Ikatan Hidrogen pada molekul  $H_2O$ .



**Gambar 1** Ikatan Hidrogen pada molekul  $H_2O$

Senyawa-senyawa yang mempunyai ikatan hidrogen memiliki titik didih jauh lebih tinggi (Asri dkk., 2024) seperti contoh pada **Gambar 2** titik didih etanol lebih tinggi dibandingkan dengan dimetil eter. Senyawa yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan air cenderung lebih larut dalam air daripada senyawa yang tidak dapat membentuk ikatan hidrogen.



Contoh Panjang Ikatan:

Ikatan Tunggal (C-C): Sekitar 154 pm

Ikatan Rangkap Dua (C=C): Sekitar 134 pm

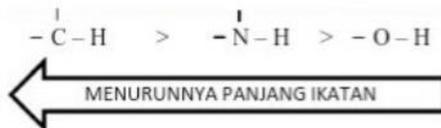
Ikatan Rangkap Tiga (C≡C): Sekitar 120 pm

Ikatan Hidrogen (H-H): Sekitar 74 pm

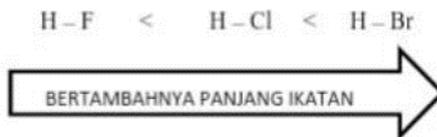
Ikatan Oksigen dalam Air (O-H): Sekitar 96 pm

Faktor yang Mempengaruhi Panjang Ikatan:

1. Jenis Ikatan: Ikatan tunggal biasanya lebih panjang dari ikatan rangkap dua, dan ikatan rangkap dua lebih panjang dari ikatan rangkap tiga.
2. Ukuran Atom: Atom yang lebih besar cenderung membentuk ikatan yang lebih panjang. Misalnya, ikatan C-H (109 pm) lebih pendek daripada ikatan C-Si (186 pm).
3. Hibridisasi: Panjang ikatan juga dipengaruhi oleh hibridisasi atom. Misalnya, ikatan  $sp^3$  C-H lebih panjang (109 pm) daripada ikatan  $sp^2$  C-H (107 pm).



Panjang ikatan berkurang apabila unsur-unsur seperiode dari kanan ke kiri sesuai dengan berkurangnya nomor atom.



Panjang ikatan bertambah apabila unsur segolongan dari atas ke bawah dengan penambahan nomor atom.

**Sudut ikatan** adalah sudut yang dibentuk oleh dua ikatan yang bertemu pada atom yang sama. Sudut ikatan diukur dalam derajat (°)

dan bergantung pada hibridisasi atom pusat dan struktur geometris molekul. Nilai sudut ikatan beragam dari  $60^\circ$  -  $180^\circ$

Contoh Sudut Ikatan:

Metana ( $\text{CH}_4$ ): Sudut ikatan H-C-H sekitar  $109.5^\circ$  (tetrahedral)

Amonia ( $\text{NH}_3$ ): Sudut ikatan H-N-H sekitar  $107^\circ$  (trigonal piramida)

Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ): Sudut ikatan H-O-H sekitar  $104.5^\circ$  (bentuk V atau bengkok)

Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ): Sudut ikatan O=C=O sekitar  $180^\circ$  (linear)

Etena ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ): Sudut ikatan H-C-H sekitar  $120^\circ$  (trigonal planar)

Etuna ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ): Sudut ikatan H-C $\equiv$ C-H sekitar  $180^\circ$  (linear)

Faktor yang Mempengaruhi Sudut Ikatan:

1. Hibridisasi: Atom dengan hibridisasi  $sp^3$  membentuk sudut ikatan sekitar  $109.5^\circ$  (tetrahedral). Atom dengan hibridisasi  $sp^2$  membentuk sudut ikatan sekitar  $120^\circ$  (trigonal planar). Atom dengan hibridisasi  $sp$  membentuk sudut ikatan sekitar  $180^\circ$  (linear).
2. Pasangan Elektron Bebas: Pasangan elektron bebas (lone pairs) pada atom pusat dapat mengurangi sudut ikatan. Misalnya, dalam  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sudut ikatan lebih kecil dari sudut ideal tetrahedral karena pasangan elektron bebas.
3. Jenis Atom dan Elektronegativitas: Perbedaan elektronegativitas antara atom yang berikatan dapat mempengaruhi distribusi elektron dan, akibatnya, sudut ikatan.

Pentingnya Panjang dan Sudut Ikatan:

- Stabilitas Molekul: Panjang dan sudut ikatan mempengaruhi stabilitas dan energi potensial molekul.
- Sifat Fisik dan Kimia: Panjang dan sudut ikatan menentukan sifat fisik seperti titik didih, titik leleh, dan polaritas, serta reaktivitas kimia molekul.

- Struktur Molekul: Panjang dan sudut ikatan membantu dalam menentukan bentuk geometris molekul, yang penting untuk memahami interaksi molekul dan reaktivitas.

Dengan memahami panjang dan sudut ikatan, kita dapat lebih baik memprediksi sifat-sifat molekul dan bagaimana mereka akan berinteraksi dalam berbagai reaksi kimia.

#### 1.4. Lambang dan Struktur Lewis

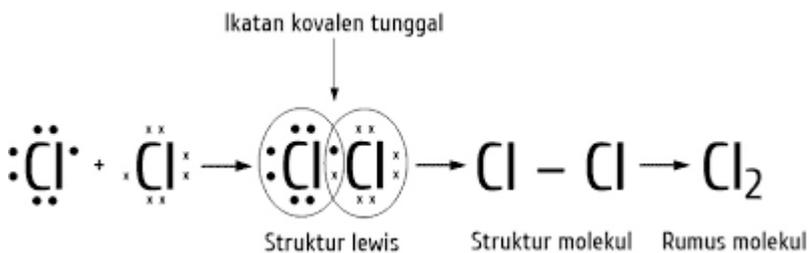
Lambang Lewis atau struktur titik Lewis adalah salah satu representasi grafis yang paling dikenal untuk menggambarkan molekul dan ion dalam kimia. Metode ini dikembangkan oleh Gilbert N. Lewis, seorang ahli kimia Amerika, pada awal abad ke-20. Berikut adalah ikhtisar sejarah dan perkembangan lambang Lewis.

Gilbert Newton Lewis lahir pada 23 Oktober 1875 di Weymouth, Massachusetts, Amerika Serikat. Ia adalah seorang ahli kimia yang memberikan kontribusi besar dalam bidang kimia fisik dan teori ikatan kimia. Pada tahun 1916, Lewis memperkenalkan konsep ikatan kovalen dan struktur titik untuk menggambarkan ikatan kimia dalam makalahnya yang berjudul "The Atom and the Molecule". Ia mengusulkan bahwa atom berbagi pasangan elektron untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil, mirip dengan gas mulia, yang dikenal sebagai aturan oktet.

Struktur titik Lewis menggunakan titik-titik untuk mewakili elektron valensi di sekitar simbol unsur seperti pada **Gambar 3**. Elektron valensi adalah elektron yang terdapat pada kulit terluar atom dan terlibat dalam pembentukan ikatan kimia seperti contoh pada **Gambar 4** Struktur Lewis Ikatan Tunggal pada  $\text{Cl}_2$ . Setiap titik mewakili satu elektron valensi, dan pasangan titik mewakili pasangan elektron yang dibagi antara atom dalam ikatan kovalen.

Li	[He]2s <sup>1</sup>	Li <sup>+</sup>
Be	[He]2s <sup>2</sup>	Be <sup>+</sup>
B	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	B <sup>+</sup>
C	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	C <sup>+</sup>
N	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	N <sup>+</sup>
O	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	O <sup>+</sup>
F	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	F <sup>+</sup>
Ne	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	Ne <sup>+</sup>

**Gambar 3** Lambang Lewis Beberapa Unsur



**Gambar 4** Struktur Lewis Ikatan Tunggal pada Cl<sub>2</sub>

Teori Lewis tentang ikatan kovalen kemudian diperluas oleh teori orbital molekul dan konsep hibridisasi orbital. Teori-teori ini memberikan penjelasan lebih mendalam tentang bagaimana orbital atom berinteraksi dan membentuk ikatan dalam molekul.

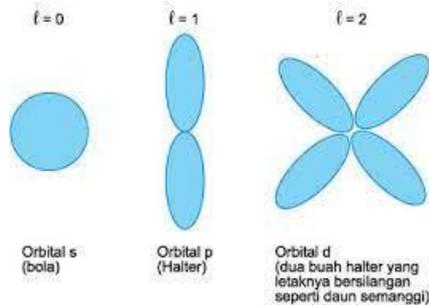
### 1.5. Orbital Atom

Orbital atom adalah area di sekitar inti atom di mana elektron cenderung ditemukan berdasarkan model mekanika kuantum (Aryasa dkk., 2024). Ini adalah konsep yang menggambarkan probabilitas

lokasi di mana elektron-elektron dapat ditemukan dalam atom. Beberapa poin penting tentang orbital atom:

**Probabilitas:** Orbital atom bukanlah jalur atau lintasan tetap seperti yang dijelaskan dalam model atom Bohr, tetapi lebih merupakan zona di mana elektron kemungkinan besar berada.

**Bentuk:** Masing-masing orbital memiliki bentuk karakteristik yang dapat dilihat sebagai wilayah di sekitar inti atom tempat elektron paling mungkin berada seperti pada **Gambar 5** Bentuk Orbital Atom. Bentuk orbital ini bisa berupa bola (s, misalnya) atau bentuk yang lebih kompleks seperti bentuk huruf (p, d, f).



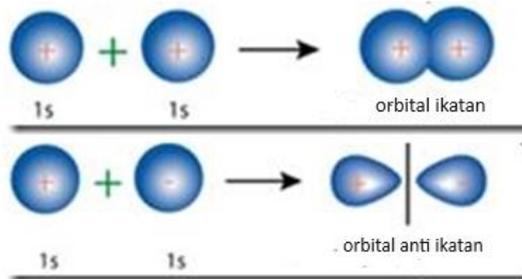
**Gambar 5** Bentuk Orbital Atom

**Nomor Kuantum:** Untuk menggambarkan orbitale atom secara tepat, kita menggunakan empat nomor kuantum: utama ( $n$ ), orbital ( $l$ ), magnetik ( $m$ ), dan spin ( $s$ ). Nomor-nomor ini menggambarkan energi, bentuk, orientasi spasial, dan arah spin dari elektron dalam atom.

**Kesetimbangan:** Elektron dalam atom mengisi orbital sesuai dengan prinsip eksklusi Pauli (dua elektron dalam satu orbital harus memiliki spin yang berlawanan) dan aturan Aufbau (elektron cenderung mengisi orbital dengan energi rendah terlebih dahulu sebelum mengisi orbital dengan energi lebih tinggi).

Konsep orbital atom ini penting untuk memahami sifat kimia dan struktur elektron dalam atom, serta membantu menjelaskan sifat ikatan kimia dan perilaku reaksi kimia atom.

Dalam kimia organik, khususnya dalam teori orbital molekul, terdapat istilah "orbital ikatan" dan "orbital anti ikatan" seperti pada **Gambar 6** adalah konsep penting yang membantu menjelaskan bagaimana atom-atom berikatan untuk membentuk molekul. Berikut penjelasannya:



**Gambar 6** Orbital ikatan dan Orbital anti ikatan

### 1. Orbital Ikatan

Orbital ikatan adalah orbital molekul yang terbentuk ketika orbital atom dari dua atom berinteraksi dan memiliki fase yang sama, menyebabkan penambahan amplitudo gelombang elektron. Ini menghasilkan kerapatan elektron yang lebih tinggi di antara inti atom yang terlibat, yang memperkuat ikatan dan menurunkan energi total sistem.

#### Karakteristik :

- Energi lebih rendah daripada energi orbital atom asalnya (orbital atom pembentuknya).
- Meningkatkan stabilitas molekul.
- Kerapatan elektron terbesar berada di antara dua inti atom,

yang menarik inti satu sama lain dan membentuk ikatan kimia.

## 2. Orbital Anti Ikatan

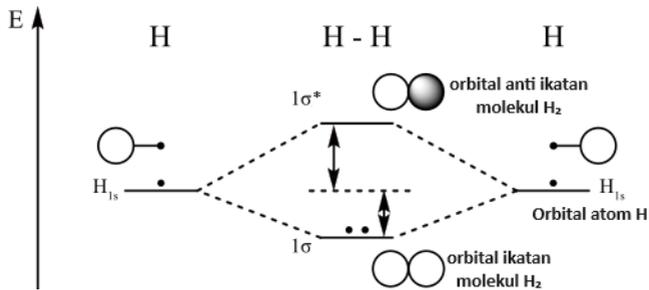
Orbital anti ikatan adalah orbital molekul yang terbentuk ketika orbital atom dari dua atom berinteraksi dengan fase yang berlawanan, menyebabkan pengurangan amplitudo gelombang elektron. Ini menghasilkan kerapatan elektron yang lebih rendah di antara inti atom yang terlibat, yang melemahkan ikatan dan meningkatkan energi total sistem.

### Karakteristik:

- Energi lebih tinggi daripada energi orbital atom asalnya.
- Mengurangi stabilitas molekul.
- Kerapatan elektron terbesar berada di luar daerah antara dua inti atom, yang menyebabkan gaya tolak menolak antara inti atom dan melemahkan ikatan kimia.

### Contoh Orbital Ikatan dan Anti Ikatan

Ketika dua atom hidrogen (H) mendekat dan membentuk molekul  $H_2$ : Orbital ikatan ( $\sigma 1s$ ) terbentuk dari kombinasi linier konstruktif dua orbital  $1s$  atom hidrogen, menghasilkan peningkatan kerapatan elektron di antara kedua inti hidrogen. Orbital anti ikatan ( $\sigma^* 1s$ ) terbentuk dari kombinasi linier destruktif dua orbital  $1s$ , menghasilkan penurunan kerapatan elektron di antara kedua inti hidrogen dan peningkatan kerapatan elektron di luar daerah antar inti. Hal ini seperti pada **Gambar 7** Diagram Orbital Molekul  $H_2$  (titik=elektron).



**Gambar 7** Diagram Orbital Molekul H<sub>2</sub> (titik= elektron)

### 3. Diagram Energi

Dalam diagram energi orbital molekul:

Orbital ikatan digambarkan lebih rendah dari orbital atom asalnya.

Orbital anti ikatan digambarkan lebih tinggi dari orbital atom asalnya.

Orbital molekul ini adalah dasar dari teori orbital molekul, yang membantu menjelaskan sifat ikatan dalam molekul lebih rinci dibandingkan dengan teori ikatan valensi.

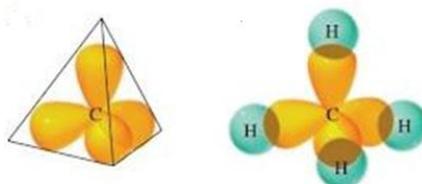
### 4. Orbital Hibrida Karbon

Orbital hibrida karbon adalah konsep dalam kimia yang menjelaskan bagaimana atom karbon membentuk ikatan dalam berbagai molekul. Orbital hibrida adalah hasil dari pencampuran (hibridisasi) orbital atom yang berbeda untuk membentuk orbital baru yang setara energi. Ada tiga jenis utama hibridisasi pada karbon: **sp<sup>3</sup>**, **sp<sup>2</sup>**, dan **sp**.

#### Hibridisasi sp<sup>3</sup>

- Terjadi ketika satu orbital s dan tiga orbital p bercampur.
- Menghasilkan empat orbital hibrida sp<sup>3</sup> yang setara.
- Bentuk geometrinya adalah tetrahedral dengan sudut ikatan sekitar 109.5° seperti pada **Gambar 8**.
- Contoh: Metana (CH<sub>4</sub>)

Atom karbon membentuk empat ikatan sigma ( $\sigma$ ) dengan empat atom hidrogen (ikatan tunggal).

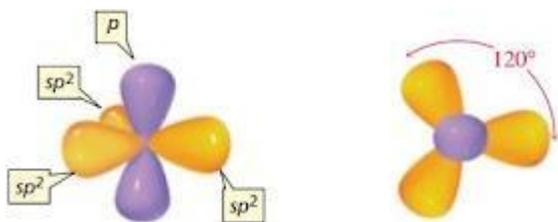


**Gambar 8** Bentuk molekul tetrahedral hibrida  $sp^3$  pada molekul  $C-H_4$

### Hibridisasi $sp^2$

- Terjadi ketika satu orbital s dan dua orbital p bercampur.
- Menghasilkan tiga orbital hibrida  $sp^2$  yang setara dan satu orbital p murni yang tetap.
- Bentuk geometrinya adalah trigonal planar dengan sudut ikatan sekitar  $120^\circ$  Seperti **Gambar 9**.
- Contoh: Etena ( $C_2H_4$ )

Setiap atom karbon membentuk tiga ikatan sigma ( $\sigma$ ) dengan dua atom hidrogen dan satu atom karbon lainnya. Orbital p yang tidak terhibridisasi membentuk ikatan pi ( $\pi$ ) antara dua atom karbon (ikatan rangkap 2).



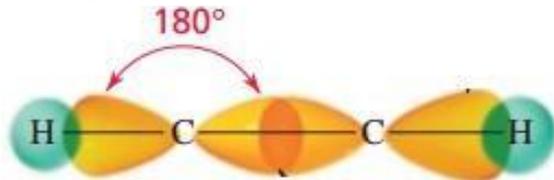
**Gambar 9** Bentuk Geometri linier hibridisasi  $sp^2$

### Hibridisasi $sp$

- Terjadi ketika satu orbital s dan satu orbital p bercampur.

- Menghasilkan dua orbital hibrida sp yang setara dan dua orbital p murni yang tetap.
- Bentuk geometrinya adalah linear dengan sudut ikatan sekitar  $180^\circ$  seperti **Gambar 10**.
- Contoh: Etuna ( $C_2H_2$ )

Setiap atom karbon membentuk dua ikatan sigma ( $\sigma$ ) dengan satu atom hidrogen dan satu atom karbon lainnya dan dua orbital p yang tidak terhibridisasi membentuk dua ikatan pi ( $\pi$ ) antara dua atom karbon (ikatan rangkap 3).



**Gambar 10** Bentuk Geometri linier hibridisasi sp

## DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, N., Husnah, H., Muliawati, E. C., Sudarmi, L., Ngibad, K., Wiryani, A. S., ... & Priatni, H. L. (2024). *KIMIA BAHAN MAKANAN*. Get Press Indonesia.
- Aryasa, I. W. T., Hutapea, H. P., Elianasari, E., Fahmi, A., Muliawati, E. C., Muawanah, M., ... & Afifah, S. N. (2024). *KIMIA ORGANIK DAN KIMIA ANORGANIK*. Get Press Indonesia.
- Asri, N. P., & Muliawati, E. C. (2023). A Novel Polymer Electrolyte Membrane PES/SPEEK-TiO<sub>2</sub> Potential for Direct Methanol Fuel Cell.
- Purwaningsih, D. Y., & Muliawati, E. C. (2022). Pemanfaatan Serabut Kelapa Sebagai Biosorben Dalam Removal Cod Pada Limbah Cair Industri Pewarna Makanan. *Journal of Industrial Process*

*and Chemical Engineering (JOICHE)*, 2(1), 90-95.

- Muliawati, E. C., Widiastuti, N., Santoso, M., Ismail, A. F., & Jaafar, J. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated Polyetherimide-Titanium Dioxide (TiO<sub>2</sub>) New Blends Membrane Promising For Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). *Proceedings Book*, 36.
- Muliawati, E. C., Santoso, M., Ismail, A. F., Jaafar, J., Salleh, M. T., Nurherdiana, S. D., & Widiastuti, N. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated polyetherimide new blends membrane promising for direct methanol fuel cell. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(3), 659-668.
- Muliawati, E. C., Ismail, A. F., Jaafar, J., Widiastuti, N., Santoso, M., Taufiq, M., ... & Atmaja, L. (2019). Sulfonated PEI membrane with GPTMS-TiO<sub>2</sub> as a filler for potential direct methanol fuel cell (DMFC) applications. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 15(4), 555-560.
- Muliawati, E. C., Widiastuti, N., Santoso, M., Ismail, A. F., & Jaafar, J. (2017). Poly (Eugenol Sulfonate)-Sulfonated Polyetherimide-Titanium Dioxide (TiO<sub>2</sub>) New Blends Membrane Promising For Direct Methanol Fuel Cell (DMFC). *Proceedings Book*, 36.
- Muliawati, E. C., & Mirzayanti, Y. W. (2021). Membran Polieugenol Tersulfonasi (PET) Sebagai Potensi Sel Bahan Bakar Metanol Langsung. *Journal of Research and Technology*, 7(2), 247-256.
- Muliawati, E. C., Budiarto, A., & Hamid, A. (2021). Promising Potential of Eugenol (Clove) Based Organic Membrane for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2117, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.
- Muliawati, E. C. (2022). Desain Shell and Tube Heat Exchanger (STHE) Tipe Counter Current dengan Material Stainless Steel. *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, 2(2), 124-130.
- Muliawati, E. C., Apyrandi, F., Arsyad, A. A., Rahman, F., Al Ghifari, A.

- D., Yusuf, I., ... & Wiranto, I. (2023). *Pengantar Fisika Dasar*. CV. Gita Lentera.
- Sukamto, K., Asnawi, I., Kusnanto, A., Ningsih, E., Azharman, Z., Kusumasari, F. C., ... & Muliawati, E. C. (2023). *KIMIA DALAM INDUSTRI*. CV. Gita Lentera.
- Syam, S. M., Hapeni, R. S., & Muliawati, E. C. (2023). Pengaruh Suhu Dalam Penentuan Kapasitas Panas Kalorimeter dan Hubungan Konsentrasi NaOH Dalam Penentuan Panas Pelarutan juga Panas Netralisasi. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 3).

## PROFIL PENULIS



**Dr. Eka Cahya Muliawati, S.Si., M.T.**  
**Dosen Program Studi Teknik Kimia**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya**

Penulis lahir di Surabaya tanggal 26 Juni 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia Universitas Airlangga, S2 pada Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro dan melanjutkan S3 pada Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis menekuni bidang Teknologi Membran dan Polimer.



# KARBOHIDRAT

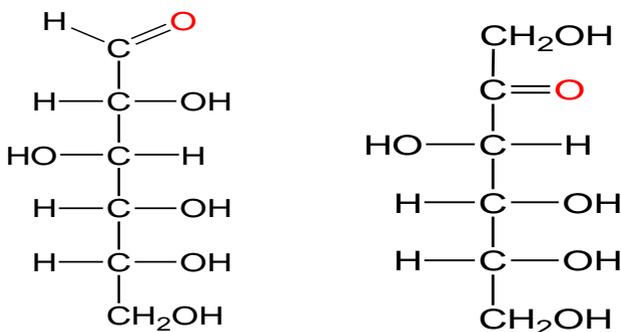
*Oleh Meilisa rusdiana Surya Efendi S.Pd., M.Si.*

## 2.1. Pengertian Karbohidrat

Karbohidrat berasal dari kata karbon ( C ) dan hidrat (H<sub>2</sub>O). Molekul karbohidrat selalu mempunyai perbandingan antara hidrogen dan oksigen yaitu 2 : 1. Karbohidrat adalah golongan senyawa organik yaitu golongan senyawa polihidroksi aldehyd atau polihidroksi keton yang apabila dihidrolisis dapat menghasilkan kedua senyawa tersebut.

Karbohidrat dapat digolongkan menjadi beberapa golongan yaitu golongan sederhana dan kompleks. Karbohidrat sederhana dikelompokkan menjadi monosakarida dan disakarida sedangkan yang termasuk golongan kompleks adalah polisakarida.

Monosakarida merupakan karbohidrat sederhana yang molekulnya terdiri dari beberapa atom karbon saja dan tidak dapat diuraikan dengan cara hidrolisis dalam kondisi lunak menjadi karbohidrat lain. Monosakarida merupakan aldehyda atau keton yang mempunyai dua atau lebih gugus hidroksil, formula empiris umumnya (CH<sub>2</sub>O). Berdasarkan gugus fungsionalnya, monosakarida dapat digolongkan menjadi dua golongan, masing- masing adalah aldosa dan ketosa. Aldosa memiliki gugus aldehyd pada salah satu ujungnya sedangkan ketosa memiliki gugus keton pada atom karbon no 2.



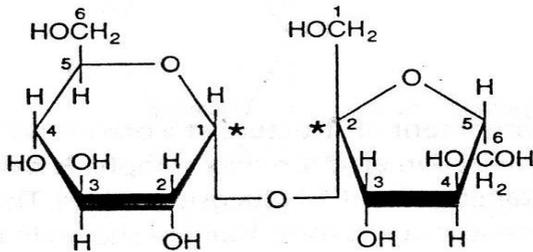
Berdasarkan jumlah atom C nya, monosakarida dapat digolongkan menjadi empat golongan:

1. Triose, mengandung 3 atom C seperti gliserosa dan dihidroksiaseton.
2. Tetrose, mengandung 4 atom C seperti eritrosa dan eritrolusa.
3. Pentose, mengandung 5 atom C seperti ribosa dan ribulosa.
4. Heksosa, mengandung 6 atom C seperti glukosa dan fruktosa.

Disakarida merupakan senyawa yang terdiri dari gabungan molekul-molekul monosakarida dengan jumlah gabungan 3-6 monosakarida. Disakarida merupakan karbohidrat yang terbentuk dari dua molekul monosakarida yang berikatan melalui gugus -OH dengan melepaskan molekul air. Disakarida dapat dihidrolisis oleh larutan asam dalam air sehingga terurai menjadi 2 molekul monosakarida. Contoh dari disakarida yaitu:

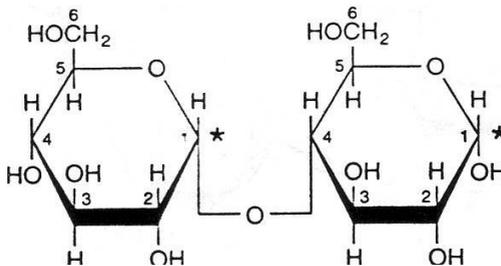
#### 1. Sukrosa

Sukrosa mempunyai dua molekul monosakarida yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa.



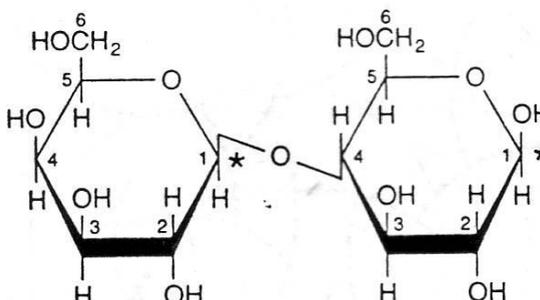
## 2. Maltosa

Maltosa Mempunyai 2 (dua) molekul monosakarida yang terdiri dari dua molekul glukosa. Di dalam tubuh maltosa didapat dari hasil pemecahan amilum, lebih mudah dicerna.



## 3. Laktosa

Laktosa yang mempunyai 2 (dua) molekul monosakarida yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Laktosa kurang larut di dalam air. Sumber laktosa hanya terdapat pada susu sehingga disebut juga gula susu.



Polisakarida merupakan senyawa yang terdiri dari gabungan molekul-molekul monosakarida yang banyak jumlahnya, senyawa ini bisa dihidrolisis menjadi banyak molekul monosakarida. Polisakarida merupakan jenis karbohidrat yang terdiri dari lebih 6 monosakarida dengan rantai lurus atau bercabang. Berikut adalah macam-macam polisakarida

1. Amilum

Mempunyai rantai lurus (ikatan  $\alpha$  1,4 glikosidik ) dan rantai cabang (ikatan  $\alpha$  1,6 glikosidik). Terdiri dari amilosa dan amilopektin.

2. Selulosa

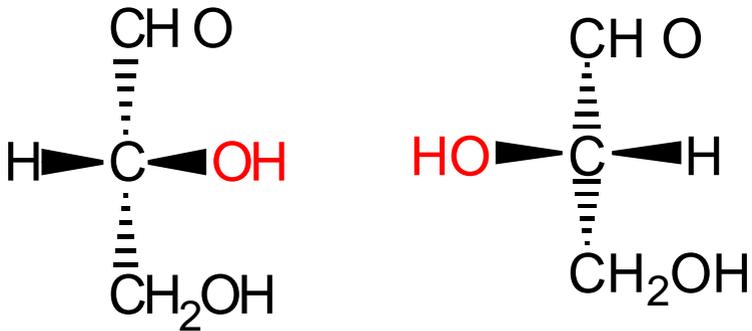
Mempunyai rantai lurus dengan ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik.

## **2.2. Struktur Karbohidrat**

1. Struktur D & L

Notasi D & L dilakukan karena adanya atom C dengan konfigurasi asimetris seperti pada gliseraldehida. Jika letak gugus hidroksilnya di sebelah kanan maka diberi nama "D" atau Dekstro. Jika letak gugus hidroksil di sebelah kiri maka diberi nama "L" atau Levo.

Untuk gula dengan atom C asimetrik lebih dari 1, notasi D atau L ditentukan oleh atom C asimetrik terjauh dari gugus aldehyd atau keton. Gula yang ditemui di alam adalah dalam bentuk idomer D.

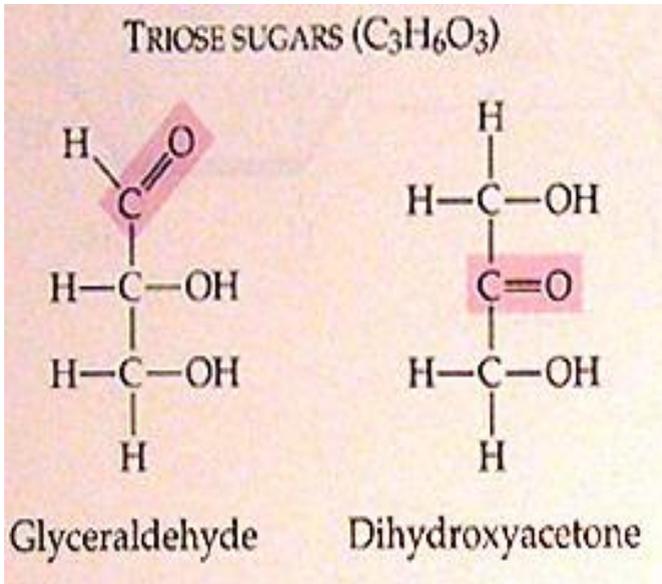


## D-gliseraldehida    L-gliseraldehida

### 2. Struktur Fisher

Emil Fischer (1852-1919) seorang ahli kimia organik bangsa jerman yang yang memperoleh hadiah nobel untuk ilmu kimia pada tahun 1902 atas hasil karyanya tentang kimia ruang (stereokimia) dan umus srtuktur karbohidrat, menggunakan rumus proyeksi untuk menuliskan rumus struktur karbohidrat.

Proyeksi fischer digunakan untuk mengutamakan konfigurasi (R) dan (S) dari karbon chiral. Pada proyeksi fischer dari suatu karbohidrat, rantai karbon digambarkan secara vertical (tegak) dengan gugusan aldehyd atau keto berada pada puncak dari rumus.



### 3. Struktur Hawort

Sir Walter Norman Haworth (1883-1950) seorang ahli kimia Inggris yang pada tahun 1937 memperoleh hadiah nobel, berpendapat bahwa pada molekul glukosa kelima atom karbon yang pertama dengan atom oksigen dapat membentuk cincin segienam. Oleh karena itu, ia mengusulkan penulisan rumus struktur karbohidrat sebagai bentuk cincin furan dan piran.



Furan

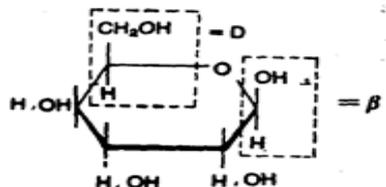
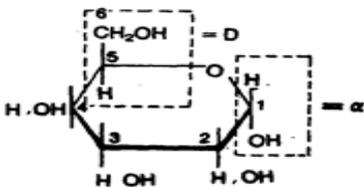


Pyran

Furan memiliki C2 dan C5 pada monosakarida ( untuk gula yang memiliki gugus keton, seperti fruktosa ) bereaksi membentuk cincin segi 5.

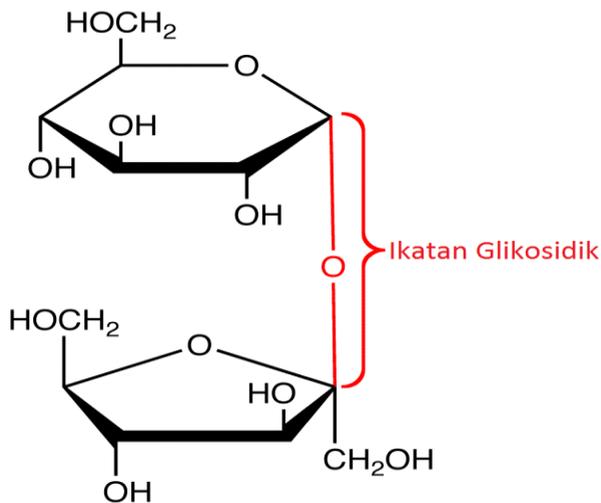
Pyran memiliki C1 dan C5 pada monosakarida ( untuk gula yang memiliki gugus aldehida, seperti Glukosa) membentuk cincin segi 6.

Penulisan struktur cincin Haworth beberapa monosakarida dapat dilihat pada gambar berikut.



### 2.3. Ikatan Glikosidik

Ikatan antara dua molekul monosakarida disebut ikatan glikosidik. Ikatan ini terbentuk antara gugus hidroksil dari atom c nomor 1 yang juga disebut atom karbon anomerik yang berikatan dengan gugus hidroksil dari atom c dari gugus lain. Ikatan glikosidik biasanya terjadi antara atom c no. 1 dan atom c no. 4 dengan melepas satu molekul air. Berikut ikatan yang terjadi pada struktur karbohidrat.



#### 2.4. Uji Kualitatif Senyawa Karbohidrat

1. Uji Molish : prinsip dari uji molisch ini yaitu bahan yang mengandung karbohidrat bila direaksikan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat akan terhidrolisis membentuk furfural. Furfural kemudian akan membentuk persenyawaan naftol yang ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna ungu. warna ungu yang terbentuk berupa cincin furfural pada batas antara larutan uji dengan asam sulfat, hal ini menunjukkan bahwa larutan uji tersebut mengandung karbohidrat.
2. Uji Fehling : Uji fehling bertujuan untuk memperlihatkan ada atau tidaknya gula pereduksi. Pereaksi ini dapat direduksi oleh karbohidrat yang memiliki sifat mereduksi. Pereaksi fehling terdiri dari dua larutan yaitu Fehling A dan Fehling B. larutan Fehling A adalah CuSO<sub>4</sub> dalam air, sedangkan Fehling B merupakan larutan

jernih dari kalium natrium tartat encer dan basa kuat. Dalam pereaksi ini Ion  $\text{Cu}^{2+}$  direduksi menjadi Ion  $\text{Cu}^+$  yang dalam suasana basa akan diendapkan menjadi  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

3. Uji Barfoed : Uji barfoed bertujuan untuk mengidentifikasi adanya monosakarida. Pereaksi barfoed bersifat asam lemah dan hanya direduksi oleh monosakarida. Percobaan barfoed menghasilkan endapan berwarna lebih pekat.
4. Uji Iodium : Pada prinsipnya, uji iodium ini digunakan untuk mengidentifikasi amilum dan pati yang terkandung dalam larutan tersebut. Reaksinya ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi biru. Warna biru yang dihasilkan merupakan hasil dari ikatan kompleks antara amilum dengan iodin.
5. Uji Benedict : Uji benedict ini digunakan untuk mengidentifikasi karbohidrat melalui reaksi gula pereduksi. Dimana larutan alkali dari tembaga direduksi oleh gula yang mengandung gugus aldehida atau keton bebas dengan membentuk kupro oksida berwarna. Uji benedict dilakukan pada suasana basa dimana pada suasana basa reduksi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari  $\text{CuSO}_4$  oleh gula pereduksi berlangsung cepat dan membentuk  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang berupa endapan berwarna merah bata.
6. Uji Seliwanof : Prinsip uji seliwanoff adalah fruktosa dengan asam kuat akan mengalami dehidrasi membentuk hidrosimetilfurfural dan bila ditambahkan recorsinol akan berkondensasi membentuk persenyawaan yang berwarna merah orange. Uji seliwanoff sendiri berfungsi untuk membedakan gula aldosa dan ketosa. Ketosa dibedakan dari aldosa karena adanya gugus keton. Gula tersebut digolongkan kedalam ketosa, sedangkan gula yang mengandung gugus aldehyd digolongkan kedalam aldosa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allinger, N.L., Cava, M.P., De Jongh, D.C., Johnson, C.R., Lebel, N.A., Stevens, C.L. (1986). Organic Chemistry. New York: Worth Publisher Inc.
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S., Alih bahasa Pudjaatmaka, A.H. (1982). Kimia Organik, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Hart, H., Craine, L.E., Hart, D.J., Alih bahasa Achmadi, S.S. (2003). Kimia Organik: Suatu Kuliah Singkat. Jakarta: Erlangga.
- Solomons, T.W.G. (1990). Fundamentals of organic Chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons

## PROFIL PENULIS



**Meilisa Rusdiana Surya Efendi, S.Pd., M.Si**

**Dosen Kimia**

**Universitas Bojonegoro**

Penulis adalah dosen jurusan kimia FST Universitas Bojonegoro untuk matakuliah Kimia Organik. Menyelesaikan program megister kimia di Universitas Airlangga pada tahun 2016. Di samping aktif dalam menulis buku-buku dalam bidang kimia organik maupun biokimia, penulis juga aktif melakukan penelitian di bidang isolasi bahan alam dan enzim serta aktif membimbing mahasiswa dalam program kreativitas mahasiswa dan Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka.



## ASAM KARBOKSILAT

Oleh Lusi Marlina, Ir.,M.M.,M.T.

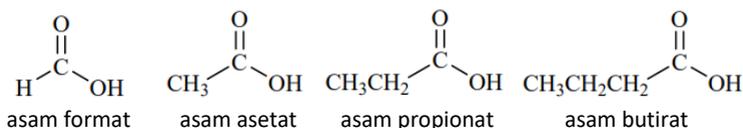
Dalam kehidupan sehari-hari cuka makan adalah salah satu contoh dari asam karboksilat. Asam karboksilat mempunyai istilah dalam aturan IUPAC adalah Asam Alkanoat, yang merupakan isomer fungsional.

Asam karboksilat merupakan senyawa organik yang penting. Gugus fungsinya adalah karboksil yang merupakan kependekan dari dua bagian yaitu karboksil dan hidroksil. Rumus umum asam karboksilat dapat diperluas dan diperpendek, berikut contohnya:



### 3.1. Tata Nama

Penamaan untuk asam karboksilat dengan empat karboksilat pertama menggunakan nama trivial yaitu asam format, asam asetat, asam propionat, dan asam butirat.

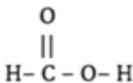


Dalam sistem IUPAC, nama asam karboksilat diambil dari nama hidrokarbon yang bersangkutan. Asam karboksilat diberi nama sesuai

nama alkana induknya dengan akhiran oat dan ditambah kata asam di depan. Cara pemberian nama sesuai IUPAC adalah sebagai berikut:

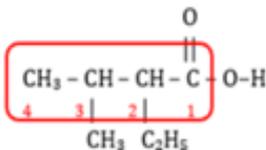
1. Tentukan rantai karbon terpanjang yang mengikat gugus karboksilat (-COOH) dan turunkan nama alkananya dengan mengganti akhiran -a menjadi oat ditambah awalan asam
2. Rantai karbon diberi nomor dimulai dari atom karbon yang paling dekat mengikat gugus karboksilat
3. Jika ada substituen, tentukan posisi, tuliskan namanya dan diurutkan sesuai alfabet
4. Asam karboksilat yang membentuk cincin diberi nama dengan awalan siklo diikuti dengan jenis cincinnya

Beberapa contoh asam karboksilat antara lain :



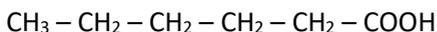
Tata nama IUPAC: Asam metanoat (hanya terdiri dari 1 atom C)

Tata nama Trivial: Asam Formiat



Asam-2-etil-3-metilbutanoat

(Rantai utama 4 atom C, dan terdapat cabang etil di nomor 2 serta cabang metil di nomor 3).



Asam heksanoat (IUPAC) Asam kaproat (trivial)

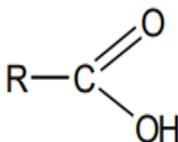
Apabila asam karboksilat terdapat substituen maka dalam sistem IUPAC, nomor rantai dimulai dari atom karbon pembawa gugus karboksil dan substituen diberi nomor lokasi. Untuk nama trivial lokasi substituen ditambahkan dengan huruf Yunani dimulai dengan



Asam dikarboksilat banyak terdapat di alam, seperti asam oksalat pada bayam, asam suksinat pada tengguli, asam glutarat dan adipat terdapat pada gula bit.

### 3.2. Struktur

Asam karboksilat atau yang disebut juga dengan asam alkanoat merupakan senyawa organik hasil turunan senyawa alkana. Struktur asam alkanoat sendiri terdiri atas gugus karboksil—gabungan dari gugus karbonil (-CO-) dan hidroksil (-OH). Dari sekian turunan senyawa alkana, jenis asam ini yang paling asam, dengan kegunaan yang terbilang sangat luas, makanya banyak dikembangkan dalam dunia industri. Asam Karboksilat ini bisa dituliskan dalam rumus umum R-COOH dengan R alkil.



**Gambar.1.** Struktur senyawa asam karboksilat

### 3.3. Sifat Fisik Asam Karboksilat

Seperti fisik dari asam karboksilat dipengaruhi oleh gugus karbonilnya. Asam karboksilat bersifat polar karena mempunyai dua gugus yang bersifat polar yaitu hidroksil (-OH) dan karbonil (C=O). karena asam karboksilat mampu membentuk ikatan hidrogen antar molekulnya maupun dengan molekul lain maka memiliki kelarutan yang tinggi terutama untuk molekul kecil (asam karboksilat 1-4 karbon).



dengan molekul air. Semakin panjang rantai alifatiknya, kelarutan asam karboksilat dalam air semakin berkurang.

### 3. Wujud Fisik

Asam karboksilat dengan rantai alifatik pendek (hingga 10 atom karbon) umumnya berwujud cair pada suhu kamar. Semakin panjang rantai alifatiknya, asam karboksilat semakin padat dan berwujud padat pada suhu kamar.

### 4. Sifat Asam

Asam karboksilat bersifat asam karena gugus karboksil dapat melepaskan ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam air. Kekuatan asam karboksilat tergantung pada struktur molekulnya. Asam karboksilat dengan gugus substituen penarik elektron (seperti halogens) akan lebih asam dibandingkan dengan asam karboksilat tanpa gugus substituen atau dengan gugus substituen penolak elektron.

Table 1. Titik lebur dan titik didih beberapa asam karboksilat

Asam Mono Karboksilat	Nama Trivial	Nama IUPAC	T.l ( $^{\circ}C$ )	T.d ( $^{\circ}C$ )
HCOOH	Asam format	Asam netanoat	8,0	100,5
CH <sub>2</sub> COOH CH <sub>2</sub>	Asam asetat	Asam etanoat	16,6	118,0
CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Asam propionat	Asam propanoat	-21,0	141,0
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	Asam butirat	Asam butanoat	-6,0	164,0
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	Asam valerat	Asam pentanoat	-34,0	187,0
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	Asam kaproat	Asam heksanoat	-3,0	205,0
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	Asam kaprilat	Asam oktanoat	16,0	239,0
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	Asam kaprat	Asam dekanat	31,0	269,0
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	Asam benzoat	Asam benzena karboksilat	122,0	250,0

Asam Dikarboksilat	Nama Trivial	Nama IUPAC	T.l (°C)	T.d (°C)
HOOC-COOH	Asam oksalat	Asam etanadioat	189,0	150,0
HCOOC-CH <sub>2</sub> -COOH	Asam melonat	Asam propanadioat	130,0	159,0
HCOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COOH	Asam suksinat	Asam butanadioat	185,0	235,0
HCOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH	Asam glutarat	Asam pantanadioat	96,0	304,0
HCOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	Asam adipat	Asam heksanadioat	151,0	265,0
HCOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -COOH	Asam pimelat	Asam heptanadioat	103,0	272,0
Cis-HOOC-CH=CH-COOH	Asam maleat	Asam cis butanadioat	131,0	161,0
Trans-HOOC-CH=CH-COOH	Asam fumarate	Asam trans-butanoadioat	287,0	380,0

### 3.4. Reaksi Kimia Asam Karboksilat

Asam karboksilat dapat mengalami berbagai macam reaksi kimia, yang dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis utama:

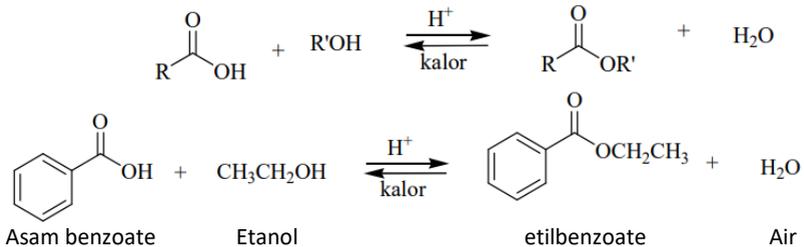
#### 1. Reaksi Substitusi Nukleofilik pada Karbon Karboksil:

Reaksi ini melibatkan substitusi atom atau gugus atom pada atom karbon karboksil (-COOH) dengan nukleofil. Contoh reaksi substitusi nukleofilik pada atom karbon karboksilat antara lain:

- a. Esterifikasi: Asam karboksilat bereaksi dengan alkohol menghasilkan ester dan air.

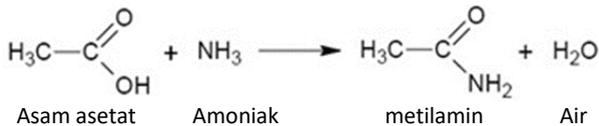
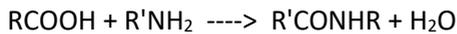
Reaksi esterifikasi adalah reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol yang akan menghasilkan suatu ester. Reaksi esterifikasi memerlukan katalis asam dan reaksi berlangsung reversibel.

Contoh:



- b. Amisifikasi: Amisifikasi adalah reaksi kimia antara asam karboksilat dan amina yang menghasilkan amina primer dan air. Reaksi ini merupakan reaksi kondensasi, karena menghasilkan molekul yang lebih besar dari reaktannya.

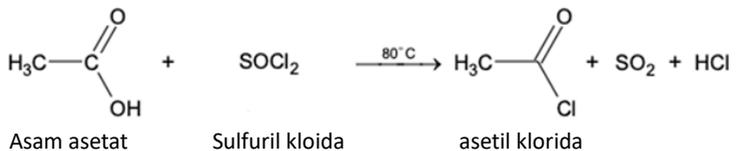
Contoh Reaksi:

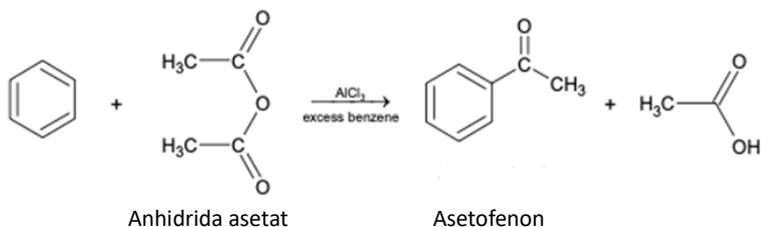
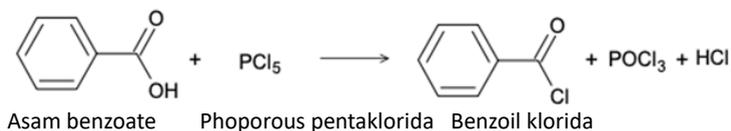


- c. Asililasi Friedel-Crafts: Asam karboksilat bereaksi dengan benzena atau senyawa aromatik lainnya menghasilkan aril keton atau aril karboksilat.

Asililasi Friedel-Crafts adalah reaksi elektrofilik antara asam karboksilat dan benzena yang menghasilkan keton dan air. Reaksi ini dikatalisis oleh asam Lewis seperti aluminium klorida (AlCl<sub>3</sub>) atau ferrik klorida (FeCl<sub>3</sub>).

Contoh Reaksi:





## 2. Reaksi Adisi pada Karbon Ganda C=C:

Asam karboksilat yang tidak jenuh (memiliki ikatan ganda C=C) dapat mengalami reaksi adisi pada atom karbon ganda. Contoh reaksi adisi pada atom karbon ganda asam karboksilat antara lain:

- Hidrogenasi: Asam karboksilat tak jenuh bereaksi dengan hidrogen gas ( $\text{H}_2$ ) dengan katalis nikel atau paladium menghasilkan asam karboksilat jenuh.
- Halogenasi: Asam karboksilat tak jenuh bereaksi dengan halogen ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ) menghasilkan asam karboksilat dihalogenkan.

## 3. Reaksi Dekarboksilasi:

Reaksi ini melibatkan pelepasan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari gugus karboksil ( $-\text{COOH}$ ) asam karboksilat. Contoh reaksi dekarboksilasi asam karboksilat antara lain:

- Dekarboksilasi termal: Asam karboksilat dipanaskan pada suhu tinggi menghasilkan alkena dan karbon dioksida.



- Dekarboksilasi katalitik: Asam karboksilat dipanaskan dengan

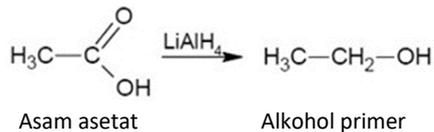
katalis seperti asam sulfat atau asam fosfat menghasilkan alkena dan karbon dioksida.

#### 4. Reaksi Redoks:

Asam karboksilat dapat mengalami reaksi redoks, di mana asam karboksilat dioksidasi atau direduksi. Contoh reaksi redoks asam karboksilat antara lain:

- Oksidasi: Asam karboksilat dioksidasi menjadi keton atau aldehida.
- Reduksi: Asam karboksilat direduksi menjadi alkohol primer.

Contoh:



### 3.5. Fungsi Asam Karboksilat

Asam karboksilat memiliki berbagai fungsi penting dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan bahan baku penting dalam industri, prekursor senyawa organik lainnya, dan memiliki aktivitas bioaktif. Berikut fungsi asam karboksilat:

- Bahan baku industri: Asam karboksilat banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri kimia untuk menghasilkan berbagai produk, seperti plastik, serat sintetis, obat-obatan, dan pengawet makanan. Contohnya:
  - Asam asetat (asam cuka) digunakan dalam pembuatan plastik polietilen tereftalat (PET) dan vinil asetat.
  - Asam akrilat dan metakrilat digunakan dalam pembuatan plastik akrilik dan resin.
  - Asam benzoat digunakan sebagai pengawet makanan dan bahan baku pembuatan aspirin.
- Sebagai asam: Asam karboksilat bersifat asam lemah dan dapat bereaksi dengan basa untuk menghasilkan garam dan air. Sifat

asam ini dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti:

- a. Pengatur pH dalam makanan dan minuman.
  - b. Pembuatan sabun dan deterjen.
  - c. Penyamakan kulit.
3. Sebagai prekursor senyawa lain: Asam karboksilat dapat direaksikan dengan senyawa lain untuk menghasilkan berbagai macam senyawa organik, seperti:
- a. Ester: Asam karboksilat dapat direaksikan dengan alkohol untuk menghasilkan ester, yang memiliki aroma khas dan digunakan dalam parfum, perasa makanan, dan bahan baku obat-obatan.
  - b. Amida: Asam karboksilat dapat direaksikan dengan amina untuk menghasilkan amida, yang merupakan komponen penting dalam protein dan plastik nilon.
  - c. Keton: Asam karboksilat dapat didekarboksilasi untuk menghasilkan keton, yang digunakan dalam industri parfum dan farmasi.
4. Metabolit dalam proses metabolisme: Asam karboksilat merupakan metabolit penting dalam proses metabolisme makhluk hidup. Contohnya:
- a. Asam piruvat dan asam sitrat merupakan metabolit penting dalam siklus Krebs, yang menghasilkan energi bagi sel.
  - b. Asam amino merupakan asam karboksilat yang berperan penting dalam pembentukan protein.

Asam karboksilat memiliki berbagai fungsi penting dalam kehidupan, baik dalam industri, sebagai asam, sebagai prekursor senyawa lain, maupun sebagai metabolit dalam proses metabolisme. Penelitian terbaru terus dilakukan untuk menemukan aplikasi baru dan lebih bermanfaat dari asam karboksilat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bruice, Paula Yurkanis. (2020). Organic Chemistry, 8th Edition. Pearson.
- Carruthers, David S. (2018). Simplifying Organic Chemistry, 2nd Edition. McGraw-Hill Education.
- Chang, Raymond. (2003). Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Khan, F. A., Khan, T. A., & Abbasi, A. M. (2023). Biomedical applications of carboxylic acids: A review. *Biomolecules*, 13(3), 400. <https://doi.org/10.3390/biom13030400>
- Klein, David R. (2019). Organic Chemistry, 3rd Edition. Pearson.
- Kumar, A., Sharma, S., & Malik, A. (2021). Carboxylic acids: A comprehensive review of their occurrence, biological activities, and synthetic routes. *Molecules*, 26(11), 3471. <https://doi.org/10.3390/molecules26113471>
- McMurry, John E., and David S. Ballantine. (2020). Fundamentals of Organic Chemistry, 9th Edition. Brooks/Cole.
- Solomons, T. W. Graham, and Christina A. Fryhle. (2020). Organic Chemistry, 12th Edition. Wiley.
- Verma, S. S., Singh, S., & Sharma, R. K. (2022). Industrial applications of carboxylic acids: A review. *Journal of Chemical and Engineering Research*, 23(2), 0206-0215.

## PROFIL PENULIS



**Lusi Marlina, Ir.,MM,.M.T.**  
**Dosen Teknik Kimia**  
**Politeknik TEDC-Bandung**

Lusi Marlina, Ir., M.M., M.T. lahir di Bandung, 03 Februari 1968. Saat ini penulis tinggal di Cimahi, Jawa Barat. Pendidikan tinggi ditempuh mulai dari S-1 di Jurusan Teknik Kimia Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi (UNJANI), pascasarjana di Program Magister Teknologi Pangan Universitas Pasundan Bandung, dan aktivitas penulis saat ini selain mengajar pada program studi Teknik Kimia Politeknik TEDC (Poltek TEDC) adalah sebagai Pengelola Program Studi Teknik Kimia di Politeknik TEDC BANDUNG



## SENYAWA ALIFATIK

*Oleh Rahma Diyan Martha, S.Si., M.Sc.*

### 4.1. Pendahuluan

#### 1. Definisi Senyawa Alifatik

Senyawa alifatik atau hidrokarbon alifatik adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon dan hidrogen yang terhubung dalam rantai lurus, bercabang, atau cincin non-aromatik. Senyawa ini dapat mengandung ikatan tunggal (alkana), rangkap dua (alkena), atau rangkap tiga (alkuna), yang dapat jenuh atau tidak jenuh. Senyawa alifatik yang membentuk cincin, tetapi bukan senyawa aromatik dan memiliki stabilitas yang rendah, dikenal sebagai senyawa siklik (Carey dan Giuliano, 2016; McMurry, 2015).

#### 2. Pentingnya Senyawa Alifatik

Senyawa alifatik memiliki peran penting dalam berbagai industri, terutama sebagai bahan bakar, pelarut, dan bahan baku kimia. Alkana, salah satu jenis senyawa alifatik, merupakan komponen utama bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam. Bahan bakar kendaraan seperti bensin dan diesel terdiri dari berbagai alkana yang memberikan energi melalui proses pembakaran. Selain itu, LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), yang terdiri dari propana dan butana, banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga dan komersial. Dalam industri kimia, senyawa alifatik

berfungsi sebagai pelarut untuk berbagai reaksi kimia dan sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik, karet sintetis, dan berbagai senyawa organik lainnya. Studi mengenai sifat fisik dan kimia senyawa alifatik sangat penting untuk memahami reaktivitasnya dan mengoptimalkan penggunaannya dalam berbagai konteks industri, sehingga mendukung inovasi dan efisiensi produksi (Johnson & White, 2017; National Petroleum Research, 2019; Chemical Engineering Journal, 2021).

#### **4.2. Klasifikasi Senyawa Alifatik**

Senyawa alifatik dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis ikatan antara atom-atom karbon dalam molekulnya. Klasifikasi ini mencakup dua kelompok utama: alifatik jenuh dan alifatik tak jenuh.

#### **4.3. Alifatik Jenuh (Alkana)**

Senyawa alifatik jenuh, yang lebih dikenal sebagai alkana, adalah hidrokarbon yang hanya memiliki ikatan tunggal antara atom-atom karbon. Alkana mengikuti rumus umum  $C_nH_{2n+2}$ , di mana "n" merupakan jumlah atom karbon dalam molekul. Alkana adalah salah satu kelompok senyawa organik yang paling sederhana dan paling melimpah di alam. Berikut adalah penjabaran terkait senyawa alifatik jenuh:

##### **1. Struktur dan Tata Nama Alkana**

Alkana memiliki struktur tetrahedral di sekitar atom karbon, dengan sudut ikatan sekitar  $109.5^\circ$ . Struktur ini memberikan stabilitas geometris yang tinggi. Tata nama alkana mengikuti aturan yang ditetapkan oleh IUPAC, di mana rantai karbon terpanjang dipilih sebagai rantai utama, dan gugus substituen diberi nomor sesuai posisi pada rantai utama. Alkana yang paling sederhana yaitu Metana. Metana terdiri atas satu atom C dan empat atom H, dengan

rumus molekul  $\text{CH}_4$ . Beberapa Senyawa Alkana :

**Tabel 1.** Tata Nama Alkana

Rumus Molekul	Nama
$\text{CH}_4$	Metana
$\text{C}_2\text{H}_6$	Etana
$\text{C}_3\text{H}_8$	Propana
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	Butana
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Pentana
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	Heksana
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	Heptana
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	Oktana
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	Nonana
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Dekana

Setiap alkana dalam tabel memiliki perbedaan satu kelompok  $\text{CH}_2$  dengan alkana yang berada di atasnya, membentuk suatu deret homolog (deret yang memiliki selisih  $\text{CH}_2$  yang konsisten). Anggota-anggota alkana ini memiliki sifat-sifat kimia yang hampir serupa. Sumber utama alkana adalah gas alam dan minyak bumi. Alkana diekstraksi dari minyak bumi melalui proses penyulingan bertingkat atau distilasi fraksional.

## 2. Sifat Fisika dan Kimia Alkana

Alkana biasanya memiliki sifat fisik yang berhubungan dengan panjang rantai karbonnya. Beberapa sifat fisik penting adalah titik didih, titik leleh, dan densitas.

- Titik Didih dan Titik Leleh: Titik didih dan titik leleh alkana meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah atom karbon dalam rantai molekulnya. Hal ini disebabkan oleh

meningkatnya gaya Van der Waals antar molekul yang lebih besar.

- Kelarutan: Alkana adalah senyawa non-polar dan umumnya tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar seperti eter dan kloroform.
- Reaktivitas: Alkana dikenal sebagai senyawa yang kurang reaktif karena hanya mengandung ikatan tunggal yang kuat antara atom karbon. Namun, mereka dapat mengalami reaksi pembakaran dan halogenasi. Pembakaran alkana menghasilkan karbon dioksida dan air, sementara halogenasi, seperti reaksi dengan klorin atau bromin, menghasilkan haloalkana.

Menurut Johnson dan White (2017), sifat fisik alkana dapat dijelaskan melalui interaksi molekuler dan efek ukuran molekul terhadap energi intermolekuler dalam senyawa hidrokarbon tersebut.

### 3. Reaksi Alkana

Alkana, sebagai senyawa hidrokarbon jenuh dengan ikatan tunggal karbon-karbon (C-C) dan karbon-hidrogen (C-H), umumnya memiliki reaktivitas yang rendah. Hal ini disebabkan oleh kekuatan ikatan C-C dan C-H yang tinggi serta tidak adanya kelompok fungsional yang reaktif. Meskipun demikian, alkana masih dapat mengalami beberapa reaksi kimia penting, terutama dalam kondisi yang tepat. Berikut adalah beberapa jenis reaksi kimia utama yang melibatkan alkana:

#### 1. Pembakaran

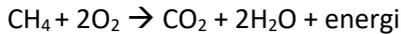
Pembakaran adalah reaksi eksotermis di mana alkana bereaksi dengan oksigen ( $O_2$ ) menghasilkan karbon dioksida ( $CO_2$ ), air ( $H_2O$ ), dan energi (panas). Reaksi pembakaran ini

sangat penting dalam penggunaan alkana sebagai bahan bakar.

Reaksi Umum:



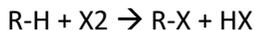
Contoh untuk metana (CH<sub>4</sub>) :



## 2. Halogenasi

Halogenasi adalah reaksi di mana atom hidrogen dalam alkana digantikan oleh atom halogen (seperti klorin atau bromin). Reaksi ini biasanya memerlukan kondisi khusus seperti panas atau sinar ultraviolet (UV).

Reaksi Umum :



Dimana R adalah alkil dan X adalah halogen.

Contoh untuk klorinasi metana:



Reaksi ini dapat berlanjut hingga semua atom hidrogen digantikan oleh atom klorin, menghasilkan senyawa seperti diklorometana (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), kloroform (CHCl<sub>3</sub>), dan karbon tetraklorida (CCl<sub>4</sub>).

## 3. Cracking

Cracking adalah proses di mana molekul-molekul alkana besar dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil, baik alkana maupun alkena. Proses ini penting dalam industri petrokimia untuk mengubah minyak berat menjadi bahan bakar ringan seperti bensin.

Reaksi Umum :



Di mana produk akhirnya bisa bervariasi tergantung pada kondisi proses cracking.

## 4. Isomerisasi

Isomerisasi adalah proses di mana alkana dengan struktur rantai lurus diubah menjadi isomer rantai bercabang. Isomerisasi penting dalam meningkatkan kualitas bahan bakar karena alkana bercabang memiliki angka oktan yang lebih tinggi.

Reaksi Umum:



#### 5. Nitration

Nitration adalah reaksi di mana alkana bereaksi dengan asam nitrat menghasilkan nitroalkana dan air. Reaksi ini memerlukan kondisi yang sangat spesifik dan tidak umum dilakukan dalam laboratorium sederhana.

Reaksi Umum :



#### 6. Reaksi dengan Asam Sulfat

Alkana dapat bereaksi dengan asam sulfat pekat untuk membentuk alkil sulfonat. Reaksi ini digunakan dalam beberapa proses industri.

Reaksi Umum :



### 4. Penggunaan Alkana

Alkana memiliki berbagai aplikasi industri dan komersial:

1. Bahan Bakar: Alkana seperti metana, propana, dan butana digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, pemanasan, dan kendaraan bermotor.
2. Pelumas dan Minyak: Alkana rantai panjang digunakan dalam pelumas dan minyak untuk mesin dan peralatan industri.
3. Bahan Baku Kimia: Alkana digunakan sebagai bahan baku dalam industri kimia untuk produksi plastik, karet

sintetis, dan berbagai senyawa organik lainnya.

Menurut laporan oleh *National Petroleum Research* (2019), alkana dari fraksi minyak bumi memainkan peran penting dalam berbagai proses industri, termasuk produksi energi dan bahan kimia dasar.

#### **4.4. Ikatik Tak Jenuh (Alkena dan Alkuna)**

##### **1. Struktur dan Tata Nama Alkena dan Alkuna**

###### **a. Struktur Alkena dan Alkuna**

**Alkena** adalah hidrokarbon tak jenuh yang mengandung setidaknya satu ikatan rangkap dua karbon-karbon (C=C). Karena ikatan rangkap dua ini, alkena memiliki reaktivitas kimia yang lebih tinggi dibandingkan alkana. Alkena mengikuti rumus umum :  $C_nH_{2n}$ .

**Alkuna** adalah hidrokarbon tak jenuh yang mengandung setidaknya satu ikatan rangkap tiga karbon-karbon (C≡C). Alkuna memiliki reaktivitas kimia yang bahkan lebih tinggi dibandingkan alkena dan alkana karena ikatan rangkap tiga mereka. Alkuna mengikuti rumus umum :  $C_nH_{2n-2}$ .

###### **Struktur Geometri Alkena:**

Ikatan rangkap dua dalam alkena menyebabkan geometri planar trigonal di sekitar karbon-karbon ikatan rangkap, dengan sudut ikatan sekitar  $120^\circ$ . Tidak adanya rotasi bebas di sekitar ikatan rangkap dua juga memungkinkan adanya isomer geometris (cis/trans atau E/Z).

###### **Struktur Geometri Alkuna:**

Ikatan rangkap tiga dalam alkuna menyebabkan geometri linear di sekitar karbon-karbon ikatan rangkap, dengan sudut ikatan sekitar  $180^\circ$ . Struktur ini membuat alkuna bersifat lurus dan tidak memiliki isomerisme geometris seperti pada alkena.

## b. Tata Nama Alkena dan Alkuna

Tata nama IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) digunakan untuk memberikan nama yang sistematis dan deskriptif pada senyawa alkena dan alkuna. Berikut adalah beberapa senyawa alkena dan alkuna:

**Tabel 2.** Tata Nama Alkena dan Alkuna

Rumus Molekul	Nama	Rumus Molekul	Nama
$C_2H_4$	Etena	$C_2H_2$	Etuna
$C_3H_6$	Propena	$C_3H_4$	Propuna
$C_4H_8$	Butena	$C_4H_6$	Butuna
$C_5H_{10}$	Pentena	$C_5H_8$	Pentuna
$C_6H_{12}$	Heksena	$C_6H_{10}$	Heksuna
$C_7H_{14}$	Heptena	$C_7H_{12}$	Heptuna
$C_8H_{16}$	Oktena	$C_8H_{14}$	Oktuna
$C_9H_{18}$	Nonena	$C_9H_{16}$	Nonuna
$C_{10}H_{20}$	Dekena	$C_{10}H_{18}$	Dekuna

## 2. Sifat Fisika dan Kimia Alkena dan Alkuna

Alkena dan alkuna memiliki sifat fisika yang serupa dengan alkana, namun ada beberapa perbedaan yang signifikan disebabkan oleh ikatan rangkap dalam alkena dan ikatan rangkap tiga dalam alkuna.

- **Kepolaran:** Baik alkena maupun alkuna adalah senyawa nonpolar, sehingga mereka larut dalam pelarut nonpolar tetapi tidak larut dalam pelarut polar seperti air.
- **Titik Didih dan Titik Leleh:** Titik didih dan titik leleh alkena dan alkuna meningkat seiring bertambahnya panjang rantai karbon. Alkena dan alkuna bercabang memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan dengan alkena dan alkuna rantai lurus

yang setara. Alkuna memiliki titik didih dan titik leleh yang sedikit lebih tinggi dibandingkan alkena dengan jumlah atom karbon yang setara karena gaya dispersi London yang lebih kuat akibat ikatan rangkap tiga.

- Kepadatan: Alkena dan alkuna umumnya memiliki kepadatan yang lebih rendah daripada air.
- Wujud: Alkena dan alkuna dengan jumlah karbon rendah (C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>) umumnya berwujud gas pada suhu kamar, sementara alkena dan alkuna dengan jumlah karbon lebih tinggi berwujud cair atau padat.
- Reaktivitas: Alkena dan alkuna lebih reaktif dibandingkan dengan alkana karena adanya ikatan rangkap dua dalam alkena dan ikatan rangkap tiga dalam alkuna. Kedua jenis ikatan ini merupakan area dengan densitas elektron tinggi yang mudah diserang oleh elektrofil.

### 3. Reaksi Alkena dan Alkuna

#### a. Reaksi Alkena

Alkena adalah hidrokarbon tak jenuh yang mengandung ikatan rangkap dua karbon-karbon (C=C). Ikatan ini memberikan alkena reaktivitas yang tinggi, memungkinkan mereka untuk mengalami berbagai reaksi kimia, terutama reaksi adisi. Berikut adalah beberapa reaksi penting alkena:

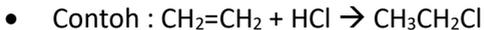
- 1) Reaksi Hidrogen (Hidrogenasi)
  - Alkena dapat diubah menjadi alkana melalui hidrogenasi di hadapan katalis seperti nikel (Ni), palladium (Pd), atau platinum (Pt).
  - Reaksi :  $R-CH=CH-R + H_2 \rightarrow R-CH_2CH_2R$
- 2) Reaksi Halogen (Halogenasi)
  - Alkena bereaksi dengan halogen seperti klorin (Cl<sub>2</sub>)

atau bromin ( $\text{Br}_2$ ) menghasilkan dihalogenalkana.



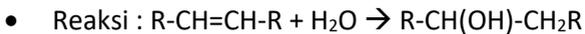
### 3) Reaksi Asam Halida

- Alkena bereaksi dengan asam halida ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ) untuk menghasilkan haloalkana.



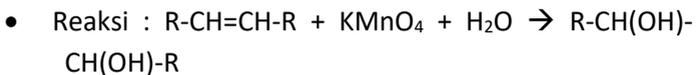
### 4) Reaksi Air (Hidrasi)

- Alkena dapat bereaksi dengan air di hadapan asam sebagai katalis untuk membentuk alkohol.



### 5) Reaksi oksidasi

- Alkena dapat dioksidasi oleh kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) dalam kondisi dingin dan netral menghasilkan diol (glikol).



## b. Reaksi Alkuna

Alkuna adalah hidrokarbon tak jenuh yang mengandung ikatan rangkap tiga karbon-karbon ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ). Ikatan rangkap tiga ini memberikan alkuna reaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan alkena, memungkinkan mereka untuk mengalami berbagai reaksi adisi. Berikut adalah beberapa reaksi penting alkuna:

### 1) Reaksi Hidrogen (Hidrogenasi)

- Alkuna dapat dihidrogenasi menjadi alkena dan selanjutnya menjadi alkana dengan katalis seperti nikel ( $\text{Ni}$ ), palladium ( $\text{Pd}$ ), atau platinum ( $\text{Pt}$ ).

- 2) Reaksi Halogen (Halogenasi)
  - Alkuna bereaksi dengan halogen seperti klorin ( $\text{Cl}_2$ ) atau bromin ( $\text{Br}_2$ ) untuk menghasilkan dihalogenalkena dan kemudian tetrahalogenalkana.
- 3) Reaksi Adisi Asam Halida
  - Alkuna bereaksi dengan asam halida ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ) untuk menghasilkan haloalkena dan kemudian dihaloalkana.
- 4) Reaksi Hidrasi
  - Alkuna dapat bereaksi dengan air di hadapan katalis  $\text{HgSO}_4$  dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) menghasilkan keton atau aldehida tergantung pada struktur alkuna.
- 5) Reaksi Oksidasi
  - Alkuna dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat menggunakan oksidator kuat seperti kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) atau ozon ( $\text{O}_3$ ).

#### **4. Penggunaan Alkena dan Alkuna**

##### **a. Penggunaan Alkena**

Alkena memiliki berbagai aplikasi penting dalam industri dan kehidupan sehari-hari, karena sifat reaktif mereka yang memungkinkan pembentukan berbagai produk kimia melalui reaksi adisi dan polimerisasi.

##### **1. Produksi Polimer**

Alkena adalah bahan baku utama dalam produksi polimer, seperti polietilena dan polipropilena. Polietilena adalah polimer yang paling umum digunakan, ditemukan dalam produk seperti kantong plastik, botol, dan pipa.

##### **2. Pelarut dan Bahan Baku Kimia**

Alkena seperti propilena digunakan sebagai bahan baku

dalam produksi pelarut organik, seperti isopropanol. Propilena juga digunakan dalam sintesis bahan kimia seperti asam akrilik dan propenal.

3. Industri Farmasi

Alkena digunakan dalam sintesis berbagai obat dan bahan aktif farmasi. Misalnya, etilena digunakan sebagai agen alkilasi dalam produksi beberapa obat kanker.

4. Industri Pangan

Etilena adalah hormon tumbuhan yang penting untuk pematangan buah. Gas etilena digunakan secara komersial untuk mematangkan buah-buahan seperti pisang dan tomat setelah dipanen.

## **b. Penggunaan Alkuna**

Alkuna, terutama asetilena, juga memiliki berbagai aplikasi penting dalam industri dan kehidupan sehari-hari karena sifat reaktifnya yang memungkinkan pembentukan berbagai produk kimia melalui reaksi adisi dan sikloadisi.

1. Pengelasan dan Pematangan Logam

Asetilena ( $C_2H_2$ ) adalah bahan bakar utama dalam pengelasan dan pemotongan logam. Campuran asetilena dan oksigen menghasilkan nyala yang sangat panas, yang digunakan dalam pengelasan oksiasetilena.

2. Sintesis Bahan Kimia

Asetilena digunakan sebagai bahan baku dalam sintesis berbagai senyawa kimia, termasuk vinil klorida (monomer untuk produksi PVC), akrilonitril (untuk produksi serat akrilik), dan 1,4-butadiena (untuk produksi karet sintetis).

3. Industri Farmasi

Alkuna digunakan dalam sintesis bahan aktif farmasi dan

senyawa antara. Contohnya, turunan asetilena digunakan dalam sintesis anestesi lokal dan obat antiinflamasi.

#### 4. Industri Elektronik

Beberapa alkuna digunakan dalam proses fabrikasi semikonduktor dan bahan elektronik. Asetilena, misalnya, digunakan dalam deposisi lapisan tipis karbon dalam teknologi film tipis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brown, W. H., Iverson, B. L., Anslyn, E. V., & Foote, C. S. (2017). "Organic Chemistry." 8th Edition. Cengage Learning.
- Carey, F., Giuliano, R., 2016. Organic Chemistry - Standalone book, 10th edition. ed.
- Chemical Engineering Journal. (2021). "The Role of Branched Alkanes in Fuel Efficiency." Chemical Engineering Journal, 45(3), 298-310.
- Johnson, T. R., & White, L. M. (2017). "Physical Properties and Molecular Interactions of Alkanes." Journal of Molecular Chemistry, 21(4), 289-305.
- McGraw Hill. McMurry, J.E., 2015. Organic Chemistry, 9th edition. ed. Cengage Learning.
- National Petroleum Research. (2019). Industrial Applications of Alkanes. National Petroleum Press.

## PROFIL PENULIS



**Rahma Diyan Martha, S.Si., M.Sc**

**Dosen Kimia**

**STIKes Karya Putra Bangsa Tulungagung**

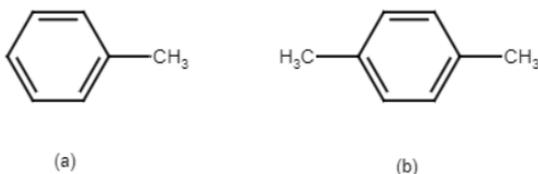
**Rahma Diyan Martha, S.Si., M.Sc**, lahir di Tulungagung pada 10 Februari 1991. Meraih gelar Sarjana di Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang (UM) tahun 2013 dan gelar Magister di Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2016, khususnya dalam bidang Kimia Organik (bahan alam dan sintesis). Sejak 2016, menjadi dosen Farmasi di PTS Kediri, dan sejak 2019, bergabung dengan STIKes Karya Putra Bangsa Tulungagung. Dalam perannya sebagai dosen, aktif menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi, termasuk penelitian yang masih berlangsung hingga sekarang. Penulis juga telah mempublikasikan berbagai artikel jurnal, terutama di bidang kimia farmasi bahan alam, seperti penelitian tentang tanaman majapahit (*Crescentia cujete*) sebagai antikanker.



## SENYAWA AROMATIK

*Oleh Myra Wardati Sari, S.ST., M.T.*

Senyawa aromatik yang paling sederhana adalah benzena yang pertama kali diisolasi oleh Michael Faraday pada tahun 1825 dari senyawa kimia yang hasil kondensasi (residu cair) dari pemanasan minyak bertekanan yang digunakan untuk memberikan penerangan (sejenis lampu) di bangunan-bangunan kota London (Bruce, 2006; Daley & Daley, 2005; Fessenden & Fessenden, 1982).



Gambar 1 Contoh senyawa aromatik sederhana (a) toluena, (b) p-xilena

Sumber: (Fessenden & Fessenden, 1982)

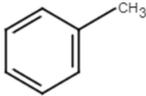
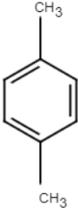
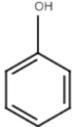
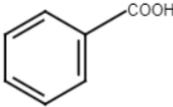
Hingga tahun 1940-an batubara menjadi sumber utama ekstraksi senyawa aromatik, diantaranya adalah hidrokarbon, fenol,ksi senyawa aromatik, diantaranya adalah hidrokarbon, fenol, dan heterosiklus aromatik (Fessenden & Fessenden, 1982).

Nama “aromatik” diberikan karena senyawa-senyawa yang didapatkan dari ekstraksi komoditi tanaman dan pepohonan memiliki aroma yang memberikan efek menenangkan dan menyenangkan (Bruice, 2006).

### 5.1. Penamaan Senyawa Aromatik

Senyawa aromatik tidak seperti senyawa-senyawa alifatik, tidak selalu mengikuti aturan penamaan dan telah memiliki nama khas yang umum dikenal seperti yang disajikan pada tabel 1.

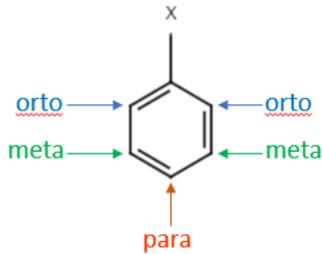
Tabel 1 Nama dan Struktur Senyawa Benzena yang Populer

Struktur	Nama Senyawa
	Toluena
	p-xilena
	Fenol
	Asam Benzoat

Sumber: disarikan dari (Fessenden & Fessenden, 1982)

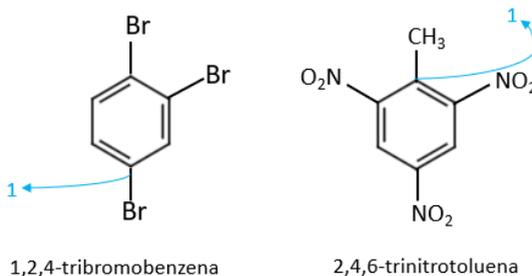
Senyawa Benzena tersubstitusi menggunakan istilah orto-, meta-, para- sebagai awalan, hal ini juga berbeda dengan senyawa

alifatik yang biasanya menggunakan nomor untuk menunjukkan posisi gugus tambahan. Posisi 1, 2 dinamakan dengan orto; posisi 1,3 dinamakan meta; dan posisi 1,4 dinamakan posisi para (Fessenden & Fessenden, 1982), seperti yang disajikan pada gambar 2.



Gambar 2 Penggunaan orto, meta, para dalam senyawa aromatik

Jika dalam sebuah cincin benzena terdapat gugus substituent sebanyak tiga atau lebih, maka penamaan tidak menggunakan istilah orto-, meta-, dan para-, namun menggunakan sistem penomoran (Hellwinkel, 2001), seperti yang disajikan pada gambar 3.



Gambar 3 Contoh Senyawa Benzena

## 5.2. Sifat Fisika dan Kimia Senyawa Hidrokarbon Aromatik

Benzena dan senyawaan hidrokarbon aromatik lainnya, serupa dengan senyawa hidrokarbon alifatik, juga merupakan senyawa nonpolar yang tidak larut dalam air namun larut dalam pelarut organik. Benzena kerap dimanfaatkan sebagai pelarut nonpolar yang

memiliki sifat membentuk azeotrop dengan air (91% benzena, 9% H<sub>2</sub>O). Demikian juga dengan sifat fisika berupa titik didih dan titik leleh senyawa hidrokarbon aromatik yang tidak berbeda jauh dengan hidrokarbon alifatik, seperti yang disajikan dalam tabel 2.

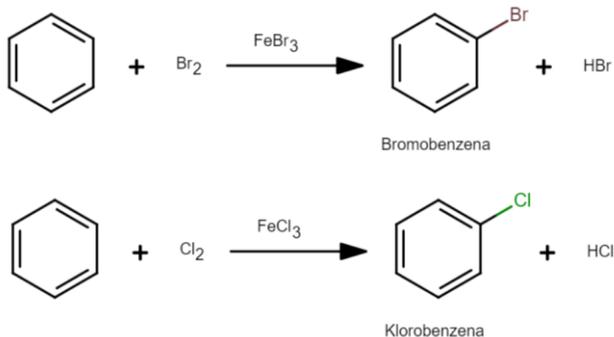
Tabel 2 Sifat Fisik Beberapa Contoh Senyawa Aromatik

Nama Senyawa	Titik Leleh (°C)	Titik Didih (°C)
Toluena	-94,95	110,63
p-xilena	13,25	138,37
Fenol	40,89	181,87
Asam Benzoat	122,35	249,2

Sumber: (Lide, 2005)

### 5.3. Halogenasi Benzena

Halogenasi merupakan suatu reaksi yang menggantikan satu atom Hidrogen di dalam struktur benzena dengan ion halogen (Cl, Br) (Fessenden & Fessenden, 1982). Dalam kasus brominasi atau klorinasi benzena, dibutuhkan asam Lewis seperti Besi (III) bromida (FeBr<sub>3</sub>) atau Besi (III) klorida (FeCl<sub>3</sub>) yang berfungsi sebagai katalis (Bruice, 2006; Fessenden & Fessenden, 1982) untuk mengaktifasi unsur halogen agar menjadi elektrofil yang kuat.



Gambar 4 Reaksi Halogenasi Benzena

Unsur halogen tidak sepenuhnya bereaksi langsung dan terpecah dengan reaksi yang terjadi, walaupun telah dilakukan penambahan katalis, maka dari itu, dapat dikatakan bahwa reaksi halogenasi dapat terjadi secara langsung maupun harus melewati tahap pemecahan ikatan Br-Br.

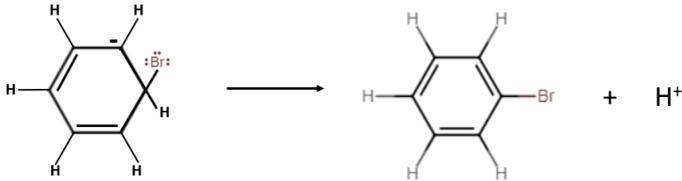
Ketika sebuah elektrofil (kita ambil contoh:  $\text{Br}^+$ ) kontak dengan elektron dari molekul pi aromatik, kemudian sepasang elektron pi dan elektrofil akan membentuk ikatan sigma. Tahapan dalam reaksi halogenasi dapat dijabarkan secara sederhana sebagai berikut (Fessenden & Fessenden, 1982):

Tahap pertama yaitu langkah ini memiliki laju yang lambat dalam reaksi halogenasi, maka dari itu sering menjadi patokan laju dalam suatu reaksi.

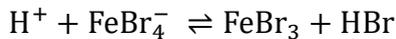


Tahap kedua, Ion benzenonium kehilangan proton menjadi basa dalam campuran reaksi. Produknya adalah bromobenzena,

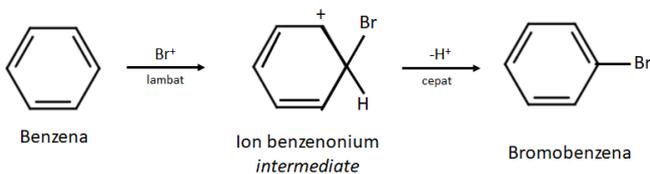
sebuah produk di mana karakter aromatik cincin telah ditangkap kembali.



Tahap ketiga, regenerasi katalis asam lewis yang bersamaan dengan hilangnya  $H^+$ . Proton yang dilepaskan pada tahap kedua mengalami reaksi dengan ion  $FeBr_4^-$  untuk menghasilkan  $HBr$  dan  $FeBr_3$ .



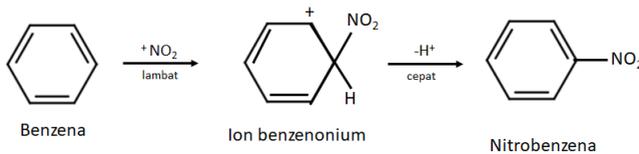
Secara sederhana, tanpa menyebutkan keberadaan katalis dalam reaksi halogenasi benzena (dalam hal ini, reaksi brominasi) persamaan reaksi dapat ditulis:



#### 5.4. Nitration Benzena

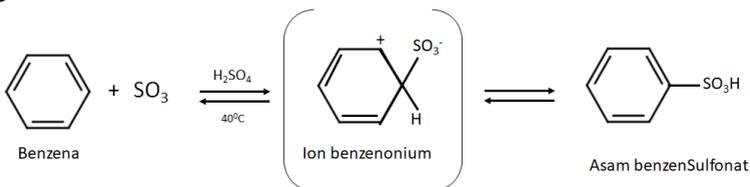
Nitrasi merupakan reaksi yang terjadi antara benzena dan asam nitrat ( $HNO_3$ ) pekat, dengan katalis asam Lewis yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) (Biava, 2020; Fessenden & Fessenden, 1982) yang menyebabkan hilangnya molekul air dan memprotonasi asam nitrat dan menghasilkan ion nitronium.

Tahap pertama pada reaksi nitrasi benzena adalah katalisasi dengan asam lewis, dalam hal ini adalah asam sulfat. Proses ini mengaktifkan  $\text{HNO}_3$  sehingga menghasilkan ion nitronium yang merupakan elektrofil yang kuat. Selanjutnya, ion nitronium diaktifkan oleh benzena sehingga menghasilkan Nitrobenzena (Biava, 2020; Bruice, 2006; Fessenden & Fessenden, 1982) seperti reaksi yang disajikan berikut:

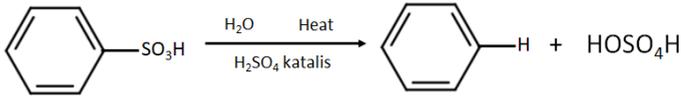


### 5.5. Sulfonasi Benzena

Sulfonasi benzena merupakan reaksi kimia elektrofilik reversibel yang menggunakan asam sulfat berasap,  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3$  (*fuming sulfuric acid*). Sulfonasi memiliki mekanisme reaksi yang berbeda dengan reaksi substitusi elektrofilik benzena yang telah disebutkan sebelumnya. Pada tahap pertama sulfonasi, benzena bereaksi dengan asam sulfat pekat. Pada tahap ini benzena “diserang” oleh elektrofil berupa ion sulfonat ( $\text{SO}_3\text{H}$ ), sehingga mengakibatkan salah satu ikatan H terlepas dan digantikan oleh gugus  $\text{SO}_3\text{H}$ .



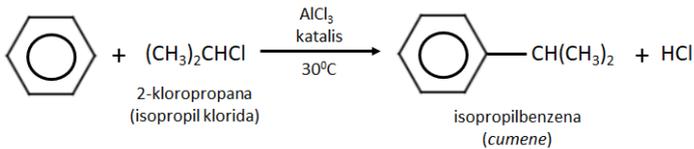
Hal yang menjadi catatan penting adalah sulfonasi merupakan reaksi reversibel (bolak-balik). Jika asam benzenesulfonat yang telah terbentuk dipanaskan dalam kondisi asam encer, maka reaksi yang terjadi akan berlangsung ke arah sebaliknya (Biava, 2020; Bruice, 2006).



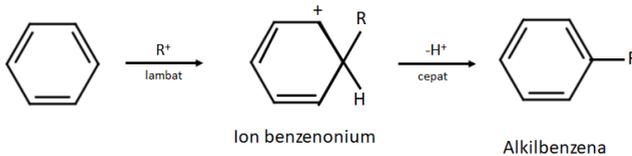
Asam benzenesulfonat merupakan produk reaksi yang kerap digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk sehari-hari, seperti dalam pembuatan deterjen, pewarna, dan obat-obatan (Biava, 2020), serta sebagai agen modifikasi katalis dalam pembuatan biofuel (Li et al., 2019) dan resin penukar anion (Sun et al., 2017).

## 5.6. Alkilasi

Alkilasi benzena adalah reaksi substitusi hidrogen pada cincin benzena dengan gugus alkil. Reaksi alkilasi ini menggunakan  $\text{AlCl}_3$  sebagai katalis, sebagaimana reaksi Friedel-Crafts, reaksi yang ditemukan oleh Charles Friedel dan James Crafts pada 1877 (Biava, 2020; Fessenden & Fessenden, 1982).



Reaksi alkilasi terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap pertama pembuatan elektrofil, yaitu ion karbokasi. Tahap kedua adalah ion elektrofil “menyerang” benzena, selanjutnya tahap ketiga adalah eliminasi ion hidrogen (Fessenden & Fessenden, 1982).



Salah satu masalah yang menjadi tantangan dalam reaksi

Alkilasi Friedel-Crafts adalah substitusi gugus alkil dalam cincin benzena dapat mengaktivasi seluruh bagian cincin benzena tersebut sehingga memperbesar kemungkinan terjadinya substitusi lain atau reaksi samping, maka untuk memperkecil kemungkinan ini maka ditambahkan senyawa aromatik berlebih. Tantangan lain dalam reaksi alkilasi Friedel-Crafts adalah adanya kemungkinan pergeseran tata letak 1,2 dari gugus R atau ion H. Reaksi alkilasi ini juga dapat dilakukan terhadap senyawa alkena yang direaksikan dengan HCl dan  $AlCl_3$  dengan mekanisme yang serupa dengan reaksi alkilasi dengan alkil halida dan berlangsung melalui ion karbokasi yang lebih stabil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Biava, H. D. (2020). *ORGANIC CHEMISTRY I*. <https://LibreTexts.org>
- Bruice, P. Y. (2006). *Organic Chemistry, 4th edition*.
- Daley, R. F., & Daley, S. J. (2005). *Organic Chemistry*.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1982). *Organic Chemistry* (2nd ed.). PWS Publishers.
- Hellwinkel, D. (2001). *Systematic Nomenclature of Organic Chemistry*. Springer.
- Li, H., Deng, Q., Chen, H., Cao, X., Zheng, J., Zhong, Y., Zhang, P., Wang, J., Zeng, Z., & Deng, S. (2019). Benzenesulfonic acid functionalized hydrophobic mesoporous biochar as an efficient catalyst for the production of biofuel. *Applied Catalysis A: General*, 580, 178–185.
- Lide, D. R. (2005). *CRC handbook of chemistry and physics, internet version 2005*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Sun, Y., Zuo, P., Luo, J., & Singh, R. P. (2017). Adsorption behavior of benzenesulfonic acid by novel weakly basic anion exchange resins. *Journal of Environmental Sciences*, 54, 40–47.

## PROFIL PENULIS



**Myra Wardati Sari, S.ST., M.T.**  
**Dosen Teknik Kimia**  
**Politeknik TEDC Bandung**

Lahir di Jakarta tahun 1989. Selepas pendidikan di SMAKBO (Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor) membuat ketertarikan pada kimia semakin besar. Hingga menyelesaikan pendidikan S2 di Prpgram Studi Teknik Kimia ITB (Institut Teknologi Bandung) pada tahun 2015 dalam bidang kekhususan Bioenergi. Hingga saat ini penulis masih aktif mengajar program studi Teknik Kimia di Politeknik TEDC Bandung dengan salah satu matakuliah yang diampu adalah Kimia Organik.



## ISOMERISME DALAM KIMIA ORGANIK

*Oleh Cengristitama, S.Si., M.T.*

Isomerisme adalah fenomena di mana dua atau lebih senyawa kimia memiliki rumus molekul yang sama tetapi memiliki struktur yang berbeda. Dalam kimia organik, isomerisme sangat penting karena mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari molekul. Isomerisme dalam kimia organik dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama: isomerisme struktur (struktur isomerisme) dan isomerisme ruang atau geometrik (stereoisomerisme). Kedua jenis isomerisme ini memiliki subkategori yang lebih spesifik. Berikut ini adalah penjelasan rinci mengenai masing-masing jenis isomerisme.

### 6.1. Isomerisme Struktur

Isomerisme struktur terjadi ketika atom-atom dalam molekul terhubung dengan urutan yang berbeda. Terdapat tiga jenis utama isomerisme struktur:

#### a. Isomerisme Rantai (*Chain Isomerism*)

Isomerisme rantai terjadi ketika molekul memiliki rantai karbon yang berbeda tetapi memiliki rumus molekul yang sama. Misalnya, butana ( $C_4H_{10}$ ) dapat ada dalam dua bentuk isomer rantai: n-butana dan isobutana (metilpropana) (Fadhilla, R., 2019).

Contoh:



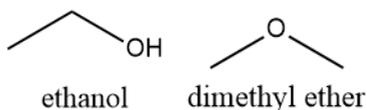
### c. Isomerisme Gugus Fungsi (*Functional Group Isomerism*)

Isomerisme gugus fungsi terjadi ketika molekul memiliki gugus fungsi yang berbeda, meskipun rumus molekulnya sama. Misalnya, etanol ( $C_2H_6O$ ) dan dimetil eter ( $C_2H_6O$ ) adalah isomer gugus fungsi (Fadhilla, R., 2019).

Contoh:

Etanol:  $CH_3CH_2OH$

Dimetil eter:  $CH_3OCH_3$



**Gambar 3.** Struktur etanol dan dimetil eter

Beberapa pasangan isomerisme gugus fungsi diantaranya adalah alkohol dengan eter, keton dengan aldehida, asam karboksilat dan ester.

### 6.2. Isomerisme Ruang (*Stereoisomerism*)

Isomerisme stereoisomerisme terjadi ketika molekul memiliki urutan atom yang sama, tetapi atom-atom tersebut disusun dalam ruang dengan cara yang berbeda. Ada dua jenis utama stereoisomerisme: isomerisme geometrik dan isomerisme optik.

#### a. Isomerisme Geometrik (*Geometric Isomerism*)

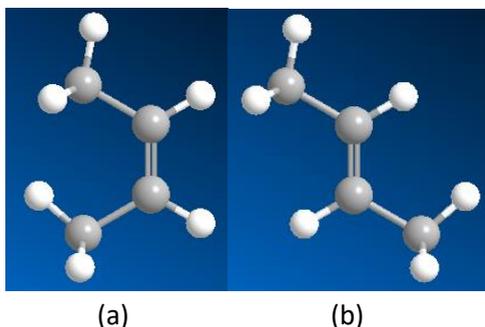
Isomerisme geometrik terjadi karena adanya hambatan rotasi di sekitar ikatan ganda atau struktur siklik. Isomer ini sering disebut sebagai cis-trans isomerisme. Isomerisme ini hanya terjadi pada senyawa dengan ikatan yang kaku atau rigid, seperti alkena dan sikloalkana, yang tidak dapat berotasi. Isomerisme geometris muncul karena adanya perbedaan penataan ruang dari gugus-gugus di sekitar ikatan rangkap dua pada alkena atau di sekitar dua karbon dalam cincin sikloalkana. Jika

dua gugus berada pada sisi yang sama, disebut cis (dari Bahasa Latin yang berarti 'di sisi yang sama'), sedangkan jika berada pada sisi yang berlawanan, disebut trans (dari Bahasa Latin yang berarti 'berlawanan') (Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S., 1990; Solomon, T.W.G., 1990).

Contoh:

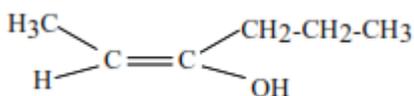
Cis-2-butena:  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$  (dua gugus metil pada sisi yang sama dari ikatan ganda)

Trans-2-butena:  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$  (dua gugus metil pada sisi berlawanan dari ikatan ganda)



**Gambar 4.** (a) Struktur cis-2-butena dan (b) trans-2-butena

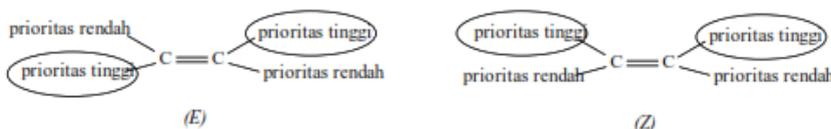
Penamaan cis-trans pada alkena dapat dilakukan jika kedua atom karbon dengan ikatan kaku memiliki dua gugus yang sama. Namun, jika kedua atom karbon tersebut terikat dengan empat gugus yang berbeda, maka akan sulit untuk memberikan penamaan cis atau trans. Perhatikan struktur di bawah ini, apakah termasuk struktur cis atau trans?



Pada sistem seperti ini, penamaan cis-trans tidak dapat digunakan. Sebaliknya, harus digunakan sistem penamaan yang lebih umum, yaitu sistem (E) dan (Z). Huruf E berasal dari kata Jerman "entgegen" yang berarti berlawanan, sedangkan huruf Z berasal dari kata Jerman "zusammen" yang artinya bersama-sama (Fessenden, R.J. & Fessenden,

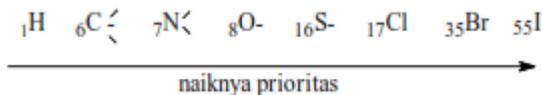
J.S., 1990).

Sistem (E) dan (Z) didasarkan pada pemberian prioritas kepada atom atau gugus yang terikat pada setiap karbon dari ikatan rangkap. Jika kedua gugus dengan prioritas lebih tinggi berada pada sisi yang berlawanan, maka isomer tersebut adalah (E). Sebaliknya, jika kedua gugus dengan prioritas tinggi berada pada sisi yang sama, maka isomer tersebut adalah (Z). Secara sederhana, aturan tersebut dapat dinyatakan dengan:

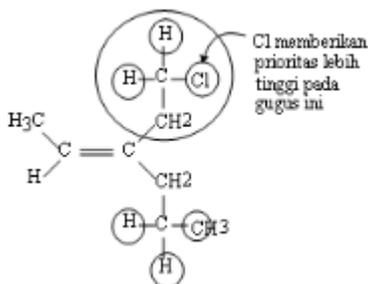


Adapun aturan penentuan prioritas sebagai berikut:

1. Prioritas ditentukan oleh nomor atom dari atom yang terikat langsung dengan atom-atom karbon pada ikatan rangkap. Atom dengan nomor atom lebih tinggi memiliki prioritas lebih tinggi.



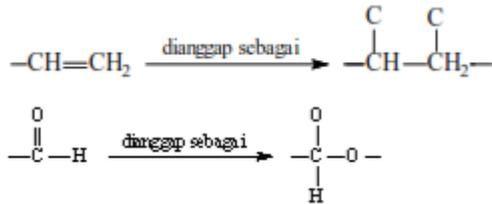
2. Jika atom-atom yang terikat langsung sama, maka penentuan prioritas didasarkan pada atom berikutnya yang terikat hingga ditemukan perbedaan prioritas. Contoh berikut menunjukkan nomor atom yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas.



3. Atom-atom yang terikat oleh ikatan rangkap dua atau rangkap tiga

dianggap mengikat dua atau tiga atom sejenis dengan ikatan tunggal. Setiap atom yang berikatan rangkap dua dihitung dua kali dan yang berikatan rangkap tiga dihitung tiga kali.

Contoh:



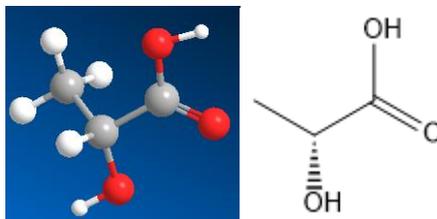
(Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S., 1990)

### b. Isomerisme Optik (*Optical Isomerism*)

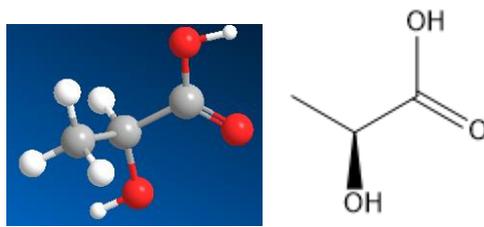
Isomerisme optik atau konfigurasi terjadi ketika molekul memiliki satu atau lebih pusat kiral (atom karbon yang terikat pada empat substituen yang berbeda), sehingga dapat memiliki isomer yang merupakan bayangan cermin satu sama lain (enantiomer) tetapi tidak dapat ditumpangtindihkan.

Contoh:

Asam laktat:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  memiliki dua isomer optik (R dan S).



(a) R-asam laktat



(b) S-asam laktat

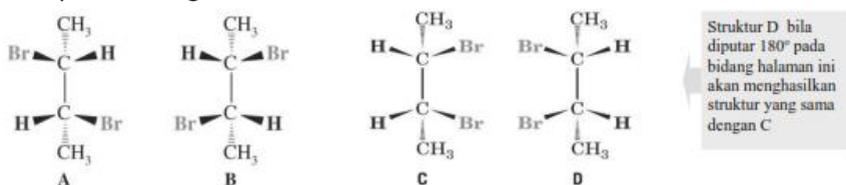
**Gambar 5.** Struktur isomer optik asam laktat

Meskipun senyawa-senyawa dengan isomer konfigurasi hanya berbeda dalam kemampuannya memutar bidang cahaya terpolarisasi, seringkali senyawa-senyawa ini memiliki efek biologis yang sangat berbeda. Contohnya obat anti-Parkinson yang dikenal sebagai L-DOPA atau L-dopamin, yang hanya aktif sebagai anti-Parkinson dalam konfigurasi R, sedangkan isomer S-nya tidak aktif. Demikian pula dengan ibuprofen, hanya enansiomer S yang berfungsi sebagai penghilang rasa sakit. Asam amino R-asparagina memiliki rasa manis, sedangkan S-asparagina memiliki rasa pahit. R-Talidomida adalah zat sedatif dan hipnotik, sementara enansiomernya, S-talidomida, merupakan teratogen yang kuat (Sardjono, S.E.,<sub>2</sub>; Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S., 1990; Solomon, T.W.G., 1990).

Senyawa dengan n pusat kiral akan mempunyai jumlah maksimum stereoisomer sebanyak  $2^n$ . Pasangan stereoisomer yang merupakan bayangan cermin satu sama lain disebut **enantiomer**. Sebaliknya, pasangan stereoisomer yang bukan bayangan cermin satu sama lain disebut **diastereoisomer**. Enantiomer memiliki sifat fisik yang sama kecuali arah putaran cahaya terpolarisasi, sehingga sulit dipisahkan. Sementara itu, diastereomer memiliki sifat fisik yang berbeda, sehingga lebih mudah dipisahkan (Sardjono, S.E.,<sub>2</sub>; Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S., 1990; Solomon, T.W.G., 1990; Suryelita, 2015).

Meskipun jumlah maksimum stereoisomer dapat diperkirakan dari

rumus  $2^n$ , penentuan jumlah stereoisomer pada senyawa yang memiliki lebih dari satu pusat kiral harus dilakukan dengan hati-hati. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan bahwa dua struktur yang digambarkan bukan merupakan stereoisomer satu sama lain, tetapi senyawa identik atau senyawa **meso**. Contohnya adalah senyawa 2,3-dibromobutana yang memiliki dua pusat kiral. Sesuai dengan rumus  $2^n$ , maka jumlah maksimum stereoisomer pada 2,3-dibromobutana adalah  $2^2 = 4$ . Keempat kemungkinan struktur stereoisomer tersebut adalah



Pasangan A dan B adalah enantiomer, sedangkan C dan D bukan stereoisomer karena C dan D merupakan senyawa identik atau senyawa meso. Oleh karena itu, jumlah stereoisomer dari 2,3-dibromobutana bukan 4, melainkan hanya 3, yaitu A, B, dan C (atau D). Di antara ketiga stereoisomer tersebut, struktur A dan B adalah enantiomer, sedangkan pasangan A dan C, serta B dan C adalah diastereoisomer. Namun, apakah benar C dan D adalah senyawa identik? Untuk mengetahuinya, putar senyawa D sebesar 180 derajat pada bidang kertas, maka akan terbentuk struktur yang identik dengan C. Senyawa C dan D adalah senyawa meso. Jadi, senyawa meso adalah senyawa akiral meskipun memiliki pusat kiral. Senyawa meso tidak optis aktif, tumpang tindih dengan bayangan cerminnya, dan memiliki bidang simetri (Sardjono, S.E.,\_ Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S., 1990; Solomon, T.W.G., 1990; Suryelita, 2015).

## DAFTAR PUSTAKA

- Fadhilla, R. 2019. Modul Kimia Organik Dasar KES107 (KH01). Universitas Esa Unggul.
- Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S. 1990. Kimia Organik, Terjemahan Jilid 1. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Sardjono, R.E. Tanpa Tahun. Modul 2 Isomeri. Diakses 23 Juli 2024, dari [http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.\\_PEND.\\_KIMIA/196904191992032-RATNANINGSIH\\_EKO\\_SARDJONO/MODUL\\_2\\_isomer\\_20\\_6\\_08\\_revisi.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._KIMIA/196904191992032-RATNANINGSIH_EKO_SARDJONO/MODUL_2_isomer_20_6_08_revisi.pdf)
- Solomons, T.W.G. 1990. Fundamentals of Organic Chemistry. 3rd Ed. New York: John Wiley & Sons.
- Suryelita. 2015. Bahan Ajar kimia Organik 3. Padang: Jurusan Kimia FMIPA UNP.

## PROFIL PENULIS



**Cengristitama, S.Si., M.T.**  
**Dosen Teknik Kimia**  
**Politeknik TEDC Bandung**

Penulis lahir di kota Bengkulu pada tanggal 8 Februari 1984. Penulis mendapatkan gelar Sarjana Sains setelah lulus dari jurusan kimia Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran tahun 2007. Pada tahun 2008 penulis melanjutkan studinya di Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri. Penulis pernah menjadi salah satu supervisor R & D di Sanbe Farma untuk Plant Steril dan Oncology, bertanggung jawab terhadap beberapa analisis bahan baku, kemasan, serta obat yang akan didaftarkan menjadi produk baru (2011-2012). Tahun 2013-2014 penulis menjadi dosen kontrak di jurusan fisika Fakultas Tarbiyah IAIN Raden Intan. Sejak tahun 2015 penulis menjadi dosen tetap di prodi Teknik Kimia Politeknik TEDC Bandung dan dipercaya untuk mengampu beberapa mata kuliah antara lain Teknik Reaksi Kimia, Pengetahuan Bahan, Neraca Energi, Teknologi Pengolahan Limbah, Analisis dan Pengendalian Pencemarn Lingkungan.



## ALKOHOL

*Oleh Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc.*

### 7.1. Klasifikasi dan Nomenklatur

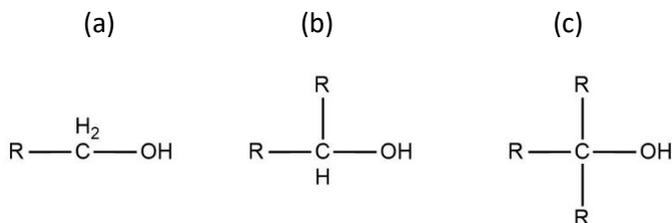
Alkohol merupakan salah satu golongan senyawa organik yang cukup penting. Mengapa demikian? Alkohol selain dapat berfungsi sebagai pelarut karena cukup mudah untuk disintesis, alkohol juga dapat digunakan untuk bereaksi dengan senyawa lain untuk membentuk golongan senyawa tertentu yang memiliki manfaat tidak kalah besarnya seperti pada pembentukan ester dengan menggunakan alkohol. Jika kita perhatikan rumus umum alkohol yaitu ROH, sekilas alkohol seperti memiliki gugus hidroksil atau OH akan tetapi alkohol bukanlah suatu basa. Alkohol merupakan senyawa netral yang sedikit bersifat asam lemah. Mengapa alkohol yang secara struktur seperti memiliki gugus hidroksil (-OH) tetapi justru bersifat asam lemah? Kalian akan menemukan jawabannya jika kalian membaca bab ini hingga tuntas! Yuk kita pelajari.

#### 1. Klasifikasi

Seperti halnya alkil halida, alkohol juga diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu alkohol primer ( $1^\circ$ ), sekunder ( $2^\circ$ ), dan tersier ( $3^\circ$ ). Bagaimana kita bisa mengetahui yang mana termasuk golongan alkohol primer, sekunder, atau tersier? Ternyata caranya **sangat mudah** loh! Kalian hanya cukup fokus pada atom karbon yang terikat pada gugus hidroksil (-OH). Setelah kalian identifikasi karbon yang

mana yang mengikat gugus hidroksil, kalian lihat kembali ada berapa banyak atom H yang masih terikat pada karbon yang sama tersebut! Tentukanlah golongannya berdasarkan ciri-ciri sebagai berikut.

- Jika karbon masih mengikat dua atom hidrogen (H) maka senyawa tersebut tergolong sebagai **alkohol primer**.
- Jika karbon hanya mengikat satu atom hidrogen (H) maka senyawa tersebut tergolong sebagai **alkohol sekunder**.
- Jika karbon tidak mengikat atom hidrogen (H) sama sekali maka senyawa tersebut tergolong sebagai **alkohol tersier**.



**Gambar 1.** (a) Alkohol primer (b) Alkohol sekunder (c) Alkohol tersier

Lalu bagaimana dengan karbon yang masih mengikat tiga atom hidrogen (H)? Apakah dia termasuk alkohol primer, sekunder, atau tersier? Metanol merupakan alkohol primer yang paling sederhana meskipun dia tidak memenuhi ciri-ciri yang dijelaskan di atas. Ingat hanya metanol yang termasuk pengecualiannya!

## 2. Nomenklatur

Penamaan atau nomenklatur alkohol memiliki aturan yang cukup berbeda dengan penamaan golongan senyawa hidrokarbon. Namun, konsep penamaan pada hidrokarbon tetap harus kalian pahami. Jika belum paham, silahkan baca kembali topik tentang penamaan hidrokarbon (alkana, alkena, dan alkuna). Secara umum, aturan dari penamaan alkohol yaitu sebagai berikut.

- a. Pilihlah rantai induk yang terpanjang dan salah satu atom karbonnya mengikat gugus hidroksil (-OH). **Ingat! Penentuan rantai induk harus memenuhi kedua syarat ini.** Jadi, jika ada rantai karbon yang lebih panjang tetapi tidak satu pun karbonnya mengikat -OH maka kalian memilih rantai induk yang salah atau jika ada karbon yang mengikat -OH tetapi rantai yang kalian pilih itu lebih pendek maka kalian memilih rantai induk yang salah. Syarat keduanya itu **wajib terpenuhi**. Catatan penting lainnya yaitu **rantai induk tidak selalu merupakan rantai yang lurus**. Suatu rantai induk bisa saja merupakan rantai dengan atom karbon yang *zig zag* atau berbelok.
- b. Penomoran karbon dimulai dengan karbon yang terikat langsung dengan -OH untuk **alkohol primer** atau penomoran dimulai dari karbon yang terikat paling dengan dengan karbon yang mengikat -OH untuk **alkohol sekunder** dan **tersier**.
- c. Pemberian nama mirip seperti aturan nama senyawa hidrokarbon namun setiap akhiran -na digantikan dengan -ol. **Ingat!** Penulisan nama dan nomor cabang (jika ada) diletakkan secara berurutan berdasarkan urutan alphabet sebelum menuliskan nama rantai induknya.

## 7.2. Sifat fisik alkohol

### 1. Titik didih dan titik leleh

Seperti yang telah dibahas di awal, keberadaan ikatan hidrogen pada golongan senyawa alkohol menyebabkan perbedaan titik didih dan titik leleh yang cukup besar dibandingkan dengan golongan senyawa alkana yang mempunyai jumlah karbon yang sama (Calipari 2021)

**Tabel 1.** Perbandingan titik didih dan titik leleh alkohol terhadap alkana

No	Nama	Rumus	Titik Didih (°C)	Titik Leleh (°C)
<b>Alkana</b>				
1	Metana	CH <sub>4</sub>	-164	-182
2	Etana	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-88	-183
3	Propana	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-42	-190
4	Butana	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-4	-138
5	Pentana	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	36	-130
<b>Alkohol</b>				
6	Metanol	CH <sub>3</sub> OH	64,7	-97
7	Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	78,3	-117
8	Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	97,2	-126
9	Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	117,7	-90
10	Pentanol	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	137,9	-77,6

## 2. Kelarutan dan kerapatan

Jika kita perhatikan struktur dari alkohol, bagian alkohol yang mengandung ikatan hidrogen bersifat polar sehingga menyebabkan alkohol dapat larut dalam air tetapi **dengan syarat** jumlah **karbon** yang terdapat pada senyawa alkohol tersebut **tidak boleh lebih dari tiga**. Alkohol yang mempunyai jumlah karbon lebih dari tiga menyebabkan sifat tidak polar lebih mendominasi. Akibatnya, kelarutan alkohol dalam air berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah atom karbon yang terikat. Sebaliknya, kelarutan alkohol pada pelarut nonpolar menjadi semakin meningkat.

Jika dilarutkan dengan asam-asam kuat seperti asam sulfat pekat, alkohol akan larut dan terprotonasi. Proton atau ion hidrogen pada asam sulfat pekat tersebut akan memprotonasi alkohol pada atom oksigennya. Selain kelarutannya, alkohol memiliki kerapatan atau densitas yang lebih besar dibandingkan dengan senyawa

hidrokarbon dengan jumlah atom yang sama.

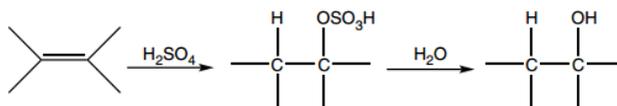
### 7.3. Sintesis Alkohol

Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa alkohol merupakan golongan senyawa yang cukup mudah disintesis atau dibuat karena ada banyak cara yang dapat digunakan. Cara tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau ketersediaan bahan yang ada di laboratorium. Beberapa cara hanya bisa digunakan untuk menghasilkan alkohol dalam skala kecil, sedangkan sebagian yang lainnya sering digunakan industri untuk menghasilkan alkohol dengan jumlah yang sangat besar.

#### 1. Hidrasi katalitik alkena

Hidrasi alkena merupakan salah satu cara sintesis alkohol yang sering digunakan dalam skala industri. Industri biasanya menggunakan asam sulfat pekat sebagai katalis. Jika alkohol ingin dibuat hanya dalam jumlah kecil atau skala laboratorium, alkohol dapat disintesis dengan menggunakan merkuri yang merupakan senyawa yang bersifat racun, sehingga alkohol yang dihasilkan tidak dapat digunakan langsung oleh manusia selama merkuri tersebut belum dipisahkan. Prinsip dasar dalam sintesis dengan cara hidrasi katalitik alkena ini yaitu **aturan Markovnikov**. Jika kita menggunakan asam sebagai katalisnya, maka asam tersebut akan diikat oleh karbon yang mengikat lebih banyak hidrogen. Mengapa? Hal ini disebabkan dengan masuknya hidrogen pada karbon tersebut maka karbokation yang terbentuk merupakan karbokation yang lebih stabil dibandingkan ketika hidrogen diikat oleh karbon yang telah mengandung lebih sedikit atom hidrogen. Prinsip ini juga berlaku apabila kita menggunakan merkuri dalam sintesis alkohol. Jenis merkuri yang sering digunakan yaitu oksimerkuri atau  $\text{Hg}(\text{OAc})_2$  dengan pelarut THF. Sintesis dengan cara ini berfungsi untuk mensintesis dalam skala kecil. Metode ini cukup efektif karena

menghasilkan produk dengan persentase hasil yang tinggi dan produk samping jarang dihasilkan.



**Gambar 2.** Reaksi hidrasi katalitik alkena menjadi alkohol

## 2. Reaksi hidroborasi-oksidasi

Reaksi hidroborasi-oksidasi merupakan salah satu cara sintesis alkohol ketika produk alkohol yang kita inginkan hanya dapat dihasilkan melalui mekanisme reaksi anti-Markovnikov. Jenis borana yang sering digunakan dalam reaksi ini yaitu diborana ( $B_2H_6$ ) atau larutan borane dalam tetrahydrofuran ( $BH_3 \bullet THF$ ). Meskipun demikian, pada dasarnya menggunakan jenis reaktan dari golongan senyawa apapun, reaktan tersebut akan diubah menjadi  $BH_3$  pada mekanisme reaksinya.  $BH_3$  ini merupakan suatu asam Lewis yang baik.

Reaksi hidroborasi ini mempunyai dua tahapan reaksi, yaitu sebagai berikut.

- a. Penyerangan elektron  $\mu$  pada ikatan rangkap dua alkena terhadap atom B pada  $BH_3$ .

Putusnya ikatan  $\mu$  menyebabkan dua kemungkinan posisi terikatnya atom B dari kedua karbon yang sebelumnya terikat melalui ikatan  $\mu$ . Jika kedua atom karbon mengikat atom hidrogen dengan jumlah yang sama, maka posisi masuknya  $BH_3$  dapat terjadi pada kedua karbon tetapi jika kedua atom tersebut tidak simetris yang berarti bahwa salah satu karbon mempunyai jumlah atom yang lebih banyak maka  $BH_3$  akan masuk atau terikat pada atom karbon yang mengikat hidrogen lebih banyak (aturan anti-Markovnikov). Pada saat boron terikat pada karbon

tersebut, salah satu hidrogen dari  $\text{BH}_3$  akan terikat pada karbon yang satunya, sehingga ikatan antara atom hidrogen dengan boron menjadi putus. Kedua proses ini terikat secara bersamaan dan penyerangan terjadi pada arah yang sama dengan posisi ikatan  $\mu$  (*syn addition*).

Hal penting yang harus kalian ingat adalah proses ini akan terus berlangsung selama boron masih mengikat hidrogen, hingga terbentuk  $\text{BR}_3$  (Trialkilborana).

**b.** Oksidasi trialkilborana dengan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )

Pada proses oksidasi, hal pertama kali yang terjadi adalah donasi pasangan elektron dari ion hidrogen peroksida. Pada tahapan ini, ion hidrogen peroksida berfungsi sebagai nukleofil karena perannya sebagai donor elektron untuk menghasilkan produk trialkilborana yang baru seperti pada gambar yang ada pada mekanisme reaksi di atas. Setelah itu, suatu penataan ulang terhadap salah satu alkil terjadi. Awalnya alkil tersebut terikat pada karbon menjadi terikat pada oksigen yang menyebabkan pelepasan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ). Proses ini terjadi hingga semua gugus alkil berubah menjadi  $-\text{OR}$  yang menghasilkan produk berupa trialkilborat. Pada akhirnya, penambahan basa kuat seperti  $\text{NaOH}$  menyebabkan dihasilkannya suatu alkohol dan natrium borat.

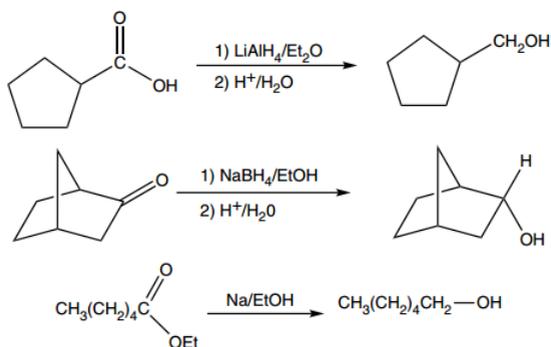
**3.** Oksidasi alkena

Apabila suatu senyawa alkena direaksikan dengan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) atau osmium tetroksida ( $\text{OsO}_4$ ) dalam kondisi dingin dan tidak terlalu pekat maka produk yang dihasilkan merupakan suatu senyawa diol (senyawa yang mengikat dua gugus hidroksi).

#### 4. Reduksi karbonil

Karbonil merupakan bagian struktur senyawa organik yang ditandai dengan suatu atom karbon yang berikatan rangkap dua dengan oksigen. Terdapat beberapa golongan senyawa organik yang memiliki gugus karbonil ini seperti asam karboksilat, ester, aldehida, dan keton.

Reduksi dari gugus karbonil pada beberapa golongan senyawa organik tersebut dapat berbeda-beda. Reduksi pada asam karboksilat dan ester membutuhkan agen pereduksi yang kuat seperti litium aluminium hidrida ( $\text{LiAlH}_4$ ) atau suatu logam natrium. Akan tetapi, aldehida dan keton dapat lebih mudah direduksi, sehingga natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) saja dapat digunakan untuk menghasilkan alkohol (Smith, 2011).



**Gambar 3.** Reaksi reduksi senyawa karbonil

#### 5. Reaksi dengan reagen Grignard

Apakah itu reagen Grignard? Reagen Grignard merupakan suatu senyawa organologam yang mengandung magnesium. Reagen Grignard ini sangat bermanfaat bagi sintesis organik. Untuk menghasilkan alkohol, mekanisme reaksi diawali dengan penyerangan oleh karbon yang terikat langsung pada Mg. Mengapa karbon tersebut yang menyerang bukankah karbon bukan suatu nukleofil? Karbon yang berikatan langsung dengan magnesium

bersifat parsial negatif, sehingga karbon tersebut mampu menyerang C pada karbonil yang bersifat parsial positif. Akibatnya, ion MgX dilepaskan. Produk yang dihasilkan masih belum stabil karena masih berupa ion-ion, sehingga tahap selanjutnya yaitu hidrolisis atau penambahan air. **Catatan penting!** Suatu alkohol primer dihasilkan dari reaksi dengan aldehid, asam karboksilat, atau ester sedangkan alkohol sekunder dan tersier dihasilkan dari suatu keton.

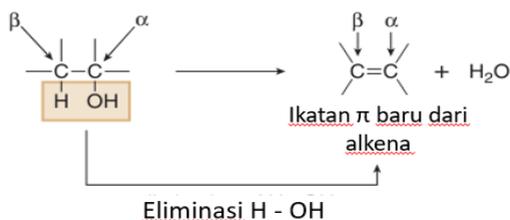
#### 7.4. Reaksi – reaksi alkohol

Alkohol memiliki struktur yang mirip dengan alkil halida karena adanya unsur elektronegatif yang terikat pada atom karbon hibridisasi  $sp^3$ . Namun, alkil halida mengandung gugus lepas yang baik ( $X^-$ ), sedangkan alkohol tidak demikian karena substitusi nukleofilik dengan ROH akan menggantikan  $-OH$  yang merupakan suatu basa kuat dan juga merupakan gugus pergi yang buruk.

Agar alkohol dapat menjalani reaksi substitusi atau eliminasi nukleofilik, gugus OH harus diubah menjadi gugus pergi yang lebih baik. Hal ini dapat dilakukan melalui reaksi dengan asam. Reaksi alkohol dengan asam kuat seperti HCl atau  $H_2SO_4$  memprotonasi atom O melalui reaksi asam-basa. Hal ini mengubah gugus lepas  $-OH$  menjadi  $H_2O$  yang merupakan basa lemah dan gugus pergi yang baik.

##### 1. Reaksi dehidrasi alkohol menjadi alkena

Dehidrasi, seperti dehidrohalogenasi, adalah reaksi eliminasi ketika unsur-unsur OH dan H dihilangkan dari atom karbon  $\beta$  dan  $\alpha$ .



**Gambar 4.** Reaksi dehidrasi alkohol menjadi alkena

Mekanisme dehidrasi ini tergantung pada struktur alkohol. Alkohol 2° (sekunder) dan 3° (tersier) bereaksi melalui mekanisme E1 (eliminasi 1, melalui mekanisme karbokation), sedangkan alkohol 1° (primer) bereaksi melalui mekanisme E2 (Eliminasi 2). Namun, apa pun jenis alkoholnya, asam kuat selalu dibutuhkan untuk memprotonasi atom O untuk membentuk gugus lepas yang baik. Dehidrasi E1 alkohol 2° dan 3° diilustrasikan dengan (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>COH (alkohol 3°) sebagai bahan awal untuk membentuk (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C=CH<sub>2</sub> sebagai produk. Mekanismenya terdiri dari tiga langkah.

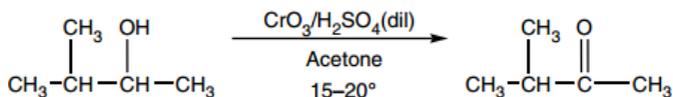
- a. Langkah [1] memprotonasi gugus OH untuk membuat gugus lepas yang baik.
- b. Langkah [2] dan [3] adalah dua langkah mekanisme E1: hilangnya gugus lepas (H<sub>2</sub>O dalam kasus ini) untuk membentuk karbokation, diikuti oleh penghilangan proton β untuk membentuk ikatan π.
- c. Asam yang digunakan untuk memprotonasi alkohol pada Langkah [1] diregenerasi setelah penghilangan proton pada Langkah [3], sehingga dehidrasi dikatalisis oleh asam.

## 2. Reaksi konversi alkohol menjadi alkil halida

Gugus hidroksi pada alkohol dapat digantikan dengan gugus halida. Sejumlah reagen menyebabkan konversi ini, seperti asam halida (HCl, HBr, dan HI), natrium bromida dengan asam sulfat (NaBr/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), asam klorida dengan seng klorida (HCl/ZnCl<sub>2</sub>), fosfor tribromida (PBr<sub>3</sub>) dalam basa, atau refluks dengan tionil klorida (SOCl<sub>2</sub>). Metanol dan sebagian besar alkohol primer mengikuti mekanisme S<sub>N</sub>2, sementara sebagian besar alkohol lainnya bereaksi dengan S<sub>N</sub>1. Reaksi S<sub>N</sub>1 dapat melibatkan penataan ulang seperti pergeseran hidrida (Moore and Langley, 2011).



Oksidasi alkohol sekunder menjadi keton juga dapat terjadi melalui penggunaan berbagai macam zat pengoksidasi. **Gambar 7** mengilustrasikan oksidasi alkohol sekunder menggunakan reagen Jones.



**Gambar 7.** Oksidasi alkohol sekunder menjadi keton

## DAFTAR PUSTAKA

- Calipari, Tamadon. 2021. "Alcohol: Applications and Physical Properties." *Journal of Physical Chemistry & Biophysics* 11(2):1–2.
- Moore, John T. and Richard H. Langley. 2011. *Organic Chemistry II for Dummies*. Hoboken: Wiley Publishing, Inc.
- N. M. Beylerian and A. G. Khachatryan. 2015. "The Mechanism of the Oxidation of Alcohols and Aldehydes with Peroxydisulphate Ion." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. 1(April).
- Smith, Janice Gorzynski. 2011. *Organic Chemistry Third Edition*. edited by Marty Lange. New York: McGraw-Hill.

## PROFIL PENULIS



**Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc.**  
**Dosen Kimia Organik**  
**Universitas Negeri Padang**

Hesty Parbuntari merupakan salah satu dosen di departemen kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Karir sebagai dosen pada bidang kimia organik sudah dimulai sejak tahun 2017. Hesty dilahirkan di Lahat, 5 Januari 1993. Hesty menyelesaikan studi sarjana dan master di Yogyakarta dan pindah ke Padang setelah menyelesaikan studi magisternya. Saat ini, sebagai dosen, Hesty aktif dalam kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi. Tidak hanya menerbitkan buku, beberapa artikel pada jurnal nasional maupun Internasional juga telah berhasil dipublikasikan. Meskipun demikian, Hesty masih ingin terus belajar dan belajar. Rencana terdekat saat ini, Hesty akan melanjutkan studi S3 dengan bantuan beasiswa LPDP.

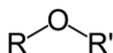


## ETER DAN EPOKSIDA

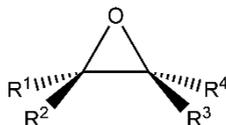
Oleh Fadliyah Al Maida, S.T., M.T.

### 8.1. Definisi Eter dan Epoksida

**Eter** adalah kelompok senyawa kimia organik yang memiliki struktur umum  $R-O-R'$ , di mana R dan R' adalah gugus alkil atau aril yang dihubungkan oleh atom oksigen. Eter bisa terbentuk dari gugus alkil yang sama atau berbeda. Eter adalah senyawa yang cukup penting dalam kimia organik karena penggunaannya yang luas dalam industri dan laboratorium.



**Epoksida** adalah senyawa organik yang mengandung cincin tiga anggota yang terdiri dari dua atom karbon dan satu atom oksigen. Cincin ini dikenal sebagai cincin epoksi atau oksiran. Epoksida adalah jenis khusus dari eter yang memiliki sifat kimia unik karena tegangan cincin tiga anggotanya, yang membuatnya sangat reaktif.



### 8.2. Ciri-ciri Eter dan Epoksida

#### a. Eter

1. Struktur: Eter memiliki rumus umum  $R-O-R'$ , di mana R dan R' adalah gugus alkil atau aril. Contohnya adalah dietil eter

(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>).

2. Titik Didih: Eter biasanya memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan alkohol dengan massa molekul yang sama. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya ikatan hidrogen antar molekul eter.
3. Kelarutan: Eter umumnya larut dalam pelarut organik seperti alkohol, benzena, dan kloroform, tetapi hanya sedikit larut dalam air. Kelarutan dalam air dapat meningkat jika gugus alkilnya pendek.
4. Volatilitas: Eter mudah menguap dan memiliki bau yang khas.
5. Reaktivitas: Eter relatif tidak reaktif di bawah kondisi normal, tetapi mereka bisa membentuk peroksida yang sangat reaktif dan berbahaya jika teroksidasi oleh oksigen dari udara.

#### b. Epoksida

1. Struktur: Epoksida memiliki cincin tiga anggota yang terdiri dari dua atom karbon dan satu atom oksigen. Contoh sederhana dari epoksida adalah etilen oksida (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O), yang memiliki struktur:



2. Reaktivitas: Epoksida sangat reaktif karena tegangan cincin tiga anggotanya. Tegangan ini membuat epoksida cenderung mudah membuka cincin dan bereaksi dengan berbagai nukleofil seperti air, alkohol, dan amina.
3. Pembentukan: Epoksida umumnya terbentuk dari alkena melalui proses epoksidasi, di mana oksigen ditambahkan ke ikatan rangkap dua karbon-karbon. Reaksi ini dapat dilakukan menggunakan pereaksi seperti asam perasetat atau meta-kloroperbenzoat.

### 8.3. Sifat Fisik dan Kimia Eter dan Epoksida

#### a. Eter

##### Sifat Fisik

1. Titik Didih: Eter umumnya memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan alkohol dengan berat molekul yang sama. Ini karena eter tidak membentuk ikatan hidrogen antar molekulnya.
2. Kelarutan dalam Air: Eter dengan rantai alkil pendek sedikit larut dalam air karena dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, tetapi kelarutannya menurun dengan meningkatnya panjang rantai alkil.
3. Kelarutan dalam Pelarut Organik: Eter sangat larut dalam pelarut organik seperti alkohol, benzena, dan kloroform.
4. Volatilitas: Eter umumnya memiliki volatilitas tinggi dan mudah menguap.
5. Bau: Banyak eter memiliki bau yang khas dan menyengat.

##### Sifat Kimia

1. Reaktivitas: Eter relatif stabil dan tidak reaktif di bawah kondisi normal. Namun, mereka dapat bereaksi dengan asam kuat dan agen oksidasi.
2. Pembentukan Peroksida: Eter, terutama yang tersimpan dalam waktu lama dan terpapar udara, dapat membentuk peroksida yang sangat reaktif dan berbahaya. Oleh karena itu, penyimpanan eter memerlukan pemeriksaan peroksida secara berkala.
3. Polaritas: Eter adalah senyawa non-polar atau sedikit polar, yang mempengaruhi kelarutannya dan penggunaannya sebagai pelarut.
4. Reaksi dengan Hidrogen Halida (HX): Eter dapat bereaksi

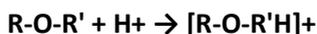
dengan hidrogen halida untuk membentuk alkil halida dan alkohol. Reaksi ini biasanya memerlukan kondisi asam kuat. Contoh :



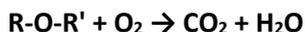
1. Protonasi oleh Asam Lewis: Eter dapat berinteraksi dengan asam Lewis kuat, seperti  $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ , dan lain-lain, yang dapat mengkatalisasi reaksi tertentu. Contoh :



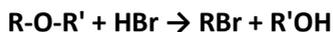
2. Pembentukan Ion Oksonium: Di bawah kondisi asam kuat, eter dapat terprotonasi untuk membentuk ion oksonium ( $\text{R-O-R'H}^+$ ), yang dapat bertindak sebagai intermediet dalam reaksi substitusi dan eliminasi. Contoh :



3. Reaksi Pembakaran: Eter, seperti banyak senyawa organik lainnya, mudah terbakar dan dapat bereaksi dengan oksigen di udara untuk menghasilkan karbon dioksida, air, dan panas. Contoh :



4. Reaksi Cleavage oleh Asam: Eter dapat dipecah oleh asam kuat untuk menghasilkan alkil halida dan alkohol. Contoh :



5. Sifat Solvasi: Eter adalah pelarut aprotik karena tidak dapat mendonasikan proton ( $\text{H}^+$ ). Mereka digunakan dalam banyak reaksi organik karena kemampuannya melarutkan senyawa organik tanpa berpartisipasi dalam reaksi sebagai donor proton.
6. Kompleks dengan Logam: Eter dapat bertindak sebagai ligan untuk logam dalam pembentukan kompleks koordinasi. Misalnya, dietil eter sering digunakan sebagai pelarut untuk reagen Grignard.

Contoh :



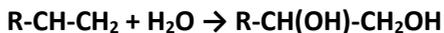
## b. Epoksida

### Sifat Fisik

1. Volatilitas: Epoksida sering kali lebih volatil dibandingkan dengan senyawa organik lainnya karena ukurannya yang kecil dan struktur cincin tegangannya.
2. Kelarutan: Epoksida umumnya larut dalam pelarut organik dan beberapa epoksida juga larut dalam air.
3. Titik Didih dan Titik Lebur: Epoksida biasanya memiliki titik didih dan titik lebur yang rendah.

### Sifat Kimia

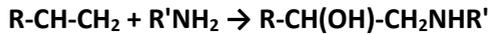
1. Reaktivitas Tinggi: Struktur cincin tiga anggota epoksida menciptakan tegangan yang signifikan, menjadikannya sangat reaktif. Tegangan ini membuat epoksida cenderung mudah bereaksi untuk mengurangi tegangan dalam cincinnya.
2. Reaksi Pembukaan Cincin:
  - Nukleofil: Epoksida sangat rentan terhadap serangan nukleofil seperti air, alkohol, amina, dan asam. Reaksi ini membuka cincin epoksi dan menghasilkan produk yang lebih stabil.
  - Hidrolisis: Epoksida dapat dihidrolisis oleh air atau asam untuk menghasilkan diol. Contoh:



- Reaksi dengan Alkohol: Epoksida dapat bereaksi dengan alkohol untuk membentuk eter yang mengandung gugus hidroksil. Contoh:

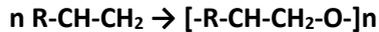


- Reaksi dengan Amina: Epoksida dapat bereaksi dengan amina untuk membentuk amino alkohol. Contoh :



### 3. Reaksi Polimerisasi

- Polimerisasi Anionik: Epoksida dapat berpolimerisasi melalui mekanisme anionik untuk membentuk polimer seperti polietilen oksida atau polipropilen oksida.
- Inisiator Basa: Polimerisasi ini dapat dimulai dengan adanya basa kuat. Contoh:

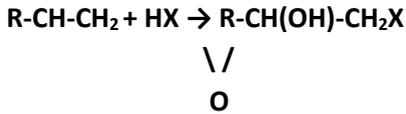


- Polimerisasi Kationik: Polimerisasi kationik dapat dimulai dengan adanya asam atau katalis Lewis.
- Inisiator Asam: Misalnya, asam Lewis seperti BF<sub>3</sub>.

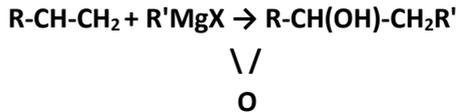
### 4. Reaksi dengan Asam Lewis dan Basa Lewis

- Asam Lewis: Epoksida dapat berinteraksi dengan asam Lewis, seperti BF<sub>3</sub>, yang dapat membuka cincin epoksi.
- Basa Lewis: Epoksida juga dapat berinteraksi dengan basa Lewis, yang dapat membuka cincin epoksi melalui mekanisme nukleofilik.

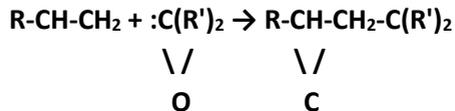
- 5. Reaksi dengan Hidrogen Halida: Epoksida dapat bereaksi dengan hidrogen halida (HX) untuk membentuk halohidrin.  
Contoh:



6. Reaksi dengan Organometalik: Epoksida dapat bereaksi dengan reagen Grignard untuk menghasilkan alkohol.  
Contoh:



7. Reaksi dengan Karbena: Epoksida dapat bereaksi dengan karbena atau kompleks karbena untuk membentuk siklopropana. Contoh:



#### 8.4. Contoh dan Aplikasi dalam Bidang Kimia serta Industri

##### Contoh Eter

1. Dietil Eter (Et<sub>2</sub>O)  
Struktur: C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O- C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>  
Penggunaan:
  - Pelarut dalam reaksi kimia organik.
  - Anestesi umum pada zaman lalu (saat ini jarang digunakan karena risiko inflamabilitas dan efek samping).
2. Metil Tersier Butil Eter (MTBE)  
Struktur: (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>  
Penggunaan: Aditif bahan bakar untuk meningkatkan angka oktan dan mengurangi emisi knalpot.
3. Tetrahidrofuran (THF)  
Struktur: (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>O

Penggunaan:

- Pelarut dalam sintesis organik, terutama dalam reaksi polimerisasi dan reaksi Grignard.
- Prekursor untuk pembuatan polimer seperti politetrametilena eter glikol (PTMEG).

4. Dioxane (1,4-Dioxane)

Struktur:  $(\text{CH}_2)_4\text{O}_2$

Penggunaan:

- Pelarut dalam berbagai reaksi kimia.
- Digunakan dalam produk pembersih dan kosmetik sebagai pelarut atau pengemulsi.

5. Anisol (Metoksibenzena)

Struktur:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3$

Penggunaan:

- Intermediet dalam sintesis senyawa aromatik.
- Digunakan dalam pembuatan parfum dan penyedap rasa.

### **Aplikasi Eter**

1. Sebagai Pelarut dalam Reaksi Kimia

Eter, seperti dietil eter dan THF, sering digunakan sebagai pelarut dalam berbagai reaksi kimia karena sifatnya yang stabil dan kemampuannya melarutkan banyak senyawa organik.

2. Aditif Bahan Bakar

MTBE digunakan sebagai aditif bahan bakar untuk meningkatkan angka oktan dan mengurangi emisi knalpot. MTBE membantu bahan bakar terbakar lebih efisien dan bersih.

3. Anestesi

Dietil eter pernah digunakan secara luas sebagai anestesi umum dalam prosedur bedah. Namun, penggunaannya telah menurun karena risiko inflamabilitas dan efek samping.

4. Sintesis Polimer

THF digunakan sebagai monomer dalam sintesis polimer seperti PTMEG, yang digunakan dalam pembuatan elastomer dan serat sintetis.

5. Intermediet dalam Sintesis Kimia

Eter seperti anisol digunakan sebagai intermediet dalam sintesis berbagai senyawa aromatik yang digunakan dalam pembuatan parfum, penyedap rasa, dan bahan kimia lainnya.

6. Produk Kosmetik dan Pembersih

1,4-Dioxane digunakan dalam produk pembersih dan kosmetik sebagai pelarut atau pengemulsi, meskipun penggunaannya diatur karena potensi bahaya kesehatan.

7. Reagen dalam Reaksi Kimia

Eter sering digunakan sebagai reagen atau komponen dalam reaksi kimia tertentu. Misalnya, THF digunakan dalam reaksi pembentukan kompleks dengan reagen Grignard.

### **Keamanan dan Penanganan Eter**

1. **Inflamabilitas:** Eter seperti dietil eter sangat mudah terbakar dan harus disimpan serta digunakan dengan hati-hati untuk menghindari kebakaran.
2. **Pembentukan Peroksida:** Banyak eter dapat membentuk peroksida yang sangat reaktif dan berbahaya. Peroksida ini bisa menyebabkan ledakan jika tidak ditangani dengan benar.
3. **Toksisitas:** Beberapa eter dapat berbahaya jika terhirup atau terserap melalui kulit. Penggunaan alat pelindung diri (APD) dan ventilasi yang baik sangat penting saat bekerja dengan eter.

## Contoh Epoksida

### 1. Etilen Oksida

Struktur:  $C_2H_4O$

Penggunaan:

- Digunakan dalam produksi etilen glikol, yang merupakan bahan baku untuk pembuatan polietilen tereftalat (PET) dan berbagai plastik lainnya.
- Digunakan sebagai sterilisasi alat medis dan bahan kimia lainnya karena sifat mikrobanya.

### 2. Propilena Oksida

Struktur:  $C_3H_6O$

Penggunaan:

- Digunakan dalam pembuatan polieter polioliol, yang merupakan bahan dasar untuk produksi poliuretan.
- Digunakan sebagai agen pengawet dan pengawet dalam produk-produk kesehatan dan kecantikan.

### 3. Epiklorohidrin

Struktur:  $C_3H_5ClO$

Penggunaan:

- Digunakan dalam produksi resin epoksi, yang digunakan sebagai bahan pelapis, adhesif, dan komposit.
- Digunakan dalam produksi plastik PVC (polyvinyl chloride).

### 4. Glycidyl Ethers

Contoh: Glycidyl ether dari fenol (diglycidyl ether of bisphenol A, DGEBA)

Penggunaan:

- Digunakan dalam produksi resin epoksi yang tahan terhadap panas dan korosi, yang digunakan dalam industri otomotif, penerbangan, dan maritim.
- Digunakan sebagai bahan baku dalam produksi cat dan pelapis.

### **Aplikasi Epoksida**

#### **1. Industri Otomotif**

- Resin epoksi digunakan dalam produksi komposit yang ringan dan kuat untuk komponen struktural dan non-struktural dalam mobil dan truk.
- Digunakan sebagai pelapis untuk mengurangi keausan dan korosi pada bagian logam.

#### **2. Industri Penerbangan dan Maritim**

- Resin epoksi digunakan dalam produksi komponen pesawat terbang, seperti sayap, ekor, dan bagian struktural lainnya karena kekuatan dan keuletannya.
- Digunakan sebagai lapisan pelindung dan tahan korosi untuk kapal dan peralatan maritim.

#### **3. Konstruksi**

- Digunakan sebagai perekat dan laminasi dalam pembangunan bangunan dan infrastruktur untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan struktural.
- Digunakan dalam produksi pelapis lantai dan lantai yang tahan aus.

#### **4. Elektronik**

- Digunakan dalam produksi papan sirkuit cetak (PCB) sebagai bahan isolasi dan substrat.
- Digunakan dalam produksi komponen elektronik seperti mikrochip dan transistor.

5. **Pertahanan**
  - Digunakan dalam produksi material komposit yang digunakan dalam peralatan militer, seperti perlindungan balistik, kendaraan militer, dan kapal perang.
6. **Kesehatan dan Farmasi**
  - Digunakan dalam pembuatan perangkat medis, seperti implant medis, karena sifat biokompatibilitasnya.
  - Digunakan dalam pembuatan adhesif medis dan bahan pengikat.

### **Keamanan dan Penanganan**

1. **Ventilasi:** Penting untuk menghindari penguapan dan paparan inhalasi karena beberapa epoksida dapat mengiritasi saluran pernapasan.
2. **Pakaian Pelindung:** Penggunaan pakaian pelindung, sarung tangan, dan kacamata pelindung direkomendasikan saat menangani epoksida cair.
3. **Pencegahan Kebakaran:** Resin epoksi yang belum tercampur dan pengeras harus disimpan jauh dari sumber panas atau api untuk mencegah kebakaran spontan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allundaru, R., & Wisley Sitio, T. (2010). *Studi Kinetika Reaksi Epoksidasi Minyak Sawit* (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik).
- Estiasih, T., Waziroh, E., & Fibrianto, K. (2022). *Kimia dan Fisik Pangan*. Bumi Aksara.
- Marzuki, I. (2021). Pengantar Kimia Organik Fisis.
- Rodiyah, R., Utomo, E. P., & Warsito, W. (2015). *Reaksi Epoksidasi  $\delta$ -Guaien dengan Hidrogen Peroksida ( $H_2O_2$ ) Menggunakan Katalis  $MnSO_4 \cdot H_2O$*  (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Sastrohamidjoio, H. (2016). Kimia organik dasar.
- Sastrohamidjojo, H. (2018). *Dasar-dasar spektroskopi*. UGM PRESS.
- Sohilait, H. J., Sastrohamidjojo, H., Matsjeh, S., & Grossert, J. S. (2010). Synthesis of safryl ketone from safrole. *Indonesian Journal of Chemistry*, 4(1), 58-61.

## PROFIL PENULIS



**Fadliyah Al Maida, S.T., M.T**  
**Dosen Teknologi Rekayasa Kimia Industri**  
**Politeknik Bombana**

Penulis lahir di Kota Makassar, Sulawesi Selatan tanggal 18 Maret 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Bombana. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 dengan beasiswa Institut Lembang Sembilan (IL9) pada tahun 2014 dengan Program Studi Teknik Kimia, Universitas Fajar. Penulis melanjutkan pendidikan S2 pada tahun 2016 dengan Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia. Pada tahun 2012 penulis pertama kalinya meraih juara 1 bidang IPA pada lomba karya tulis mahasiswa perguruan tinggi swasta yang diselenggarakan oleh kopertis wilayah IX. Berbekal pengetahuan tentang penulisan karya tulis ilmiah maka menulis mengikuti kolaborasi buku ini sesuai dengan bidang yang diajarkan oleh penulis yaitu Kimia Organik.



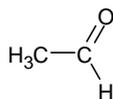
## STRUKTUR DAN REAKSI ALDEHIDA DAN KETON

*Oleh Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc.*

### 9.1. Struktur Aldehida dan Keton

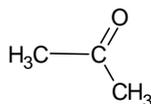
Senyawa aldehida dan keton adalah merupakan senyawa yang mengandung gugus karbonil (C=O) paling sederhana. Pada senyawa aldehida mempunyai atom hydrogen yang terikat pada gugus karbonilnya, sedangkan pada senyawa keton gugus karbonil terikat pada dua gugus alkil atau aril. Gambaran struktur senyawa aldehida dan keton dapat dilihat pada Gambar 1.

#### Senyawa aldehida



(Asetaldehida)

#### Senyawa keton



(Aseton)

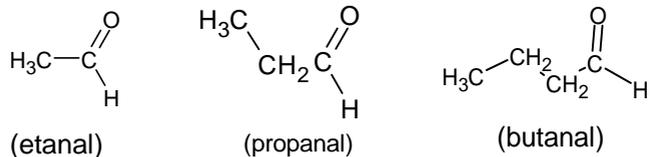
**Gambar 1.** Contoh Senyawa Aldehida dan Keton

Contoh senyawa pada Gambar 1 merupakan nama umum untuk senyawa aldehida dan senyawa keton. Seringnya senyawa aldehida dan keton disebut dengan memakai nama umum daripada memakai

nama IUPAC. Penamaan IUPAC untuk aldehida dan keton yaitu diturunkan dari nama alkananya dengan menambahkan akhiran *-al* pada aldehida dan dengan menambahkan akhiran *-on* pada keton.

### 1. Tata Nama IUPAC Aldehida

Penamaan IUPAC untuk aldehida yaitu dengan diturunkan dari nama alkananya dengan menambahkan akhiran *-al*. Contoh penamaan IUPAC untuk aldehida dapat dilihat pada Gambar 2.

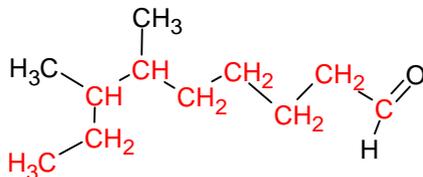


**Gambar 2.** Contoh nama IUPAC untuk Senyawa Aldehida

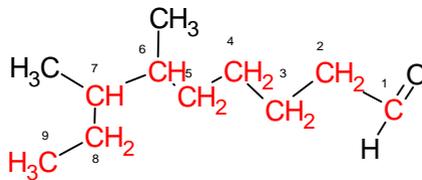
Selain senyawa aldehida rantai Panjang juga ada senyawa aldehida dengan rantai yang tersubstitusi gugus alkil ataupun aril, sehingga penamaan IUPAC nya mengikuti aturan sebagai berikut:

- a. Menentukan rantai induk. Rantai induk adalah rantai yang mengandung atom C terpanjang dan mengandung gugus fungsi aldehida.

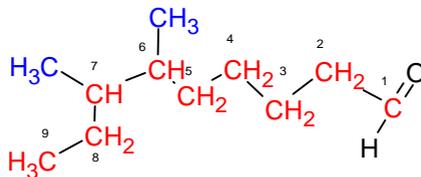
Contoh:



- b. Menomori rantai dimulai dari atom C karbonil.

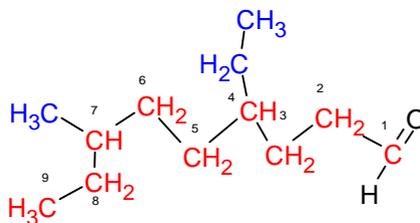


- c. Memberi nama cabang sesuai posisi cabang terikat pada atom C nomor berapa, dilanjutkan dengan nama rantai alkana induknya yang diberi akhiran -al. Jika rantai mengandung lebih dari satu cabang yang sama maka penamaan cabang diawali dengan kata di- (jika ada dua cabang yang sama), tri- (jika ada tiga cabang yang sama), tetra- (jika ada empat cabang yang sama), penta- (jika ada lima cabang yang sama), dan seterusnya.



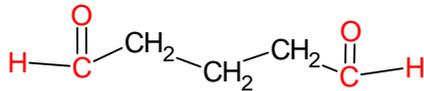
6,7-dimetilnonanal

- d. Jika terdapat cabang yang berbeda maka penamaan dimulai dari cabang yang mempunyai urutan abjad lebih awal.



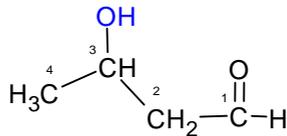
4-etil-7-metilnonanal

- e. Jika terdapat lebih dari satu gugus aldehida, maka penamaan diberi akhiran sesuai dengan jumlah gugus aldehidanya,



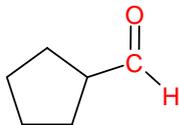
pentanodial

- f. Jika terdapat dua gugus aldehida dan alkohol maka penomoran tetap diprioritaskan dimulaidari gugus aldehida, sedangkan gugus -OH dari alkohol menjadi cabang.

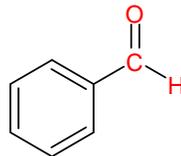


3-hidroksibutanal

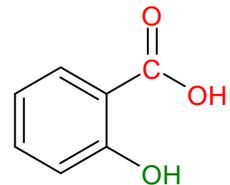
- g. Jika senyawa aldehida berupa senyawa cincin atau yang lebih kompleks, maka penamaan dapat ditambahkan akhiran -karbaldehida (Damayanti & Ikhsan, 2016).



siklopentanakarbaldehida



benzenakarbaldehida

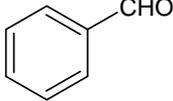


2-hidroksibenzenakarbaldehida

Selain nama IUPAC, penamaan senyawa aldehida juga paling sering menggunakan nama umum. Nama umum dan IUPAC

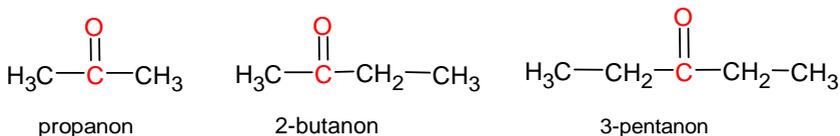
Beberapa senyawa aldehida dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama Umum dan IUPAC Senyawa Aldehida  
(McMurry, 2007)

No.	Struktur	Nama Umum	Nama IUPAC
1.	HCHO	Formaldehida	Metanal
2.	CH <sub>3</sub> CHO	Asetaldehida	Etanal
3.	H <sub>2</sub> C=CHCHO	Acrolein	Propenal
4.	CH <sub>3</sub> CH=CHCHO	Krotonaldehida	But-2-enal
5.		Benzaldehida	Benzenakarbaldehida

## 2. Tata Nama IUPAC Keton

Penamaan IUPAC untuk keton yaitu dengan diturunkan dari nama alkananya dengan menambahkan akhiran *-on*. Contoh penamaan IUPAC untuk keton dapat dilihat pada Gambar 3.

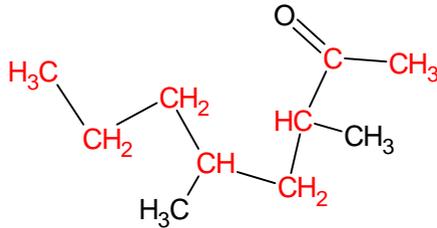


Gambar 3. Contoh Nama IUPAC untuk Senyawa Keton

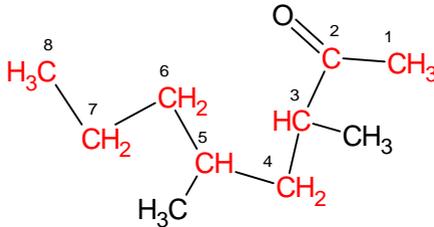
Sama halnya dengan senyawa aldehida, Selain senyawa keton rantai Panjang juga ada senyawa keton dengan rantai yang tersubstitusi gugus alkil ataupun aril, sehingga penamaan IUPAC nya mengikuti aturan sebagai berikut:

- Menentukan rantai induk. Rantai induk adalah rantai yang mengandung atom C terpanjang dan mengandung gugus karbonil keton.

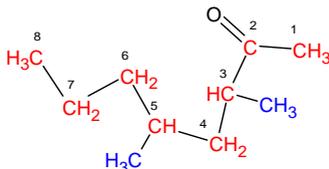
Contoh:



- b. Memori rantai dimulai dari atom C yang paling dekat dengan gugus fungsi karbonil.

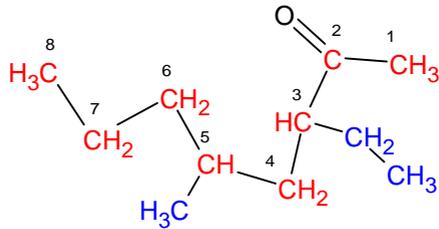


- c. Memberi nama cabang sesuai posisi cabang terikat pada atom C nomor berapa, dilanjutkan dengan nomor gugus fungsi karbonil diikuti nama alkana rantai induknya yang diberi akhiran -on. Jika rantai mengandung lebih dari satu cabang yang sama maka penamaan cabang diawali dengan kata di- (jika ada dua cabang yang sama), tri- (jika ada tiga cabang yang sama), tetra- (jika ada empat cabang yang sama), penta- (jika ada lima cabang yang sama), dan seterusnya.



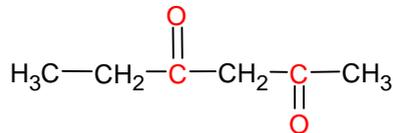
3,5-dimetil-2-oktanon

- d. Jika terdapat cabang yang berbeda maka penamaan dimulai dari cabang yang mempunyai urutan abjad lebih awal.



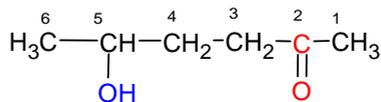
3-etil-5-metil-2-oktanon

- e. Jika terdapat lebih dari satu gugus karbonil keton, maka penamaan diberi akhiran sesuai dengan jumlah gugus karbonil ketonnya.



2,4-heksanadion/heksana-2,4-dion

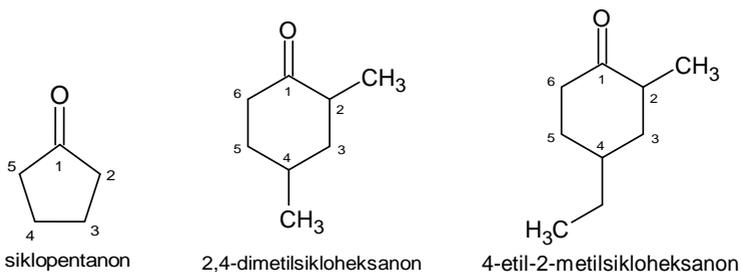
- f. Jika terdapat dua gugus karbonil dan alkohol maka penomoran tetap diprioritaskan dimulaidari gugus karbonil ketol, sedangkan gugus -OH dari alkohol menjadi cabang.



5-hidroksi-2-heksanon

- g. Jika senyawa keton berupa senyawa siklik atau yang lebih kompleks, maka penomoran atom C dimulai dari atom C dari gugus karbonil dan penamaannya mengikuti nama rantai alkananya dengan mengganti akhiran menjadi -on. Jika

terdapat rantai cabang juga mengikuti aturan poin 3 dan 4 diatas.



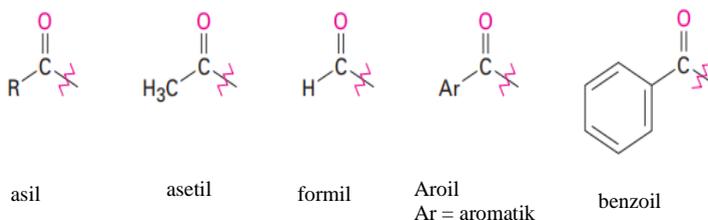
Selain nama IUPAC, penamaan senyawa keton juga paling sering menggunakan nama umum. Nama umum dan IUPAC Beberapa senyawa keton dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nama Umum dan IUPAC Senyawa Keton

No.	Struktur	Nama Umum	Nama IUPAC
1.		Aseton	Propanon
2.		Asetofenon	1-feniletana-1-on
3.		Benzopfenon	difenilmetanon
4.		2-butanon	Metil etil keton

Istilah lain yang sering dipakai sebagai substituen senyawa keton adalah asil (jika yang menjadi substituent adalah -COR), asetil

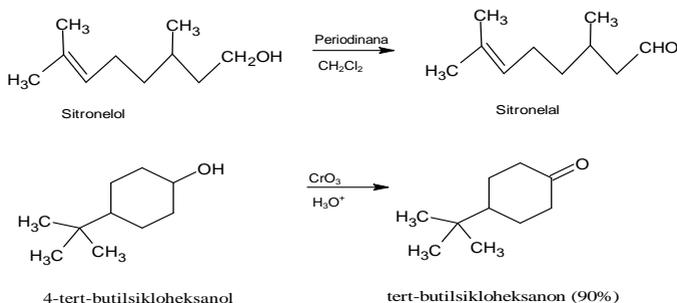
(jika yang menjadi substituent adalah  $-\text{COCH}_3$ ), formil (jika yang menjadi substituent adalah  $-\text{CHO}$ ), aroil (jika yang menjadi substituent adalah senyawa aromatic), dan benzoil (jika yang menjadi substituent adalah  $-\text{COC}_6\text{H}_5$ ) (McMurry, 2007).



## 9.2. Reaksi Aldehida dan keton

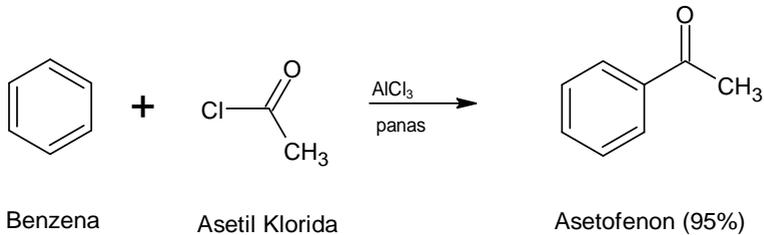
### 1. Sintesis Aldehida dan Keton

Salah satu metode terbaik untuk mensintesis aldehida dan keton adalah dengan cara oksidasi senyawa alkohol. Alkohol primer akan teroksidasi menjadi aldehida dan alkohol sekunder akan teroksidasi menjadi keton. Agen pengoksidasi yang biasa digunakan untuk membuat aldehida adalah periodinana dan diklorometana, sedangkan agen pengoksidasi untuk membuat keton yang biasa digunakan adalah  $\text{CrO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (McMurry, 2007). Reaksi sintesis menggunakan agen pengoksidasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sintesis Senyawa Aldehida dan Keton

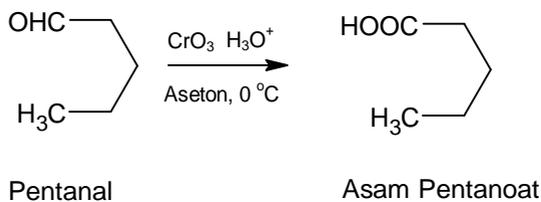
Metode lain untuk sintesis keton adalah dengan menghidrasi ujung alkuna menjadi metil keton dan dengan asilasi *Friedel-Crafts* pada cincin senyawa aromatik. Reaksi sintesis cara ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sintesis Senyawa Keton

## 2. Oksidasi senyawa aldehida

Senyawa Aldehida sangat mudah teroksidasi menjadi asam karboksilat, sedangkan senyawa keton tidak reaktif terhadap oksidasi. Hal ini disebabkan karena senyawa aldehyd mempunyai proton pada gugus karbonilnya (-CHO) sehingga proton dapat dihilangkan selama proses oksidasi, sedangkan pada senyawa keton gugus karbonil tidak mempunyai proton sehingga reaksi oksidasinya lebih sulit. Zat-zat pengoksidasi aldehida juga banyak macamnya, tetapi yang umum digunakan adalah CrO<sub>3</sub> dalam larutan asam dan oksidasinya dapat berlangsung pada suhu ruangan (McMurry, 2007). Reaksi oksidasi aldehida dapat dilihat pada Gambar 6.



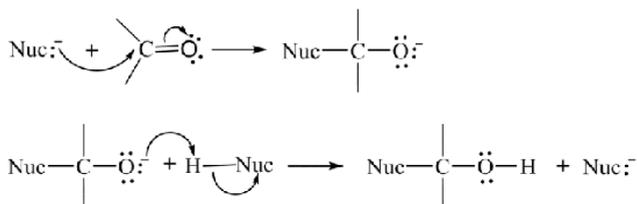
Gambar 6. Reaksi Oksidasi Aldehida menjadi Asam Karboksilat

### 3. Reaksi Adisi Nukleofilik Aldehida dan Keton

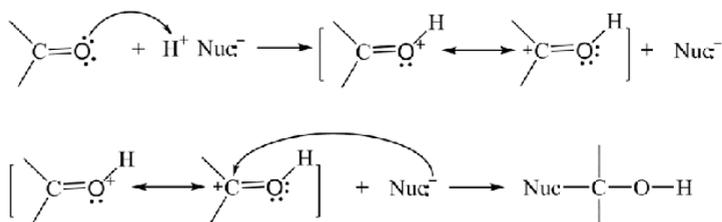
Reaksi adisi nukleofilik juga merupakan reaksi yang umum terjadi pada senyawa aldehida dan keton. Reaksi ini dapat berlangsung pada suasana asam maupun basa. Reaksi pada suasana basa, nukleofil (Nuc) yang bermuatan negatif akan membentuk ikatan dengan karbon elektrofilik pada gugus karbonil sehingga karbon dari gugus karbonil akan berhibridisasi ulang dari  $sp^2$  menjadi  $sp^3$  dan dua electron dari ikatan  $C=O$  akan terdorong ke atom oksigen membentuk ion alkoksida. Penambahan ion hydrogen pada ion alkoksida akan membentuk senyawa alcohol netral.

Pada suasana asam, oksigen pada gugus karbonil akan terprotonasi terlebih dahulu sehingga karbon pada gugus karbonil menjadi lebih elektrofil. Nukleofil netral selanjutnya akan membentuk ikatan dengan  $C=O$  dan dua elektron pada ikatan  $C=O$  berpindah ke atom oksigen sehingga muatan oksigen menjadi netral dan menghasilkan produk berupa alcohol. Mekanisme umum adisi nukleofilik pada suasana basa dan asam dapat dilihat pada Gambar 7.

### Suasana Basa



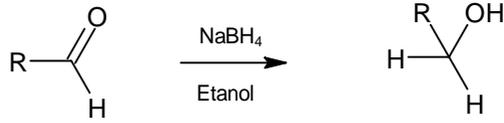
### Suasana Asam



Gambar 7. Mekanisme Umum Adisi Nukleofilik pada Suasana Basa dan Asam (Cao *et al.*, 2015)

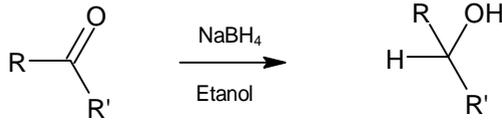
#### 4. Reaksi Adisi Nukleofilik oleh Beberapa Pereaksi

Reaksi adisi nukleofilik oleh reagen hidrida merupakan reaksi reduksi. Pada senyawa aldehida dapat direduksi oleh natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) untuk menghasilkan senyawa alkohol primer, sedangkan pada senyawa keton akan direduksi menghasilkan senyawa alkohol sekunder (McMurry, 2007). Reaksi reduksi senyawa aldehida dan keton yang menghasilkan alkohol dapat dilihat pada Gambar 8.



Aldehida

Alkohol 1°

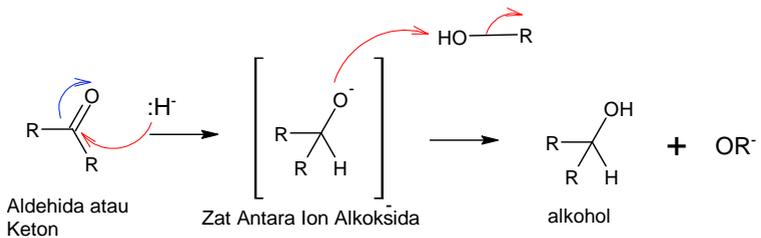


Keton

Alkohol 2°

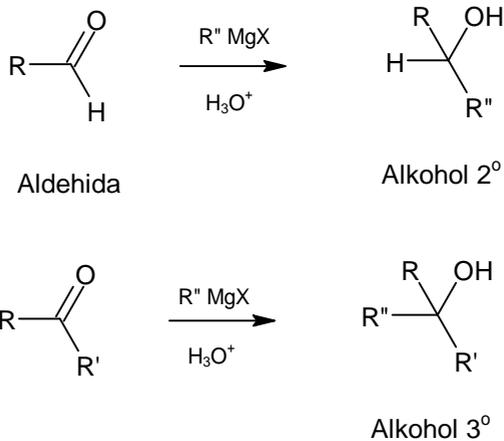
Gambar 8. Reaksi Reduksi Aldehida dan Keton

Reduksi karbonil terjadi melalui mekanisme adisi nukleofilik yang pada kondisi basa. Nukleofil yang digunakan adalah berupa ion hidrida bermuatan negatif ( $\text{:H}^-$ ) yang berasal dari  $\text{NaBH}_4$ , dan membentuk zat antara ion alkoksida. Zat antara yang terbentuk selanjutnya diprotonasi oleh pelarut alcohol (McMurry, 2007). Mekanisme reaksi dapat dilihat pada Gambar 9.



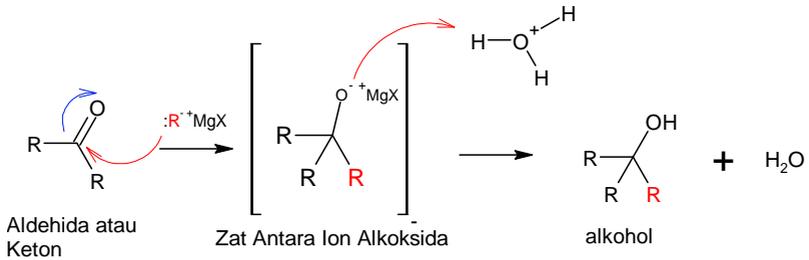
Gambar 9. Mekanisme Reaksi Adisi Nukleofilik oleh  $\text{NaBH}_4$

Sama seperti aldehida dan keton yang mengalami adisi nukleofilik dengan ion hidrida menghasilkan alkohol, aldehida dan keton juga mengalami adisi serupa dengan pereaksi Grignard ( $R^- + MgX$ ). Aldehida menghasilkan alkohol sekunder jika bereaksi dengan pereaksi Grignard dalam larutan eter, sedangkan keton menghasilkan alkohol tersier (McMurry, 2007). Reaksi adisi oleh pereaksi Grignard dapat dilihat pada Gambar 10.



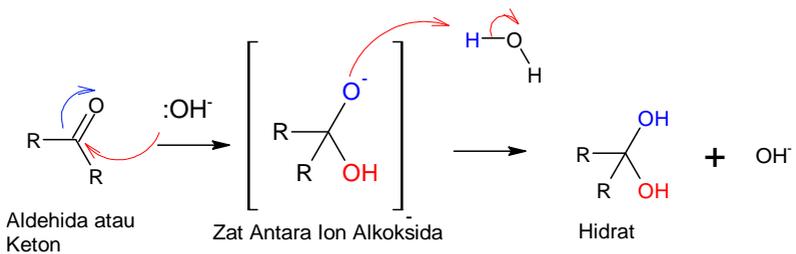
Gambar 10. Reaksi adisi oleh pereaksi Grignard

Mekanisme adisi dengan pereaksi Grignard juga berlangsung dalam kondisi basa. Pada tahapan pertama Karbanion dari pereaksi Grignard akan menyerang karbon pada gugus karbonil sehingga akan membentuk zat antara ion alkoksida. Tahap berikutnya adalah terjadinya protonasi oleh larutan asam sehingga terbentuk alkohol netral. Mekanisme adisi oleh pereaksi Grignard dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Mekanisme Reaksi Adisi Nukleofilik oleh Pereaksi Grignard

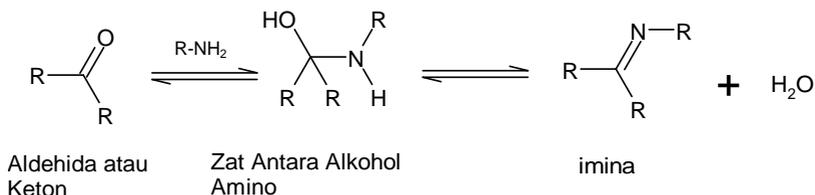
Pereaksi air juga dapat digunakan untuk reaksi adisi nukleofilik aldehida dan keton, tetapi reaksi adisi dengan pereaksi air berlangsung sangat lambat dan memerlukan katalis asam atau basa. Mekanisme adisi oleh air dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Mekanisme Reaksi Adisi Nukleofilik oleh Air

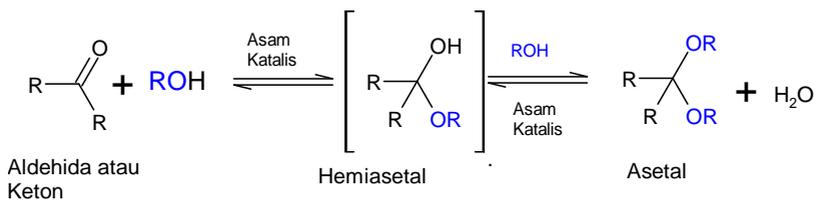
Pereaksi lainnya yang dapat digunakan dalam reaksi adisi nukleofilik adalah amonia dan amina primer. Saat salah satunya ditambahkan kedalam aldehida atau keton maka akan dihasilkan produk berupa imina (R<sub>2</sub>C=NR'). Reaksi dimulai dengan pembentukan ikatan antara amina dengan gugus karbonil sehingga membentuk zat antara berupa amino alcohol, diikuti dengan

pelepasan molekul H<sub>2</sub>O dan terbentuk produk imina (McMurry, 2007). Reaksi adisi nukleofilik aldehida atau keton menjadi imina dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Reaksi adisi oleh pereaksi Amina primer

Reaksi adisi nukleofilik aldehida dan keton lainnya yaitu dengan penambahan pereaksi alkohol sehingga membentuk asetal. Asetal merupakan senyawa yang mempunyai dua gugus -COR yang mirip seperti eter. Mekanisme pembentukan asetal dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Mekanisme Adisi oleh Alkohol

## DAFTAR PUSTAKA

- Cao, J. *et al.* 2015. Comparative study on the methods for predicting the reactive site of nucleophilic reaction. *Science China Chemistry*. Vol. 58 (12): 1845-1852
- Damayanti, L.A. dan Ikhsan J. 2016. Augmented Chemistry Aldehida & Keton (Buku Pengayaan Berbasis Augmented Reality Dengan Sistem Operasi Android). Yogyakarta: AR-media
- McMurry, J. 2007. Fundamentals of Organic Chemistry, Seventh Edition. California: Brooks/Cole, Cengage Learning

## PROFIL PENULIS



**Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc.**

**Dosen Kimia di Prodi Biologi**

**Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya**

Saat ini berprofesi sebagai dosen yang mengampu mata kuliah tentang kimia pada Program Studi Biologi di UIN Sunan Ampel Surabaya. Pendidikan S1 ditempuh di Program Studi Kimia Universitas Negeri Surabaya dari tahun 2009 sampai 2013 dan Pendidikan S2 ditempuh di Program Studi Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada dari tahun 2014-2016. Tahun 2017-2019 pernah menjadi dosen tetap swasta di Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri dan pada Tahun 2019 sampai sekarang menjadi Dosen Tetap PNS di UIN Sunan Ampel Surabaya.



# AMIN DAN SENYAWA NITROGEN

*Oleh Hijrah Amaliah Azis, S.T., M.T.*

## 10.1. Amina

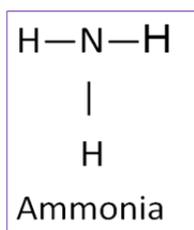
### 1. Definisi Amina

Amina adalah senyawa organik yang mengandung atom nitrogen trivalen yang berkaitan dengan satu atau dua atau tiga atom karbon, dimana amina juga merupakan suatu senyawa yang mengandung gugusan amino ( $-NH_2$ ,  $-NHR$ , atau  $-NH_2$ ). Gugusan amino mengandung nitrogen terikat, kepada satu sampai tiga atom karbon (tetapi bukan gugusan karbonil). Apabila salah satu karbon yang terikat pada atom nitrogen adalah karbonil, senyawanya adalah amida, bukan amina.

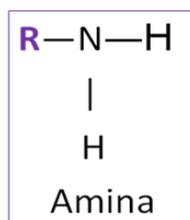
Amina dengan jumlah atom karbon dibawah enam biasanya larut dalam air akibat adanya interaksi ikatan hidrogen. Meskipun nitrogen tidak seelektronegatif oksigen namun mampu mempolarisasi ikatan N-H sehingga terbentuk gaya dipol-dipol yang kuat antara molekulnya. Amina tersier tidak memiliki atom hidrogen karena itu tidak terjadi ikatan hidrogen antara air dengannya atau dengan amin tersier lainnya. konsekuensinya titik didihnya lebih rendah dibanding amina primer atau sekunder.

Titik lebur, titik didih dan densitas dari beberapa senyawa amina sederhana meningkat bersama dengan bertambahnya berat molekul sebagai konsekuensi dari interaksi intermolekular yang lebih besar. Sama seperti alkohol, senyawa amina yang lebih sederhana menunjukkan pengaruh ikatan hydrogen. Nitrogen kurang elektonegatif dibandingkan dengan oksigen, ikatan hydrogen pada N – H ... N kurang kuat dibanding dengan ikatan O – H ... O. Amina relatif bersifat basa lemah. Lebih basa dibanding air tapi jauh lebih lemah sifat basanya dibanding ion OH<sup>-</sup>, ion alkoksida, dan ion alkanida.

Hanya alkohol dan eter yang dianggap sebagai turunan dari air, amina dapat dianggap sebagai turunan ammonia.



**Gambar 1.** Struktur Ammonia



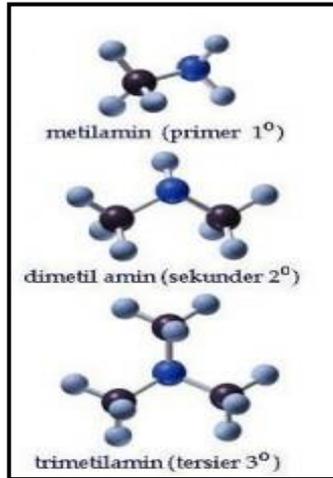
**Gambar 2.** Struktur Amina

Ada dua jalan umum untuk pembentukan amina yaitu substitusi dan reduksi. Reaksi Substitusi dari Alkil Halida. Ammonia dan mengandung pasangan elektron sunyi pada atom nitrogen, oleh sebab itu, senyawa itu dapat bertindak sebagai nukleofil dalam reaksi substitusi nukleofilik dari alkil halida. Reaksi dengan ammonia menghasilkan garam dari amin primer. Bila garam amina ini direaksikan dengan basa akan dibebaskan amina bebas.

Reaksi alkil halida dengan amina dan bukan ammonia akan menghasilkan amin sekunder, tersier, atau garam amonium kuarternar, tergantung pada amina yang digunakan.

## 2. Klasifikasi Amina

Amina dikelompokkan sebagai amina primer ( $1^\circ$ ), amina sekunder ( $2^\circ$ ) dan amina tertier ( $3^\circ$ ), menurut banyaknya substituen alkil atau aril yang terikat pada Nitrogen (N).

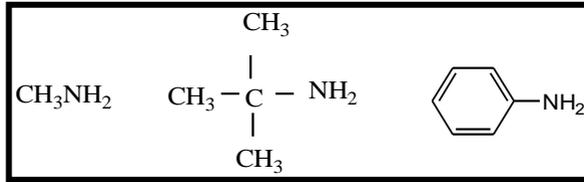


**Gambar 3.** Klasifikasi Amina

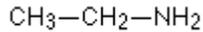
### a. Amina primer ( $1^\circ$ )

Amina primer memiliki titik didih yang berbeda antara senyawa alkana dan alkohol berdasarkan berat molekul, sama seperti ammoniak, dengan b.p.  $-30^\circ\text{C}$ , yang merupakan intermediet antara methane, dengan b.p.  $-161^\circ\text{C}$ , dan air, dengan b.p.  $100^\circ\text{C}$ . Amina primer mengandung  $-\text{NH}_2$  terikat pada rantai atau cincin hidrokarbon. Pada amina sebagai turunan dari ammonia,  $\text{NH}_3$ .

Dalam amina primer, salah satu dari hidrogen diganti oleh hidrokarbon. satu karbon terikat kepada N:



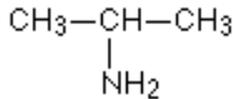
Contoh 1: Tuliskan struktur formula dari etilamin.  
 Dalam kasus ini, etil terikat pada  $\text{-NH}_2$  .



Nama ini (etilamin) tidak ada masalah selama tidak ada makna ambigu dari letak  $\text{-NH}_2$ . Namun seumpama anda mempunyai karbon rantai 3 -dalam kasus ini  $\text{-NH}_2$  bisa berada pada kedua ujung atau ditengah.

Contoh 2: Tuliskan struktur formula untuk 2-aminopropana.

Nama menunjukkan rantai tiga karbon dengan amino terikat pada karbon ke dua. Amino menunjukkan  $\text{-NH}_2$  .



**Gambar 4.** Struktur 2-Aminopropana

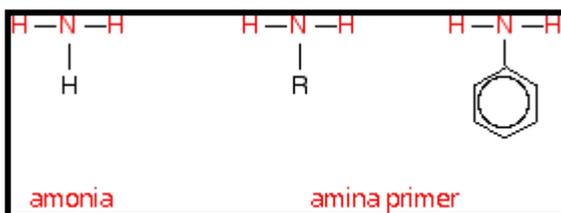
Etilamin (contoh1) bisa juga disebut sebagai aminoetana.

**Tabel 1.** Daftar titik lebur dari amina Primer Jenuh ( R–NH<sub>2</sub> ).

R=	m.p. °C	R=	m.p. °C
CH <sub>3</sub>	-92.5	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub>	16.5
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	-80.6	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	28.0
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	-83.0	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub>	27.0
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	-50.5	C <sub>14</sub> H <sub>29</sub>	37.9
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-55.0	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub>	37.3
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	-19.0	C <sub>16</sub> H <sub>33</sub>	46.2
C <sub>7</sub> H <sub>15</sub>	-23.0	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub>	49
C <sub>8</sub> H <sub>17</sub>	- 0.4	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub>	51.8
C <sub>9</sub> H <sub>19</sub>	- . 1.0	C <sub>19</sub> H <sub>41</sub>	57.8
C <sub>10</sub> H <sub>21</sub>	15.0	C <sub>20</sub> H <sub>45</sub>	62.7

Perbandingan struktur amonia dengan amina primer

Ammonia dan amina primer masing-masing mengandung sebuah gugus -NH<sub>2</sub>. Pada amonia, gugus ini terikat pada sebuah atom hidrogen sedangkan pada amina primer terikat pada sebuah gugus alkil (disimbolkan dengan "R" pada gambar berikut) atau pada sebuah cincin benzen.

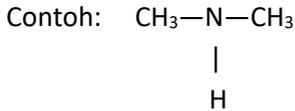
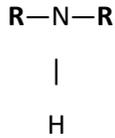


**Gambar 5.** Amonia dan Amina Primer

### b. Amina sekunder (2°)

Dalam amina sekunder dua dari hidrogen atom pada amonia

digantikan dengan hidrokarbon

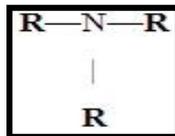


**Tabel 3.** Daftar Titik lebur Amina Sekunder

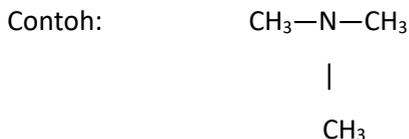
Amina	Titik Didih ( °C )
Diheksil	1.2
Dioktil	26.7
Didekil	41.5
Didodekil	47.0
Ditetradekil	60.62
Diheksadekil	67.03
Dioktadekil	72.3

### c. Amina Tersier (3°)

Amina alifatik/aromatik dengan  $\text{HNO}_2$  memberikan hasil reaksi yang ditentukan oleh jenis amina tersier yang digunakan. Pada amina alifatik/aromatik tersier reaksinya dengan  $\text{HNO}_2$  mengakibatkan terjadinya substitusi cincin aromatik oleh gugus  $-\text{NO}$ .  
Amina tersier: tiga gugus terikat pada atom nitrogen.



**Gambar 6.** Amina Tersier



#### d. Kebasaan Amina

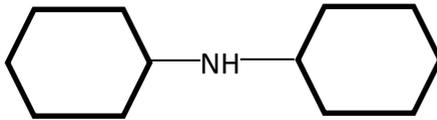
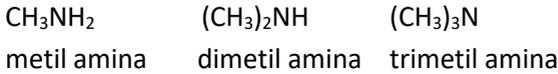
**Tabel 4.** Daftar Kebasaan Amina

senyawa	Struktur	pKa
Amonia	$\text{NH}_3$	9,3
<b>Amina Primer</b>		
Metilamina	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	10,6
Etilamina	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	10,8
Isopropilamina	$(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$	10,6
Tersbutilamina	$(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2$	10,4
Anilina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	4,6
<b>Amina Sekunder</b>		
Dimetilamina	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	10,7
Dietilamina	$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}$	11,1
N-Metilnilina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$	4,8
<b>Amina Tersier</b>		
Trimetilamina	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	9,7
Trietilamina	$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$	10,8
N,N-Dimetilanilina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$	5,1

Perbedaan yang sangat kecil pada pKa antar amonia dengan semua amina karena efek campuran pada kesetimbangan asam dan basanya. Namun lain hal apabila disisipi dengan aril.

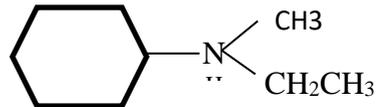
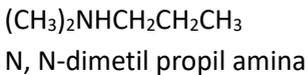
### 3. Tata Nama Amina

Amina sederhana yaitu amina yang mengandung gugus alkil yang sama, secara trivial diawali oleh nama alkilnya kemudian diakhiri dengan kata amina.



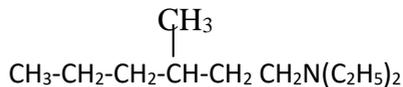
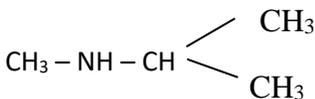
*disiklo heksil amina*

tetapi apabila atom N amina mengikat gugus alkil yang tidak sama, biasanya sukar bila penamaannya mengikuti cara diatas. Penamaan amina tipe ini diawali oleh huruf N diikuti oleh nama alkil sebagai substituen yang terikat pada N dan kemudian rantai induknya diakhiri dengan kata Amina. Sebagai rantai induk dipilih gugus alkil yang mempunyai rantai terpanjang.



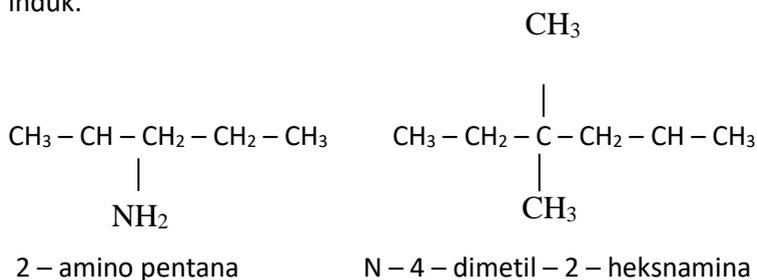
N – etil – N – metil – sikloheksilamina

Apabila rantai alkil yang terikat pada amina mempunyai substituen, maka penomoran dimulai dari atom C yang terikat langsung pada atom N sebagai nomor 1.

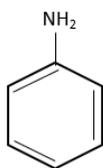


N, 1 – isopropil metil amina N, N – dietil – 3 – metil – pentil – amina

Secara IUPAC, gugus amina dianggap sebagai substituen. Penomoran bisa digunakan aturan umum yaitu : dimulai dari salah satu ujung rantai C terpanjang yang paling dekat dengan gugus yang paling dekat dengan gugus substituen, dalam hal ini gugus amina. Penamaan secara IUPAC dimulai dari nomor dimana gugus amina terikat, diikuti kata amina dan diakhiri nama alkana sebagai rantai induk.



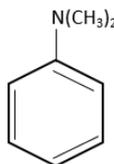
Untuk amina aromatik, dimana gugus aril langsung terikat pada gugus amin, maka penamaannya diturunkan dari anilina.



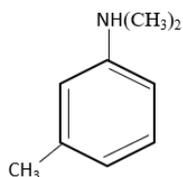
*anilina*



*p - Bromo anilina*

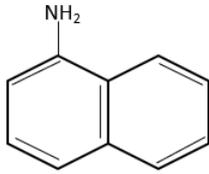


*N - dimetil anilina*

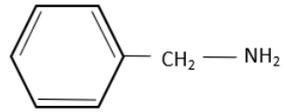


*m, N - dimetil - anilina*

Apabila gugus amino terikat pada sistem aromatik atau turunan aromatik, maka namanya diturunkan dari nama sistem cincin aromatiknya.

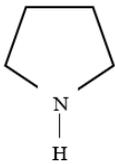


*α - naftilamina*

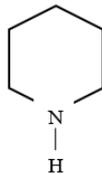


*benzil amina*

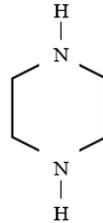
Senyawa heterosiklik amina adalah senyawa yang mempunyai struktur siklik dimana atom N termasuk dalam anggota sikliknya. Senyawa ini dikenal juga sebagai senyawa non – aromatik heterosiklik amina.



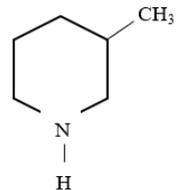
*pirolidina*



*piperidina*



*piperazina*



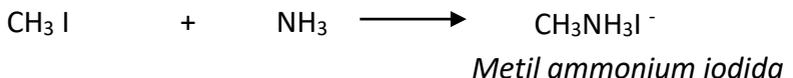
*3 – metil piperidina*

Apabila heterosiklik amina mengikat gugus substituen, maka penomoran harus dimulai dari atom N dan diikuti searah dengan gugus substituen yang terdekat dengan N.

#### 4. Pembuatan Amina

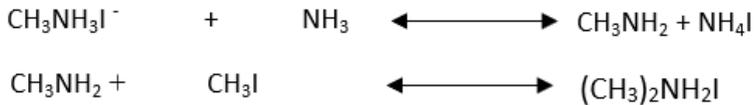
##### a. Reaksi Substitusi

Pembuatan amina dengan cara substitusi melalui mekanisme  $SN_2$  antara amonia atau amina dengan alkil halida primer atau sekunder. Ikatan yang baru terbentuk menunjukkan bahwa atom N mengikat gugus alkil dari alkil halida.

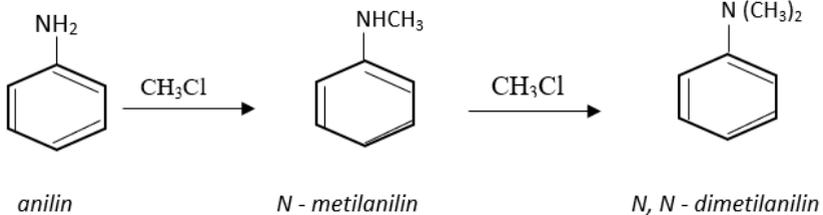




Kelemahan reaksi diatas ialah garam ammonium yang terjadi bereaksi dengan amonia atau amina kembali secara setimbang. Amina yang terjadi dapat bertindak sebagai nukleofil atau yang dapat bereaksi dengan metil iodida sehingga terbentuk amina sekunder dan seterusnya. Sehingga pada hasil reaksi sering dijumpai campuran amina primer, sekunder, tersier dan kuarterner.

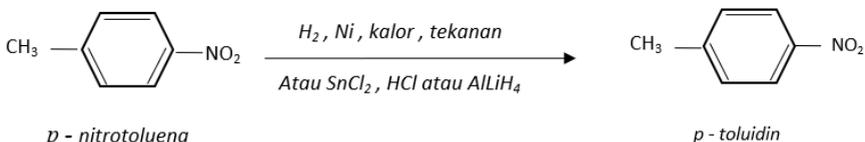


Alkilasi dapat juga terjadi pada amina aromatik, seperti berikut :

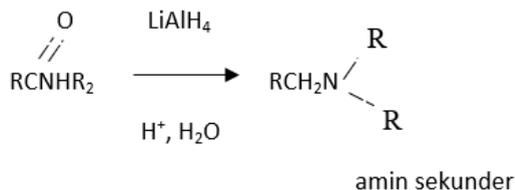
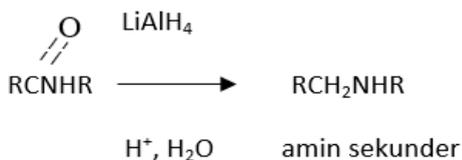
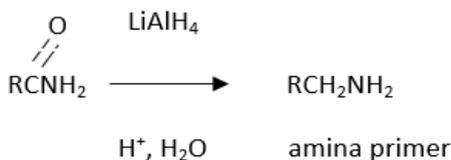


### b. Pembuatan amina oleh reduksi

Metode ini biasa digunakan untuk menghasilkan amina aromatik karena gugus nitro mudah direduksi baik dengan katalis maupun dengan pereduksi logam (besi, timah, seng) dan asam. Reaksi berlangsung melalui nitration aromatik eletrofilik.

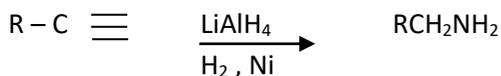


Amina sekunder dan tersier, terutama yang mengandung R yang berbeda dapat disintesis dari amida seperti persamaan reaksi dibawah ini:

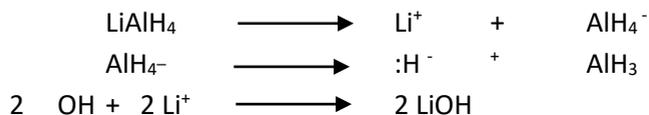


Pada reduksi diatas gugus karbonil diubah menjadi CH<sub>2</sub> sedangkan atom N tidak mengalami perubahan. Oleh karena itu hasil reduksi amida dapat berbentuk amina primer sekunder dan tersier tergantung dari senyawa amida yang digunakan.

Nitril bila direduksi dapat menghasilkan amina. Pada reduksi nitril, amina yang dihasilkan hanya amina primer dan reduksi dapat dilakukan dengan LiAlH<sub>4</sub> atau secara katalitik.

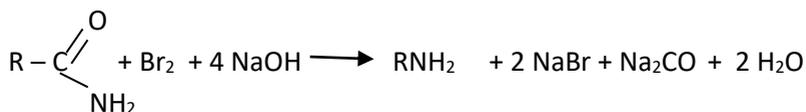


Mekanismenya adalah sebagai berikut:

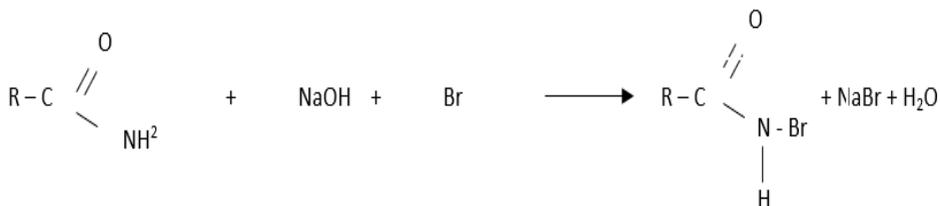


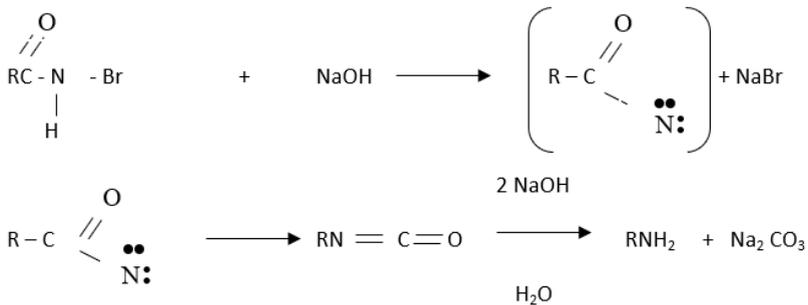
### c. Pembuatan Amina Dari Penataan Ulang

Salah satu reaksi penataan ulang amina adalah dari amida yang disebut penataan ulang Hofmann. Prinsip penataan ulang Hofmann adalah amida direaksikan dengan air brom ( $\text{Br}^2$ ) atau air klor ( $\text{Cl}^2$ ) dalam larutan natrium hidroksida.



Mekanisme reaksi penataan ulang Hofmann dapat ditulis sebagai berikut :



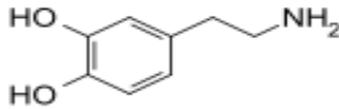


### 5. Kegunaan Amina

- ✓ Sebagai katalisator
- ✓ Dimetil amina : pelarut, absorben gas alam, pencepat vulkanisasi, membuat sabun, dll.
- ✓ Trimetil amina : suatu penarik serangga.

Senyawa amina memiliki kegunaan yang luas dalam kehidupan yaitu dapat berguna sebagai pencegah korosif, bakterisida, fungisida, bahan pemflotasi dan pengemulsi (Billenstein,1984).

Empat amin yang relative sederhana sangat penting dalam fungsi tubuh manusia. Mereka adalah sekresi kelenjar adrenal epinefrin (adrenalin) dan norepinefrin (non adrenalin), dopamine dan serotonin. Senyawa-senyawa tersebut berfungsi sebagai neurotransmitter ( pembawa pesan kimiawi) antara sel-sel saraf. Epinefrin juga berfungsi sebagai hormone yang menstimulasi pemecahan glikogen menjadi glukosa dalam otot ketika kadar cadangan glukosa menurun. Epinefrin, norepinefrin dan dopamine juga dikenal sebagai katekolamin yang merupakan turunan dari katekol (o-dihidroksibenzen)



**Gambar 7 .** Struktur Dopamine

Defisiensi dari dopamine mengakibatkan penyakit Parkinson. Sel otak penderita Parkinson hanya mengandung 5 hingga 15 persen dari konsentrasi normal dopamine. Pemberian dopamine tidak menghentikan gejala penyakit ini karena dopamine dalam darah tidak bisa melewati dinding darah dan otak.

Reagen yang mengandung nitrogen terkhususnya amin dan turunannya merupakan ekstraktan yang efisien untuk beberapa logam golongan platinum dan digunakan secara meluas untuk teknologi dan analisa. Walaupun reagent tersebut sangat direkomendasikan aplikasinya dibatasi oleh beberapa factor termasuk kelarutan ekstraktan dalam larutan berair dan ekstraksi zat yang tak dapat dipisahkan dalam larutan asam dengan keasaman rendah. Pemilihan pelarut dan lainnya. Teknik modern untuk ekstraksi logam platinum menghadirkan pendekatan rasional untuk memilih ekstraktan dari sisi ketersediaannya dan selektivitas dan proses pengembangan untuk ekstraksi satu tingkat untuk logam tertentu dan pemisahannya dari logam yang berhubungan (Khisamutdinov, 2006).

### **Amina sebagai Pelembut Pakaian**

Turunan amina rantai panjang dalam hal ini garam kuaraterner ammonium yang mengandung setidaknya satu gugus amina rantai panjang bersifat larut dalam air dan aktif secara biologis. Penambahan gugus amina rantai panjang membuatnya sulit larut dalam air namun tetap dapat didispersikan dalam air. Penggunaan senyawa tersebut paling umum pada industri pelembut pakaian

dimana garam tersebut melekat pada permukaan pakaian dan memberi kesan lembut terhadap tangan (Reck, 1962).

### **Amina sebagai Anti Iritasi Pada Shampo**

Turunan amina rantai panjang yaitu Stearil Dimetil Amin Oksida telah dilaporkan digunakan sebagai anti iritasi pada shampo yang menggunakan bahan dasar natrium lauril sulfat dan zink pyridinethion. Stearil dimetil amin oksida juga telah dilaporkan bertindak sebagai anti iritasi terhadap shampo yang menggunakan garam lauril sulfat lain beserta turunannya seperti kalium lauril sulfat atau natrium lauril eter sulfat dan juga garam alkil sulfat lainnya seperti gliseril alkil sulfat dan alkil aril sulfat (Gerstein, 1977).

### **Amina Sebagai Pelumas**

Pelumas digunakan pada kendaraan untuk memperkecil gesekan antara bagian yang bergerak pada mesin mobil seperti keramik dan logam. Aditif yang digunakan pada umumnya adalah zink dialkil ditiofosfat (ZDDP) namun senyawa tersebut memberikan kontribusi besar terhadap emisi partikulat sulfur dan fosfor ke udara serta menjadi racun katalis pada *catalytic converter* sehingga perlu ditemukan penggantinya. Sebagai pengganti telah dilaporkan turunan senyawa oleilamina dan stearilamina yang direaksikan dengan asam sitrat dan asam suksinat telah menunjukkan sifat pelumas yang baik (Kocsis, 2010).

## **10.2. Senyawa Nitrogen**

Pada dasarnya sebuah peristiwa terbangnya balon yang terbang di udara dan isi udara yang ada di dalam ban tubeless adalah fenomena yang menunjukkan adanya kandungan dari keberadaan nitrogen. Hal ini tentunya sangatlah wajar, sebab secara alamiah nitrogen merupakan kandungan udara terbesar yang ada di permukaan bumi.

Kandungan udara yang terdapat di dalam bumi adalah sebesar 75% nitrogen, sebesar 24% oksigen, serta 1% sisanya adalah karbon dioksida, karbon monoksida dan kandungan yang lainnya.

### 1. Pengertian Nitrogen

Nitrogen pada hakekatnya berasal dari bahasa Inggris “*nitro*” yang berarti dorongan dan “*gen*” yang berarti secara harfiah adalah unsur hara. Jadi nitrogen mengandung arti unsur hara senyawa kimia yang mempunyai suatu dorongan.

Awal mula sejarah penamaan nitrogen sendiri dimulai pada tahun 1790, seorang ahli kimia berkebangsaan Perancis bernama Jean Antoine Chaptal melanjutkan penelitian dari Daniel Rutherford mengenai nitrogen. Chaptal meneliti kandungan pada nitrogen pada 1 buah semangka yang pada akhirnya ditemukan potasium nitrat di dalamnya karena dampak dari terdapatnya nitrogen pada setiap jenis buah berair.

**Tabel 4.** Ciri – ciri umum Nitrogen

<b>CIRI-CIRI UMUM</b>	
<b><u>Nama, lambang, Nomor atom</u></b>	nitrogen, N, 7
<b><u>Dibaca</u></b>	<i>/ˈnaɪtrədʒən/NYE-trə-jən</i>
<b><u>Jenis unsur</u></b>	<u>nonlogam</u>
<b><u>Golongan, periode, blok</u></b>	<u>15, 2, p</u>
<b><u>Massa atom standar</u></b>	14.0067(2)

<b><u>Konfigurasi elektron</u></b>	$1s^2 2s^2 2p^3$ 2, 5 7: Nitrogen                      2,5 
<b>SIFAT ATOM</b>	
<b><u>Bilangan oksidasi</u></b>	5, 4, 3, 2, 1, -1, -2, -3 (oksida <u>asam</u> kuat)
<b><u>Elektronegativitas</u></b>	3.04 (skala Pauling)
<b><u>Energi ionisasi</u></b> <b><u>(lebih lanjut)</u></b>	pertama: $1402.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ke-2: $2856 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ke-3: $4578.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
<b><u>Jari-jari kovalen</u></b>	$71 \pm 1 \text{ pm}$
<b><u>Jari-jari van der Waals</u></b>	$155 \text{ pm}$
<b>LAIN-LAIN</b>	
<b><u>Struktur kristal</u></b>	hexagonal
<b><u>Pembenaan magnetik</u></b>	diamagnetik
<b><u>Konduktivitas termal</u></b>	$25.83 \times 10^{-3} \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
<b><u>Kecepatan suara</u></b>	(gas, 27 °C) $353 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
<b><u>Nomor CAS</u></b>	7727-37-9
<b>ISOTOP PALING STABIL</b>	

<u>iso</u>	<u>NA</u>	<u>Waktu paruh</u>	<u>DM</u>	<u>DE(MeV)</u>	<u>DP</u>
<sup>13</sup> N	<u>syn</u>	9.965 min	ε	2.220	<sup>13</sup> C
<sup>14</sup> N	99.634%	N <u>stabil</u> dengan 7 <u>neutron</u>			
<sup>15</sup> N	0.366%	N <u>stabil</u> dengan 8 <u>neutron</u>			

## 2. Sifat Nitrogen

### a. Sifat Kimia

- 1) Ditemukan oleh Daniel Rutherford pada tahun 1772
- 2) Mempunyai massa atom 14,0067 sma
- 3) Mempunyai nomor atom 7
- 4) Mempunyai Konfigurasi [*He*]2s<sup>2</sup> 2p<sup>3</sup>
- 5) Dalam senyawa memiliki bilangan oksidasi -3, +5, +4, dan +2.
- 6) Mempunyai potensial ionisasi 14,534 Volt
- 7) Mempunyai energi ionisasi k-1 = 1402,3 kJ/mol  
k-2 = 2856 kJ/mol  
k-3 = 45781 kJ/mol
- 8) Mempunyai nilai elektronegativitas 3,04
- 9) Mempunyai konduktivitas kalor 0,02598 W/mK
- 10) Mempunyai harga entalpi pembentukan 0,36 kJ/mol
- 11) Mempunyai harga entalpi penguapan 2,7928 kJ/mol
- 12) Tidak reaktif
- 13) Elektronegatifannya paling tinggi dalam satu golongan

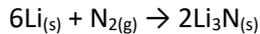
Nitrogen adalah unsur yang unik dalam golongannya, karena dapat membentuk senyawa dalam semua bilangan oksidasi dari tiga sampai lima. Senyawa nitrogen dapat mengalami reaksi reduksi dan oksidasi.

1. Molekul N<sub>2</sub> berikatan kovalen rangkap tiga, memiliki energy ikatan yang relative besar yaitu 946 kJ/mol sehingga sangat

stabil atau sukar bereaksi pada suhu tinggi (endoterm) dengan bantuan katalis.

2. Pada suhu ruangan  $N_2$  bereaksi sangat lambat dengan logam Li menghasilkan  $Li_3N$ . Sedangkan dengan logam-logam lain, dapat dilakukan dengan cara mengerjakan loncatan bunga api listrik melalui gas nitrogen yang bertekanan rendah, proses ini dikatalisasi oleh adanya oksigen homo terbentuk nitrogen aktif ( $N_2$  menjadi  $2N$ ) yang dapat membentuk senyawa nitrida dengan logam-logam tertentu.
3. Nitrogen bereaksi dengan hydrogen atau oksigen pada suhu yang tinggi seperti dalam loncatan bunga api listrik, membentuk gas  $NH_3$  dan  $NO_3$ .

Adapun sifat kimia nitrogen antara lain seperti berikut. Sukar bereaksi dengan unsur lain kecuali dengan unsur unsur logam reaktif membentuk nitrida ionik :



Catatan : dengan Mg dan Sr membentuk nitrida ionik pada suhu tinggi

#### **b. Sifat Fisika**

- 1) Berupa gas diatomic  $N_2$  tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, dan sedikit larut dalam air.
- 2) Bersifat non polar sehingga gaya Van Deer Waals antar molekul sangat kecil.
- 3) Struktur kristal nitrogen adalah heksagonal.
- 4) Titik didih  $-196^{\circ}C$
- 5) Titik beku  $-210^{\circ}C$
- 6) Mempunyai jari-jari atom 0,92 Å
- 7) Mempunyai volume atom  $17,30 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- 8) Mempunyai massa jenis  $1,2151 \text{ gram/cm}^3$

9) Mempunyai kapasitas panas 1,042 J/gK Berupa gas tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, dan tidak beracun.

10) Mudah menguap

11) Bersifat diamagnetik

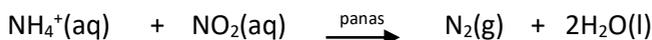
Kelektonegatifan gas Nitrogen menduduki peringkat ke-3 setelah Flour dan Oksigen. Gas nitrogen termasuk kedalam gas yang inert (tidak reaktif). Hal ini disebabkan oleh besarnya energi ikatan antara ikatan rangkap tiga  $N \equiv N$ . Nitrogen digunakan sebagai atmosfer inert untuk suatu proses atau sistem yang terganggu oleh Oksigen, misalnya dalam industri elektronika dan juga Bilangan okdidasi Nitrogen bervariasi dari -3 sampai +5, sebagaimana dapat dilihat dari tabel berikut ini :

**Tabel 5.** Bilangan Oksidasi dan Contoh Senyawa

Bilangan Oksidasi	Contoh Senyawa
-3	$NH_3$ (Amonia)
-2	$NH_4^+$ ( Ion Amonium )
-1	$NH_2OH$ (Hidroksilamin)
0	$N_2$ (Gas Nitrogen)
1	$N_2O$ (dinitrogen monoksida )
2	$N_2O_3$ (nitrogen trioksida), $NO$ (Nitrogen Oksida )
3	$HNO_2$ (asam nitrit )
4	$N_2O_4$ (dinitrogen terra oksida)
5	$N_2O_5$ (Nitrogen Pentaoksida), $HNO_3$ (asam nitrat )

### 3. Pembuatan Nitrogen

a. Skala Laboratorium : memanaskan larutan yang mengandung garam amonia dan garam nitrit.



- b. Secara komersil diperoleh dari distilasi bertingkat terhadap udara (proses linde dan claude).
- c. Di laboratorium dari dekomposisi termal senyawa amonium nitrit  $\text{CNH}_4\text{NO}_2$  dengan cara dipanaskan. Reaksinya seperti berikut :



- d. Dalam industri, dengan cara destruksi bertingkat dan pencairan (destilasi udara cair) karena  $\text{N}_2$  mempunyai titik didih rendah daripada  $\text{O}_2$  maka ia lebih dahulu menguap sebagai fraksi pertama.
- e. Secara spektroskop  $\text{N}_2$  murni di buat dengan dekomposisi termal Natrium Barium Azida. Berikut reaksinya:



- f. Pemanasan  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  melalui reaksi sebagai berikut :



- g. Oksidasi  $\text{NH}_3$  melalui reaksi sebagai berikut :



- h. Destilasi (penyulingan ) bertingkat dari udara cair.

Yaitu udara bersih kita masukkan ke dalam kompresor, kemudian didinginkan dengan pendinginan. Udara dingin mengembun melalui celah dan hasilnya adalah udara yang suhunya sangat dingin sehingga udara mencair. Setelah itu, udara cair kita saring untuk memisahkan gas  $\text{CO}_2$  dan hidrokarbon, selanjutnya disuling. Udara cair masuk ke bagian puncak kolom tempat nitrogen, komponen yang paling mudah menguap, keluar sebagai gas. Pada pertengahan kolom, gas argon keluar dan oksigen cair. Oksigen sebagai komponen udara yang paling sulit menguap terkumpul di dasar. Titik didih normal nitrogen, argon, dan oksigen adalah  $-195,8^\circ\text{C}$ , dan  $-183,0^\circ\text{C}$ .

#### 4. Manfaat Nitrogen

Nitrogen dapat digunakan, antara lain :

- a. Pembuatan ammonia tetapi bukan dari  $N_2$  murni tetapi dari udara langsung
- b. Untuk melindungi bahan makanan dari gangguan bakteri dan jamur
- c. Gas inert dalam pabrik
- d. Start tip pada pabrik amoniak

#### Kegunaan Dan Bahaya Nitrogen

Adapun kegunaan dari senyawa-senyawa nitrogen diantaranya:

- a. Dalam bentuk ammonia, nitrogen digunakan sebagai bahan pupuk, obat-obatan, pembuatan pulp untuk kertas, pembuatan garam nitrat dan asam nitrat, berbagai jenis bahan peledak, pembuatan senyawa nitro dan berbagai jenis refrigeran. Dari gas ini juga dapat dibuat urea, hidrazina dan hidrosilamina.
- b. Asam nitrat digunakan dalam pembuatan zat pewarna dan bahan peledak.
- c. Nitrogen sering digunakan jika diperlukan lingkungan yang inert, misalnya dalam bola lampu listrik untuk mencegah evaporasi filament
- d. Sedangkan nitrogen cair banyak digunakan sebagai refrigerant (pendingin) yang sangat efektif karena relatif murah.
- e. Banyak digunakan oleh laboratorium-laboratorium medis dan laboratorium-laboratorium penelitian sebagai pengawet bahan-bahan preservatif untuk jangka waktu yang sangat lama, misalnya pada bank sperma, bank penyimpanan organ-organ tubuh manusia, bank darah, dsb.
- f. Fungsi Dalam Ekologi

Nitrogen sangatlah penting untuk berbagai proses kehidupan di Bumi. Nitrogen adalah komponen utama dalam semua asam

amino, yang nantinya dimasukkan ke dalam protein, tahu kan kalau protein adalah zat yang sangat kita butuhkan dalam pertumbuhan. Nitrogen juga hadir di basis pembentuk asam nukleat, seperti DNA dan RNA yang nantinya membawa hereditas. Pada tumbuhan, banyak dari nitrogen digunakan dalam molekul klorofil, yang penting untuk fotosintesis dan pertumbuhan lebih lanjut. Meskipun atmosfer bumi merupakan sumber berlimpah nitrogen, sebagian besar relatif tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pengolahan kimia atau fiksasi alami (melalui proses konversi seperti yang dilakukan bakteri *rhizobium*), diperlukan untuk mengkonversi gas nitrogen menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh organisme hidup, oleh karena itu nitrogen menjadi komponen penting dari produksi pangan. Kelimpahan atau kelangkaan dari bentuk “tetap” nitrogen, (juga dikenal sebagai nitrogen reaktif), menentukan berapa banyak makanan yang dapat tumbuh pada sebidang tanah.

Selain kegunaan dari senyawa nitrogen adapula bahaya dari senyawa-senyawa nitrogen diantaranya:

- a. Jika oksida nitrat ( $N_2O$ ) mencapai stratosfer, ia membantu merusak lapisan ozon, sehingga menghasilkan tingkat radiasi UV yang lebih tinggi dan risiko kanker kulit serta katarak yang meningkat.
- b. Nitrogen oksida ( $N_2O$ ) terlarut dalam air atmosferik membentuk hujan asam, yang mengkorosi batuan dan barang logam dan merusak bangunan-bangunan
- c. Nitrogen oksida ( $N_2O$ ) berkontribusi bagi pemanasan global. Walaupun konsentrasi oksida nitrat di atmosfer sangat rendah dibanding karbon dioksida, potensi pemanasan global oksida nitrat adalah sekitar 300 kali lebih besar.

- d. Kelebihan nitrogen di perairan menyebabkan berkurangnya kadar oksigen dalam air sehingga menyebabkan kepunahan kehidupan di perairan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Achamd, Hiskia. 2001. *Kimia Unsur dan Radiokimia*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Sugiarto, Bambang, dkk. 2014. *Kimia Dasar*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.
- Ratnaningsih, Baiq Julia. 2014. *Makalah Kimia "Unsur Senyawa Nitrogen"*.

## PROFIL PENULIS



**Hijrah Amaliah Azis, S.T., M.T.**  
**Dosen Kimia/Teknik Kimia**  
**Universitas Teknologi Sulawesi**

Hijrah Amaliah Azis, lahir di Pekkae (Kab.Barru, Sulawesi Selatan), 20 Februari 1988. Menyelesaikan Diploma 3 (D3) Program Studi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia di Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) tahun 2010. Tahun 2011-2013 pernah bekerja sebagai analis dan foreman Laboratorium QC di PT. Hengjaya Mineralindo Site Morowali Sulawesi Tengah. Menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri di Universitas Muslim Indonesia (UMI) tahun 2014 dan pendidikan S2 di Jurusan Teknik Kimia Pascasarjana UMI tahun 2017 dengan konsentrasi Energi. Tahun 2018-2020 pernah menjadi dosen luar biasa (DLB) di Jurusan Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar.

Saat ini aktif sebagai dosen tetap Prodi Kimia Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sulawesi (UTS). Penulis aktif dalam beberapa hibah penelitian oleh DRPM-Kemenristekdikti tahun 2020 dengan judul penelitian "Produksi Bahan Bakar Cair dari Limbah Plastik Polypropylene (PP) Metode Pirolisis" sebagai Ketua Peneliti. Tahun

2022 oleh DRTPM-Kemendikbudristek dengan 2 judul Penelitian yaitu “Pengolahan Limbah Eceng Gondok menjadi Energi Listrik Berbasis Microbial Fuel Cell (MFC)” sebagai Ketua Peneliti, dan judul Penelitian “Microwave Assisted Hydrodistillation Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Jeruk Nipis Sebagai Lilin Aromaterapi” sebagai Anggota Peneliti. Di tahun 2023 kembali lolos mendapat Pendanaan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) oleh DRTPM-Kemendikbudristek sebagai Ketua PkM dengan judul “PKM Kelompok Tani dalam Pengolahan Sekam Padi Melalui Teknologi *Biochar* dan Pelatihan Pembuatan Briket Arang sebagai Bahan Bakar Alternatif Masyarakat di Kelurahan Mattompodalle Kab. Takalar” skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM).

Penulis aktif mengikuti seminar, aktif mempublikasi artikel pada jurnal nasional terakreditasi. Penulis juga aktif sebagai dewan editor jurnal di jurnal kampus. Dan saat ini penulis juga diamanahkan menjabat sebagai sekretaris LPPkM Bidang Penelitian Universitas Teknologi Sulawesi (UTS) Makassar. Penulis dapat dihubungi melalui email : ndihijrah20@gmail.com

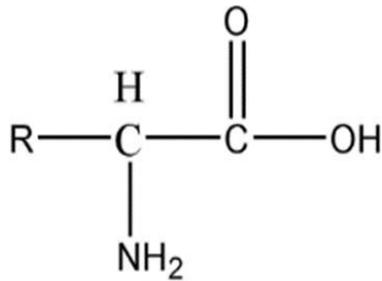


## ASAM AMINO

*Oleh apt. Hendri satria kamal uyun M.Farm.*

### 11.1. Pendahuluan

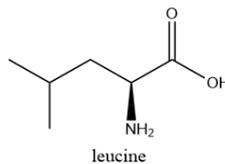
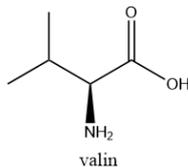
Protein dijumpai dalam makhluk hidup, protein terdiri dari asam amino. Beraneka jenis dan fungsinya. Protein adalah polimer dari asam amino. Hidrolisis protein menghasilkan asam amino (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021). Asam amino merupakan Golongan senyawa kimia yang berfungsi sebagai bahan penyusun dasar protein. Mereka dibedakan berdasarkan koeksistensi gugus amino dan karboksil dalam struktur molekul. Mereka memainkan peran penting dalam menentukan sifat unik dari berbagai kelompok molekul yang penting dalam sistem biologis. Protein tersusun dari asam amino yang atom karbon alfa berada di dekat gugus karboksil (-COOH) dan memiliki gugus amino (NH<sub>2</sub>). Konfigurasi yang diamati merupakan hasil interaksi antarmolekul yang dihasilkan dari ikatan antar molekul asam amino. Hasilnya, kandungan asam amino bertindak sebagai biokatalis dan memainkan peran penting dalam mendorong beberapa proses biologis, yang mencerminkan prinsip dasar biokimia. Sebagaimana dinyatakan oleh Podijiadi (1994), asam amino memiliki kapasitas untuk berada dalam keadaan bebas atau sebagai susunan berurutan dalam protein dan peptida.

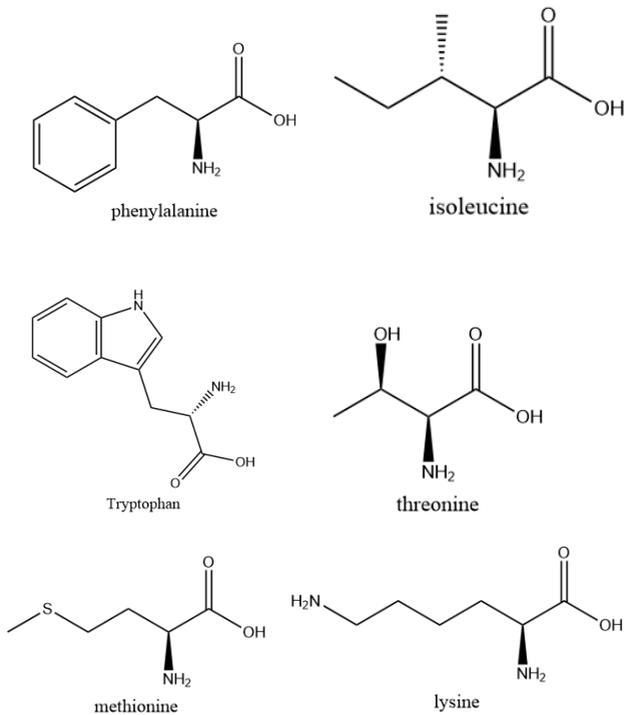


Gambar 5.1. Rumus Umum Asam Amino Sumber; Smarthealth.id

### 11.2. Asam amino essensial

Semua Mahluk hidup mensintesis asam amino. Meskipun demikian, binatang tingkat tinggi mengalami kekurangan dalam dalam hal kemampuannya untuk mensintesis semua asam amino yang mereka butuhkan untuk protein-proteinya. Dengan demikian, binatang tingkat tinggi membutuhkan asam amino tertentu sebagai bagian dari dietny. Manusia juga membutuhkan dalam dietnya sebanyak delapan asam amino yang berbeda yang mencukupi dalam dietnya yang mana manusia tidak bisa mensintesis delapan asam amino ini dalam tubuhnya. 8 delapan asam amino ini disebut asam amino esensial. Kedelapan asam amino ini adalah: Valin, leusin, isoleusin, fenilalanin, tritofan,treonin, metionnin dan lisin (Sarker D Satyajit & Nahar Lutfun, 2009).

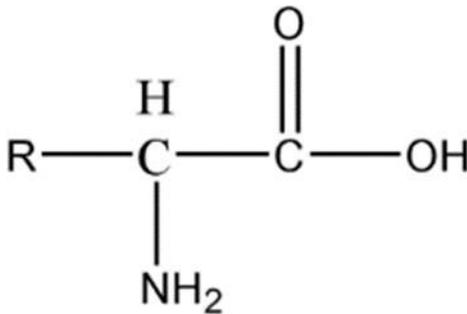




Gambar 1. Struktur Delapan asam amino Essensial

Mahluk hidup menggunakan asam amino dalam proses sintesis protein, yang antara lain melibatkan keberadaan gugus karboksil dan gugus amina yang terhubung ke atom karbon yang sama, di antara karakteristik ilmiahnya. Akibatnya, konfigurasi kimia ini sering dikenal sebagai asam  $\alpha$ -amino dalam keadaan terionisasi. Dua Puluh asam amino dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori fungsional yang berbeda. Molekul protein memiliki gugus karboksil yang tidak terikat dan tidak berubah oleh ikatan atom karbon  $\alpha$ ,

sehingga memungkinkan terciptanya asam  $\alpha$ -amino. Protein terdiri dari kumpulan 20 asam amino unik, dimana 19 dikategorikan sebagai amina primer dan yang terakhir, prolin, dikategorikan sebagai amina sekunder. Selain itu, penting untuk diketahui bahwa di antara 19 asam amino yang dikategorikan sebagai amina primer, hanya glisin yang mengandung atom karbon achiral.



Gambar 5.1. Rumus Umum Asam Amino Sumber; Smarthealth.id

Asam amino tersusun dari atom karbon inti yang membentuk ikatan kimia dengan empat gugus berbeda: gugus amina ( $\text{NH}_2$ ), gugus karboksil ( $\text{COOH}$ ), atom hidrogen ( $\text{H}$ ), dan gugus sisa ( $\text{R}$ ). Gugus sisa, yang juga dikenal sebagai rantai samping atau gugus, memainkan peran penting dalam membedakan setiap asam amino satu sama lain. Atom karbon ( $\text{C}$ ) umumnya dikenal sebagai atom  $\text{C } \alpha$  ( $\text{C}$ -alpha), menunjukkan afiliasinya dengan molekul yang memiliki gugus karboksil. Atom  $\text{C } \alpha$  terikat langsung pada gugus karboksil. Asam alfa-amino, umumnya dikenal sebagai gugus amina, membentuk ikatan kovalen dengan atom karbon alfa ( $\text{C}\alpha$ )(Dorothy E,1993).

### 11.3. Fungsi asam amino

Fungsi utama asam amino dalam tubuh manusia adalah

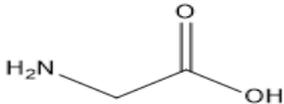
bertindak sebagai bahan pembangun penting untuk sintesis protein. Namun, perlu dicatat bahwa asam amino ini juga berfungsi sebagai prekursor berbagai molekul fisiologis dan bertindak sebagai sumber energi penting.

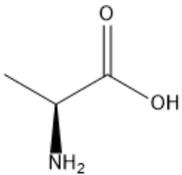
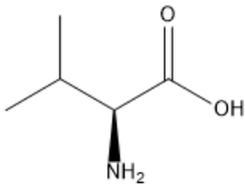
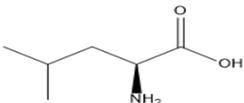
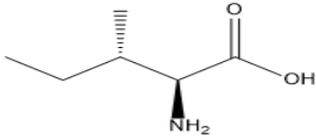
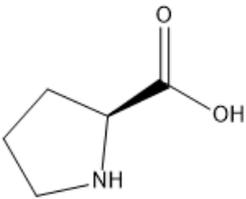
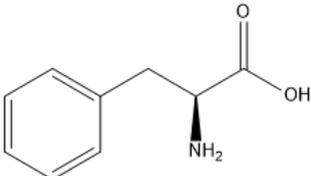
1. Untuk memfasilitasi regenerasi jaringan yang rusak setelah cedera.
2. Menunjukkan sifat hepatoprotektif terhadap berbagai zat berbahaya, sehingga menjaga integritas dan fungsi hati.
3. Salah satu keuntungan dari intervensi ini adalah kemampuannya untuk menurunkan tingkat tekanan darah dan mengatur metabolisme kolesterol.
4. Bantuan dalam promosi sekresi hormon pertumbuhan.
5. Salah satu tujuan yang masuk akal adalah mengurangi tingkat amonia dalam sistem peredaran darah.
6. Tujuannya adalah untuk menjaga homeostatis keseimbangan asam basa tubuh (kamiya et.al.2002)

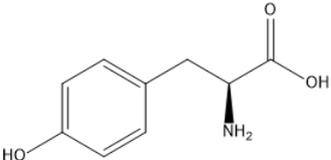
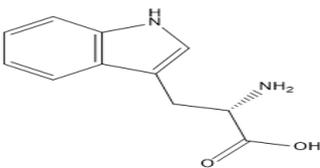
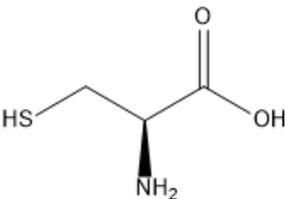
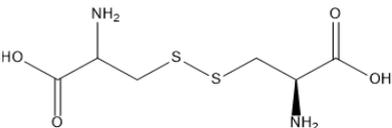
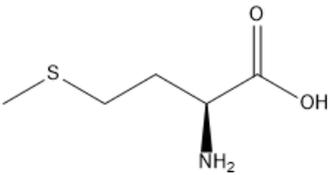
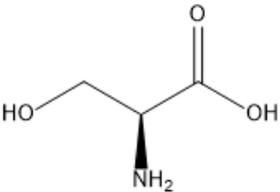
#### 11.4. Klasifikasi asam amino

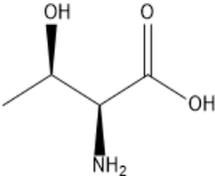
Klasifikasi asam amino berdasarkan rantai santai dibagi menjadi 3 bagian yaitu asam amino netral, asam amino asam dan asam amino basa.

Tabel asam amino Netral sumber (Fieser & Fieser, 1968).

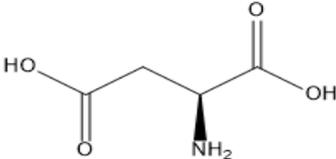
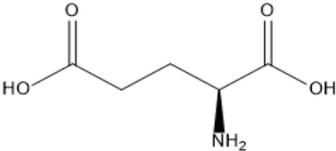
Nama	Simbol	Rumus Struktur	Titik isoeletrik
Glisin	Gly	 <chem>NC(=O)C</chem>	5,97

Alanin	Ala		6,00
Valin	Val		5,96
Leusin	Leu		6,02
Isoleusin	Ileu		5,98
Prolin	Pro		6,30
Fenilalanin	Phe		5,48

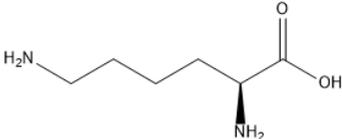
Tirosin	Tyr		5,66
Triptofan	Try		5,89
Sistein	CySH		5,05
Sistin	CYS.SCy		4,8
Metionin	Met		5,74
Serine	Ser		5,68

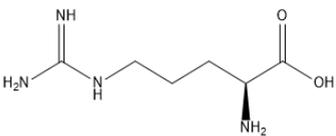
Treonin	Thre		5,68
---------	------	---	------

Tabel Asam amino Asam sumber (Fieser & Fieser, 1968).

Nama	Simbol	Rumus Struktur	Titik isoeletrik
Asam aspartat	Asp		2,77
Asam Glutamat	Glu		3,22

Tabel asam amino Basa sumber (Fieser & Fieser, 1968).

Nama	Simbol	Struktur	Titik isoelektrik
Lisin	Lys		9,74

Arginin	Arg		10,76
---------	-----	---	-------

## 11.5. Reaksi Asam amino

### a. Esterfikasi dan asilasi

Asam amino melakukan reaksi khas asam karboksilat dan amina. Selain asam basa yang dibahas, gugus asam karboksilat dari asam amino dapat diesterifikasi dengan mereaksikannya dengan alkohol menggunakan asam sebagai katalis. Gugus amino dapat diasilasi menggunakan reagen aktif seperti asam halida dan anhidrida (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021)

### b. Reaksi nihidrin

Asam amino sendiri tidak berwarna dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Reaksi asam amino untuk membentuk senyawa berwarna sangat penting dalam analisis pemisahan Reaksi warna yang paling penting untuk asam amino adalah reaksi nihidrin, karena intensitas warna yang terbentuk dalam reaksi nihidrin sebanding dengan konsentrasi asam amino. Oleh karena itu, reaksi ini dapat digunakan untuk analisis kualitatif atau kuantitatif (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021).

### C. Reaksi Sanger

Agar reaksi Sanger dapat berlangsung, gugus alfa-amino dan 1-fluoro-2,4-dinitrobenzene (FDNB) perlu berinteraksi satu sama lain. Dalam kondisi yang ditandai dengan alkalinitas ringan, zat FDNB mengalami transformasi kimia ketika bereaksi dengan asam -amino. Transformasi ini menghasilkan produksi turunan yang disebut 2,4-dinitrofenil, yang sering disebut sebagai asam amino DNP.

#### **d. Reaksi dansil klorida**

Gugus amino perlu berinteraksi dengan l-dimetil amino naftalena-5-sulfonil klorida agar reaksi dansil klorida dapat berlangsung. dansyl klorida juga merupakan nama alternatif untuk senyawa ini. Sebagai hasil dari perbedaan fitur fluoresensi yang ditunjukkan oleh gugus dansil, fluorometri digunakan dalam proses verifikasi turunan dansil dari asam amino.

#### **e. Reaksi Edman**

Reaksi Edman adalah proses kimia yang melibatkan interaksi antara asam  $\alpha$ -amino dan fenilisothiocyanate, menghasilkan pembentukan turunan yang dikenal sebagai feniltiokarbamil. Dalam kondisi asam dalam pelarut nitrometana, terjadi siklisasi pelarut, menghasilkan pembentukan feniltiohidantoin, suatu molekul dengan struktur cincin. Kromatografi dapat digunakan sebagai metode untuk memisahkan dan mengidentifikasi hasil reaksi yang terjadi. Reaksi Edman digunakan untuk identifikasi asam amino terminal-N dalam rantai polipeptida.

#### **f. Reaksi basa Schiff**

Ketika gugus -amino dan gugus aldehida bersentuhan satu sama lain, terjadi reaksi yang disebut reaksi basa Schiff. Reaksi ini bisa dibalik. Dalam proses enzimatik yang melibatkan asam -amino dan substrat, basa Schiff sering kali berperan sebagai zat antara.

#### **g. Reaksi dengan gugus R**

Gugus fungsi yang terdapat dalam sistein, tirosin, dan arginin, yaitu gugus SH, gugus hidrosifenol, dan gugus guanidium, masing-masing menunjukkan reaksi khas yang umumnya diamati pada gugus fungsi ini. Gugus fungsi sulfhidril yang terdapat pada molekul sistein menunjukkan reaktivitas terhadap ion logam berat, termasuk Ag<sup>+</sup> dan Hg<sub>2</sub><sup>+</sup>. Interaksi ini menghasilkan pembentukan senyawa yang dikenal sebagai merkaptida. Proses oksidasi yang melibatkan sistein, ketika terdapat ion besi, mengarah pada pembentukan sistin,

molekul disulfida(Wirahardikkumah, M., 2008)

### **11.6. Peptida**

Pada tahun 1902, emil fisher dan Franz hofmeister secara terpisah menemukan bahwa asam asam  $\alpha$  amino dalam bentuk membentuk ikatan protein terikat satu sama lain dengan ikatan amida.ikatan amida ini disebut dengan ikatan peptida, dibentuk oleh gugus amino dari suatu asam amino dan gugus karboksil dari asam amino lainnya (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021).

Peptida adalah senyawa yang tersusun dari asam alfa-amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Asam amino dalam peptida juga disebut unit peptida atau residu asam amino. Peptida yang terbentuk dari dua residu asam amino disebut dipeptida, dan tiga residu asam amino disebut tripeptida. Perbedaan antara polipeptida dan protein didasarkan pada konvensi umum. Polipeptida yang terdiri dari 50 residu asam amino disebut protein (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021)

### **11.7. Protein**

Protein adalah suatu polipeptida yang tersusun dari berbagai banyak asam amino. Protein merupakan molekul yang sangat penting untuk organisme. Rantai asam amino dihubungkan dengan ikatan kovalen yang spesifik. Struktur dan fungsi asam protein ditentukan oleh kombinasi dan jumlah dan urutan asam amino. Sifat fisika dan kimia Protein dipengaruhi oleh asam amino penyusunnya. Protein dalam tubuh dikelompokkan berdasarkan tugas dan fungsinya. Protein serat, protein, protein bujur dan protein gabungan (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021).

#### **1. Protein serat**

Protein serat adalah bentuk protein yang tidak larut yang ditemukan dalam kulit, rambut, jaringan pengikat dan tulang. Protein ini dibagi

menjadi dua yaitu protein kolagen dan protein keratin. Protein kolagen contohnya adalah yaitu yang terdapat jaringan pengikat, tulang, gigi dan tendon sedangkan protein keratin contohnya terdapat pada kulit, kuku dan rambut (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021)

## 2. Protein bujur telur

Protein bujur telur telur atau bulat lonjong. Umumnya larut air. Protein ini, menggunakan klasifikasi yang lebih modern, lebih mudah diklasifikasi menurut fungsinya (seperti enzim atau hormon). Cara klasifikasi lama protein bujur telur ini dibagi menjadi beberapa subbab bagian, empat diantara adalah:

- 1) Albumin, dapat diklasifikasi karena larut dalam air dan larutan garam. Albumin yang khas terdapat dalam darah (Protein serum) dan pada telur (albumin telur) (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021)
- 2) Globulin, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam larutan garam encer, Globulin suatu globulin yang khas adalah campuran protein yang dapat diisolasi dari serum darah dan mengabdung antibodi (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021)
- 3) Protein gabungan adalah protein yang bergabung dengan senyawa bukan protein. Misalnya protein dalam haemoglobin bergabung dengan besi yang mengandung heme bukan protein. Bagian nonprotein dalam protein gabungan seperti heme dalam haemoglobin disebut gugus prostetik (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021).
- 4) Protein gabungan yang khas lainnya nukleoprotein protein yang bergabung dengan asam nukleat, mukoprotein (protein yang bergabung dengan polisakarida dalam mukus) dan lipoprotein (Protein yang bergabung dengan lipid, seperti kolesterol) (Wardani Siska Tatiana & Hakim Nur Siti, 2021).

## DAFTAR PUSTAKA

- Fieser, L. F., & Fieser, M. (1968). *Introduction to organic chemistry*. Heath and company boston.
- Sarker D Satyajit, & Nahar Lutfun. (2009). *Kimia untuk Mahasiswa Farmasi bahan kimia organik, alam dan umum* (1st ed.). Pustaka Pelajar.
- Wardani Siska Tatiana, & Hakim Nur Siti. (2021). *Kimia Organik 2* (Vol. 1). Pustaka Baru.

## **PROFIL PENULIS**



**Apt. Hendri Satria kamal Uyun, M.Farm**

**Dosen Farmasi**

**Sekolah Tinggi Farmasi Padang (STIFARM) Padang**

Penulis lahir di Tanjung Pinang tanggal 9 Agustus 1993. Penulis adalah dosen tetap pada bidang Biologi Farmasi STIFARM Padang. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Farmasi Pada Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Perintis Padang kemudian melanjutkan pendidikan Profesi Apoteker Di Fakultas Farmasi Universitas Andalas dan melanjutkan Pendidikan S2 Di Fakultas Farmasi Universitas Andalas.



## LIPID

*Oleh Intan Kurnia Putri, S.Si., M.Sc.*

### 12.1. Definisi Lipid

Lipid adalah kelompok senyawa yang beragam dan terdapat dalam sel makhluk hidup, hal ini karena lemak berfungsi sebagai komponen struktural membran sel, berfungsi sebagai sumber penyimpanan energi. Arti kata "lipid" didefinisikan sebagai salah satu kelompok zat organik yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik misalnya kloroform, n-heksana, eter, etil asetat, dan sebagainya. Sifat kimia ini terdapat pada berbagai molekul seperti asam lemak, fosfolipid, sterol, sphingolipid, terpen dan lain-lain (Fahy et al., 2011). Gugus fungsi penyusun lipid dalam senyawa kimia organik adalah asam karboksilat ( $R-COOH$ ).

Asam lemak yang terkandung dalam sel, tidak dapat ditemukan dalam bentuk bebas. Sebagai contoh, dalam membran mayoritas asam lemak ditemukan dalam bentuk teresterifikasi ke dalam gliserol (gliserolipid). Secara strukturnya, asam lemak memiliki ekor yang bersifat non polar dan bagian kepala yang bersifat polar (Hildebrand, 2011).

Sumber lipid berasal dari makanan, biosintesis de novo dan simpanan tubuh (adiposit). Lemak akan diemulsi oleh garam empedu sehingga mudah dicerna dan diserap. Dalam transportasi, lemak akan membentuk dengan protein menjadi lipoprotein.

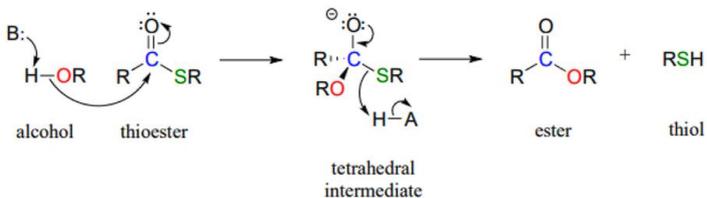


Berdasarkan ada tidaknya ikatan rangkap, lemak digolongkan menjadi dua, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh merupakan lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya, sedangkan pada asam lemak tak jenuh merupakan asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya.

### 12.3. Biosintesis Lipid

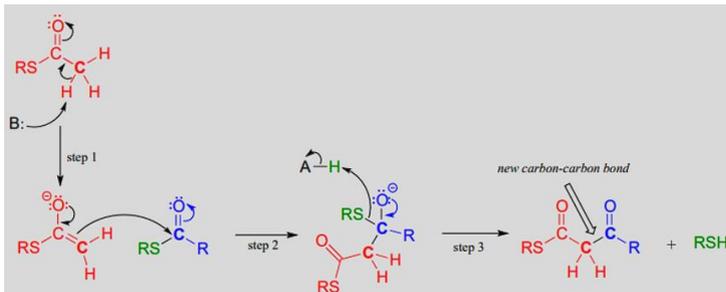
Reaksi pembentukan lipid melalui reaksi kondensasi Claisen, pertama kali ditemukan oleh ahli kimia J.G. Schimdt dan Rainer Ludwig Claisen. Reaksi kondensasi ini terfokus pada reaksi keton atau aldehid yang mengandung alfa-hidrogen bereaksi dengan senyawa karbonil aromatic yang tidak memiliki alfa hidrogen. Beberapa syarat reaksi kondensasi Claisen dapat terjadi, diantaranya minimal satu reagen harus memiliki proton alfa dan dapat membentuk anion enolat pada deprotonasi, dan penggunaan basa sangat diperlukan, salah satunya Natrium Alkoksida.

Mekanisme kondensasi Claisen diawali dengan pembentukan ester. Ester terbentuk dari hasil reaksi alcohol dengan thioester. Karbakation pada thioester diserang oleh atom O yang bermuatan negatif. Karbon bermuatan positif, hal ini dikarenakan elektron pada atom C akan ditarik oleh atom O yang memiliki elektronegativitas lebih besar. Mekanisme pembentukan ester disajikan pada Gambar 2.



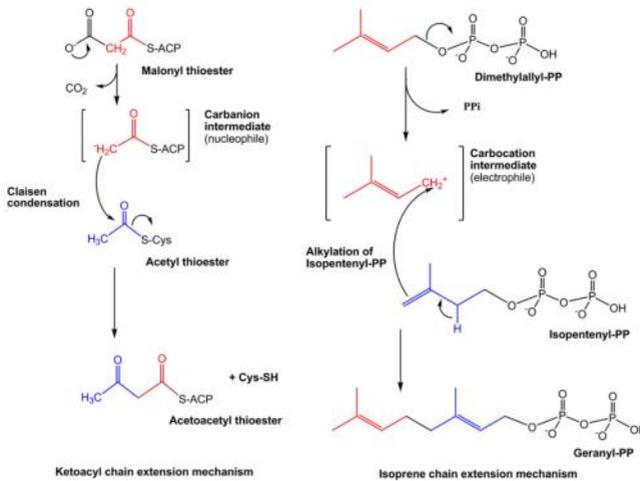
Gambar 2. Mekanisme pembentukan ester

Pada proses deprotonasi dan membentuk enolat (pada step 1), yang kemudian akan menyerang Kembali thioester kedua dan menghasilkan intermediet tetrahedral. Alfa hidrogen atau proton alfa dapat membentuk anion enolat yang disajikan pada Gambar 3. Dalam aplikasinya, kondensasi Claisen berperan dalam biosintesis kolesterol (yang merupakan lipid).



Gambar 3. Kondensasi Claisen sederhana

Biosintesis lipid dapat melalui reaksi kondensasi Claisen pada pemanjangan rantai ketoasil dan reaksi alkilasi isopentenil PP pada pemanjangan rantai isoprene, yang disajikan pada Gambar 4. Pada mekanisme tersebut, terdapat perbedaan dalam pembentukan karbanion intermediat. Pada kondensasi Claisen, yang bertindak sebagai karbanion adalah **nukleofil**, sedangkan pada alkilasi isopentenil, yang bertindak sebagai karbokation adalah **elektrofil**.



Gambar.4 Biosintesis Lipid

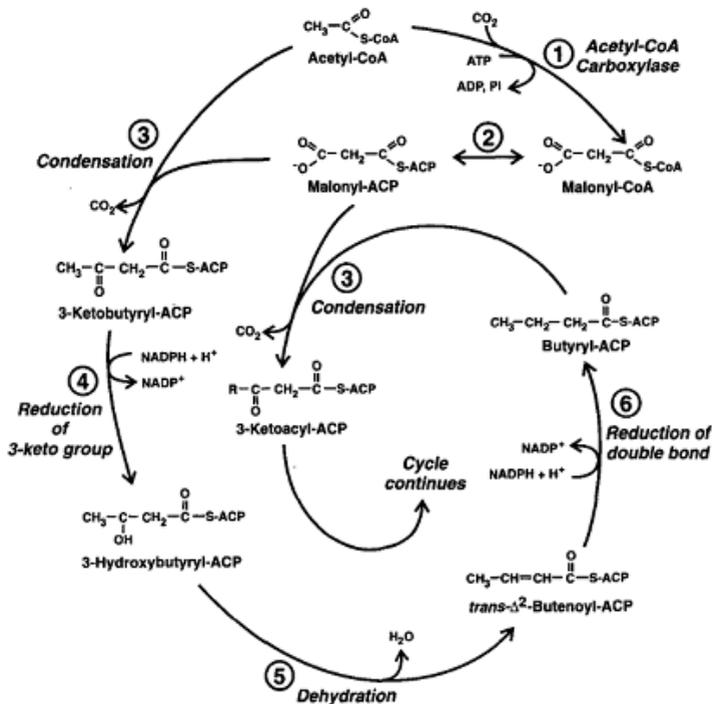
Biosintesis lipid terjadi di bagian liver dan jaringan adiposa. Proses tersebut termasuk sintesis asam lemak yang mengikuti sintesis triasilgliserol (TAG) dan fosfolipid (Fahy et al., 2011).

#### 12.4. Sintesis Asam Lemak

Sintesis asam lemak terjadi dalam sitoplasma pada sel dan dikatalis oleh enzim sintase asam lemak (FAS). FAS bersama dengan tujuh enzim bekerja bersama dalam mengubah lipid menjadi asetil koA dalam rantai panjang asam lemak. Asetil koA juga dihasilkan dalam proses degradasi glukosa dalam sitoplasma. Asetil koA yang kemudian diubah ke dalam malonil koA, yang merupakan titik awal pada proses sintesis asam lemak. Produk akhir pada sintesis asam lemak adalah asam palmitat (asam lemak jenuh 16 karbon). Biosintesis asam lemak jenuh disajikan pada Gambar 5 (Petrenko et al., 2023). Enam tahapan sintesis asam lemak :

1. Reaksi pembentukan asetil koA melalui bantuan enzim asetil koA karboksilase

2. Reaksi pembentukan malonil koA menjadi malonil ACP
3. Reaksi kondensasi dari malonil koA menjadi 3-ketoasil ACP
4. Reaksi reduksi gugus 3-keto
5. Reaksi Dehidrasi dari 3-hidroksibutiril ACP menjadi trans butenoil ACP
6. Reaksi reduksi pada ikatan rangkap trans butenoil ACP menjadi butiril ACP



Gambar 5. Biosintesis Asam Lemak Jenuh

## 12.5. Perbedaan jalur sintesis dan degradasi asam lemak

Tabel 1. Perbedaan Jalur sintesis dan degradasi Asam Lemak

Perbedaan	Sintesis asam lemak	Degradasi asam Lemak
Lokasi	Terjadi di sitosol	Terjadi di matriks mitokondria
Bentuk senyawa antara	Terikat secara kovalen pada karier gugus asil yang dinamakan ACP (acyl carrier protein)	Terikat secara kovalen pada koenzim A
Enzim yang terlibat	Berasosiasi dalam sebuah rantai polipeptida yang dinamakan asam lemak sintase	Tidak berasosiasi
Kebutuhan oksidator/reduktor	Memerlukan senyawa reduktor NADPH	Memerlukan senyawa oksidator NAD <sup>+</sup> dan FAD

## DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Daniel Brown. (2023). Biochemistry of Lipid and Carbohydrate Biosynthesis. *Biochemistry of Lipid and Carbohydrate Biosynthesis*, 6, 35–37.  
[https://doi.org/10.37532/oabr.2023.6\(2\).35-37](https://doi.org/10.37532/oabr.2023.6(2).35-37)
- Fahy, E., Cotter, D., Sud, M., & Subramaniam, S. (2011). Lipid classification, structures and tools. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1811(11), 637–647.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2011.06.009>
- Hildebrand, D. (2011). Lipid Biosynthesis. *Plant Metabolism and Biotechnology*, 7(July), 27–65.  
<https://doi.org/10.1002/9781119991311.ch2>
- Petrenko, V., Sinturel, F., Riezman, H., & Dibner, C. (2023). Lipid metabolism around the body clocks. *Progress in Lipid Research*, 91(April), 101235.  
<https://doi.org/10.1016/j.plipres.2023.101235>

## PROFIL PENULIS



**Intan Kurnia Putri, S.Si., M.Sc.**  
**Dosen Kimia Farmasi**  
**STIKes Mitra Keluarga**

**Intan Kurnia Putri**, lahir pada tanggal 4 November 1992 di kota Semarang, dari orang tua Dr. Kartono, M.Si dan Dwi Endang Sujati, M.Hum sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis merupakan lulusan S1 Kimia Universitas Diponegoro tahun 2014 dan melanjutkan S2 Kimia di Universitas Gadjah Mada lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2016-2020, penulis berkarya di Politeknik Katolik Mangunwijaya prodi DIII Farmasi dalam bidang kimia farmasi. Selanjutnya pada tahun 2020-sekarang penulis berkarya di STIKes Mitra Keluarga prodi S1 Farmasi juga dalam bidang kimia Farmasi. Pada bidang penelitian, penulis pernah ikut serta dalam penelitian dosen pemula mengenai formulasi nano emulsi dan nano eco enzym untuk bidang kosmetika.

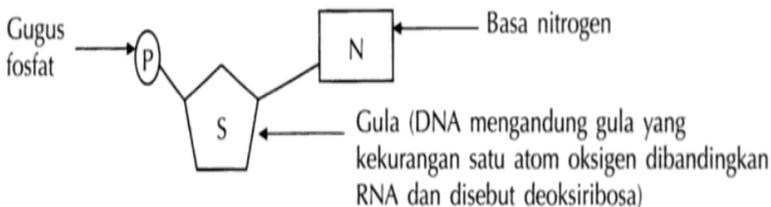


# NUKLEOTIDA DAN ASAM NUKLEAT

*Oleh Mauritz Pandapotan Marpaung, S.Pd., M.Si.*

### 13.1. Definisi Nukleotida

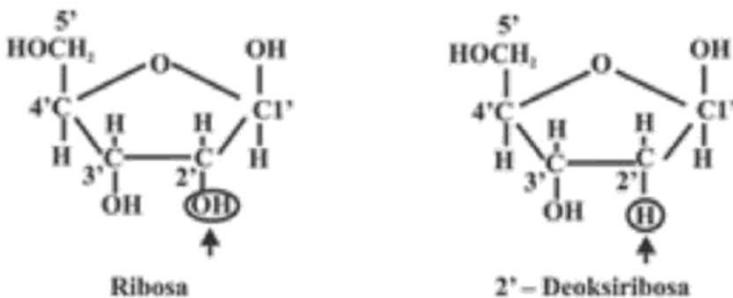
Nukleotida merupakan senyawa organik yang mengandung dua komponen utama yaitu nukleosida dan gugus fosfat. Senyawa organik ini memiliki peranan yang vital yaitu monomer yang membentuk polimer organik alami yaitu asam nukleat seperti asam deoksiribonukleat (DNA) dan asam ribonukleat (RNA) yang berperan penting sebagai biomolekul penyusun makhluk hidup (Syukri et al., 2022). Berikut adalah penjelasan mengenai komponen penyusun nukleotida yang terdiri dari nukleosida (sebuah basa nitrogen dan sebuah gula pentose) dan satu atau lebih gugus fosfat.



**Gambar 13.1 Struktur Dasar Nukleotida** (James et al., 2008)

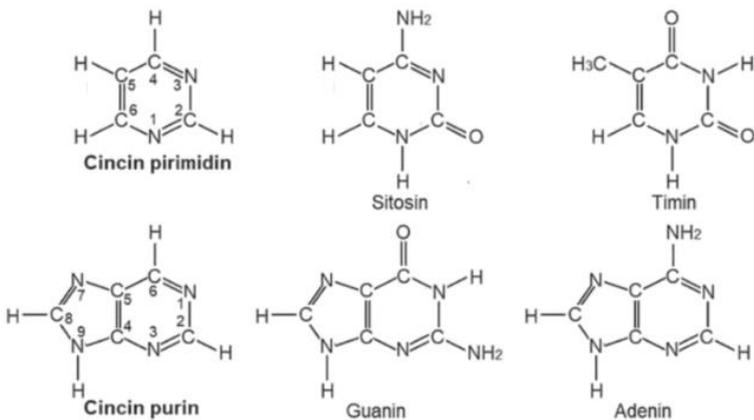
## 1. Nukleosida:

Nukleosida adalah senyawa organik yang terdiri dari gula pentosa (ribosa atau deoksiribosa) dan sebuah basa nitrogen heterosiklik yang biasanya disebut juga basa nukleotida atau nukleobasa (guanin, adenin, sitosin, atau timin) melalui ikatan kovalen. Jadi nukleosida merupakan bagian dari nukleotida tanpa gugus fosfat. Gula pentosa merupakan salah satu jenis senyawa monosakarida yang terdiri dari lima buah atom karbon yang saling berikatan membentuk cincin pentagon. Contoh dari gula pentosa pembentuk nukleosida adalah ribosa dan deoksiribosa. Ribosa yang memiliki atom oksigen penuh pada setiap atom karbon ditemukan dalam RNA yang merupakan penyusun nukleotida yang berperan penting dalam sintesis asam amino, fotosintesis dan respirasi. Sedangkan deoksiribosa yang ditemukan dalam DNA yang menunjukkan kehilangan satu atom oksigen pada atom karbon keduanya. Nukleotida yang mengandung deoksiribosa disebut dengan deoksiribonukleotida sedangkan nukleotida yang mengandung ribosa disebut dengan ribonukleotida (Hanum, 2017; Kuchel & Ralston, 2006; Syukri et al., 2022).



**Gambar 13.2** Struktur gula pentosa (ribosa dan 2'-deoksiribosa) yang berbeda pada pada atom C nomor 2 (Irawan, 2021)

Pada basa nitrogen terdiri dari dua kelompok yaitu pirimidin dan purin. Kedua kelompok ini memiliki perbedaan dari segi jumlah cincin yang dimiliki yaitu pada purin memiliki dua struktur cincin sedangkan pirimidin memiliki hanya satu struktur cincin. Selain itu, pada pirimidin akan melekat pada C-1' dari gula dengan atom N-1 sedangkan purin dengan atom N-9 (Irawan, 2021).



**Gambar 13. 3** Struktur basa nitrogen: Pirimidin dan Purin (Irawan, 2021)

## 2. Gugus fosfat:

Gugus fosfat adalah komponen penting dari nukleotida yang merupakan unit dasar penyusun asam nukleat seperti DNA dan RNA. Gugus fosfat terdiri dari atom fosfor yang terikat oleh empat atom oksigen. Salah satu ikatan adalah ikatan rangkap, sedangkan tiga lainnya adalah ikatan Tunggal. Gugus fosfat terikat pada gula pentosa di posisi 5'-nya yang dikenal sebagai ikatan fosfoester. Nukleotida dapat memiliki satu (monofosfat), dua (difosfat), atau tiga (trifosfat) gugus fosfat. Contohnya adalah adenosin trifosfat (ATP)

yang merupakan nukleotida dengan tiga gugus fosfat yang berperan dalam transfer energi dalam sel. Contoh lainnya seperti AMP (Adenosin monofosfat) dan ADP (Adenosin difosfat). Fungsi gugus gula/posfat yaitu sebagai tulang punggung tangga dan ikatan hydrogen basa membentuk anak tangga.

Nukleotida memiliki beberapa peranan yang sangat penting yaitu (Syukri et al., 2022):

1. Merupakan senyawa yang kaya energi untuk proses metabolisme seperti ATP (Adenosin Trifosfat) dan ADP (Adenosin Difosfat).
2. Komponen struktural dan beberapa koenzim seperti NAD (Nikotinamida Adenin Dinukleotida) dan NADH (NAD<sup>+</sup> yang tereduksi dengan penambahan satu atom hidrogen).
3. Sebagai sinyal kimiawi yang menangkap stimulus dan luar sel (cAMP = siklik Adenosin Monofosfat) dan menghubungkan respon sel terhadap hormon.

### **13.2. Sejarah Penemuan Nukleotida**

Penemuan nukleotida dan pemahaman tentang struktur dan fungsinya adalah hasil dari beberapa penemuan penting sepanjang abad ke 19 dan ke-20. Berikut adalah beberapa tonggak sejarah penting dalam penemuan nukleotida (Alberts et al., 2002; Berg et al., 2007; Levene, 1919; Meselson & Stahl, 1958; Watson & Crick, 1953):

1. Penemuan asam nukleat oleh Friedrich Miescher (1869)  
Friedrich Miescher adalah seorang ahli biokimia Swiss yang pertama kali mengisolasi asam nukleat. Dia menemukan zat yang kaya fosfor dalam inti sel nanah, yang kemudian disebut sebagai “nuklein” yang dikenal sebagai DNA.
2. Penemuan Komponen Dasar Nukleotida oleh Phebus Levene

(1909-1929).

Phoebus Levene adalah seorang ahli kimia Rusia-Amerika yang mengidentifikasi komponen dasar nukleotida: basa nitrogen, gula pentosa dan gugus fosfat. Kontribusinya sangat penting dalam pemahaman awal tentang struktur nukleotida.

3. Model struktur heliks ganda DNA oleh James Watson dan Francis Crick (1953).

Penemuan struktur heliks ganda DNA oleh James Watson dan Francis Crick adalah tonggak penting dalam biologi molekuler. Dengan menggunakan data difraksi sinar X oleh Rosalind Franklin, mereka mengusulkan bahwa DNA terdiri dari dua rantai polinucleotida yang berpilin membentuk heliks ganda, dengan pasangan basa yang saling melengkapi (adenin dengan timin dan guanin dengan sitosin).

4. Penemuan Replikasi DNA oleh Meselson dan Stahl (1958).

Percobaan oleh Matthew Meselson dan Franklin Stahl menunjukkan bahwa DNA bereplikasi secara semikonservatif, Dimana setiap heliks ganda baru terdiri dari satu rantai asli dan satu rantai baru. Penemuan ini mengkonfirmasi bagaimana nukleotida terlibat dalam proses replikasi DNA.

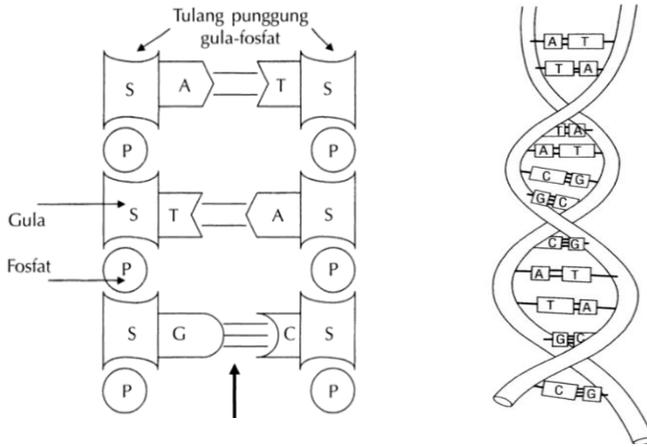
### **13.3. Asam Nukleat**

Asam nukleat adalah salah satu jenis polimer alami yang tersusun dari berbagai monomer berupa nukleotida. Ahli biokimia, Miescher, pertama kali menemukan asam nukleat di bagian nukelus (inti sel) (James et al., 2008; Sofro, 1994). Asam nukleat terdiri dari dua jenis yaitu:

#### **1. Asam deoksiribonukleat (DNA):**

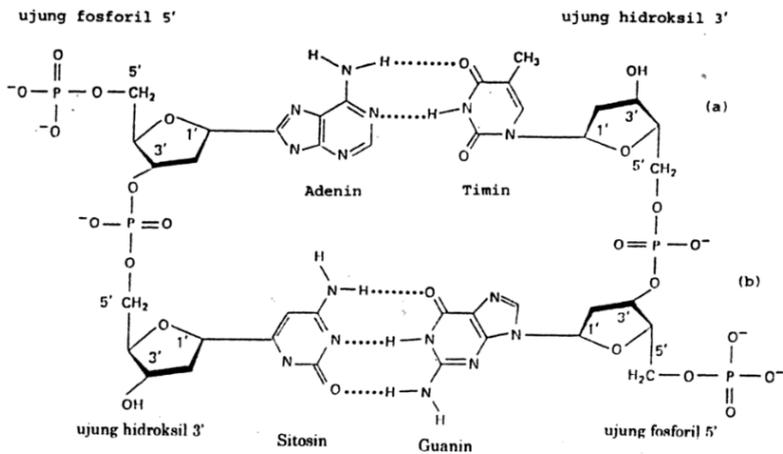
Yaitu pembawa materi genetik yaitu kromosom dan menyediakan instruksi sintesis protein. Jenis basa nitrogen yang

terdapat pada DNA terdapat empat basa yaitu adenin (A) dan guanin (G) yang merupakan basa purin serta sitosin (C) dan timin (T) yang merupakan basa pirimidin. Struktur DNA pertama kali ditemukan pada tahun 1953 oleh Francis H.C. Crick dan James Watson dengan bentuk struktur heliks ganda seperti tangga spiral. Setiap untai heliks merupakan polinukleotida yang saling terhubung melalui ikatan kovalen fosfodiester (James et al., 2008; Sofro, 1994). Ikatan kovalen fosfodiester mengandung muatan negative sehingga akan terjadi gaya tolak menolak dengan atom, molekul/ion yang bersifat nukleofilik seperti ion  $\text{OH}^-$  (hidroksil) sehingga ikatan tersebut sukar mengalami hidrolisis dibandingkan dengan ikatan ester pada asam karboksilat. Hal inilah menjadi sifat sebagai integritas informasi yang disimpan asam nukleat (Suhartono et al., 2022). Keempat basa pada DNA memiliki pasangan masing-masing yaitu adenin (A) berpasangan timin (T) melalui dua jembatan hidrogen (A=T) dan guanin (G) berpasangan dengan sitosin (C) melalui tiga jembatan hidrogen (C=G). DNA dapat mengalami replikasi menghasilkan dua turunan DNA yang hampir sama dengan DNA asalnya. (James et al., 2008; Sofro, 1994). Ketika kedua pasangan rantai tersebut mengalami pemisahan, maka setiap untai akan terbentuk cetakan untuk membentuk untai baru dengan urutan basa komplementer yang akan menghasilkan DNA heliks dengan identitas yang sama (Suhartono et al., 2022).



Keterangan: A: Adenin, S: Sitosin, G: Guanin, T: Timin, U: Urasil.

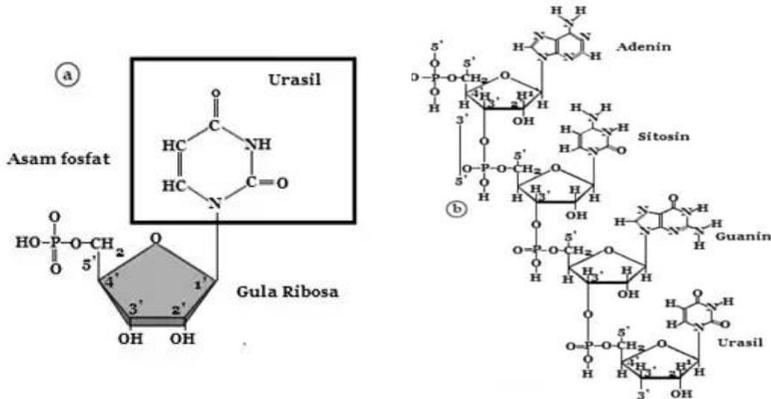
**Gambar 13.4 Struktur DNA (a: segmen kecil dengan pasangan basa; b: struktur heliks ganda) A: Adenin (James et al., 2008)**



**Gambar 13.5 Ikatan hidrogen pada Molekul DNA antara A-T (a) dan G – T (b) (Sofro, 1994)**

DNA yang mengandung informasi genetik berupa ekspresi fenotip tertentu melalui pembentukan protein tidak secara langsung sebagai template tetapi diperlukan molekul lain sebagai perantara yaitu molekul asam ribonukleat (RNA).

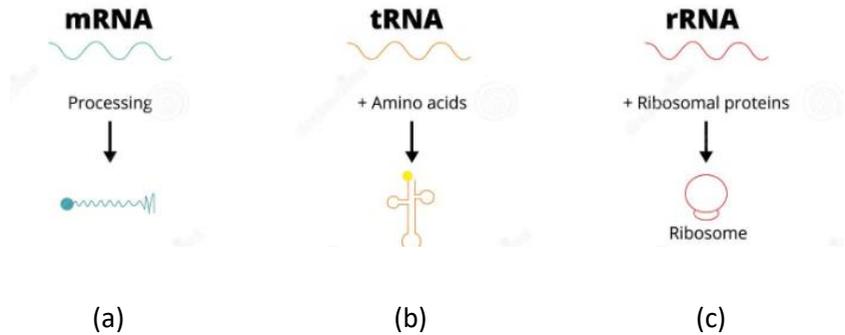
## 2. Asam ribonukleat (RNA):



**Gambar 13.6 Struktur dasar RNA (a), dan struktur rantai tunggal RNA (b)** (Kurniawan, 2024)

Yaitu asam yang terbentuk dari monomer yang mengandung gula ribosa (5 karbon), gugus fosfat, dan basa nitrogen purin dan pirimidin yang diperlukan untuk sintesis protein. Jenis basa nitrogen yang terkandung dalam RNA adalah golongan purin yaitu adenin (A), guanin (G), dan golongan pirimidin yaitu sitosin (C), dan urasil (U) sebagai pengganti timin (T). Urasil merupakan molekul timin (T) tanpa gugus metil (-CH<sub>3</sub>) (James et al., 2008; Suhartono et al., 2022). Karena RNA adalah rantai untai tunggal, maka RNA tidak memiliki pasangan basa seperti halnya DNA kecuali pada virus-virus RNA yang dapat membuat untai komplemen dengan bantuan enzim transkriptase balik yang dikandungnya. Selain itu, RNA bersifat lebih heterogen dari DNA sehingga RNA memiliki tiga kelompok yaitu

mRNA (RNA kurir/duta), tRNA (RNA alih), dan rRNA (RNA ribosom) (Sofro, 1994).



Gambar 13.7 Tiga Kelompok RNA (a: mRNA; b: tRNA; c: rRNA) (Angelacora, 2024)

Ketiga kelompok RNA (mRNA, tRNA, dan rRNA) memiliki peranan yang spesifik dalam sintesis protein. Pada ribosom RNA (rRNA) adalah kompone ribosom yang berperan dalam sintesis protein. Molekul massenger RNA (mRNA) berperan sebagai informasi genetik dari suatu gen ke ribosom untuk sintesis protein dan molekul tRNA memiliki peranan sebagai pembawa asam amino spesifik untuk dihubungkan ke ribosom berdasarkan kode genetik (kodon) yang tersandi pada untai mRNA (Muntasir et al., 2024). mRNA memiliki rantai tunggal yang relatif panjang. Pada tRNA, memiliki ukuran relatif lebih kecil yaitu 70-90 nukleotida dengan struktur sekunder khusus yang mengenali setiap asam amino. Pada salah satu ujung tRNA memiliki antikodon yaitu tiga rangkaian basa pendek dimana suatu asam amino tertentu akan melekat pada ujung tRNA yang bersebrangan dengan ujung antikodon sehingga daapt membawa asam amino spesifik untuk sintesis protein. Pada RNA ribosom (rRNA) merupakan jenis RNA yang kandungannya terbanyak dalam sel

sebesar 80% dibandingkan dengan tRNA sebesar 15% dan mRNA sebesar 5%. Molekul RNA mudah mengalami hidrolisis adanya perbedaan posisi gugus gula ribosa dengan hidroksil dengan DNA. Ikatan fosfodiester pada RNA terbentuk dari penggabungan atom karbon 3' ribosa di suatu nukleotida dengan karbon 5' ribosa di nukleotida berikutnya (Aryulina et al., 2006; Suhartono et al., 2022).

Pada Tabel 13.1 memperlihatkan perbedaan antara DNA dan RNA dari segi keberadaan dalam sel, peranannya, jenis kandungan gula dan basa, ukuran serta strukturnya.

**Tabel 13.1 Perbedaan DNA dan RNA** (Aryulina et al., 2006; James et al., 2008)

Perbedaan	DNA	RNA
Struktur	Rantai panjang, ganda, dan berpilin ( <i>double helix</i> )	Heliks rantai tunggal dan tidak berpilin
Jenis gula	Deoksiribosa	Ribosa
Jenis basa	Adenin (A), guanin (G), Sitosin (S), Timin (T)	Adenin (A), Guanin (G), Sitosin (S), Urasil (U)
Ukuran	Sangat besar	Kecil
Keberadaan	Nukleus (sebagian besar), kloroplas, dan mitokondria	Dibentuk di nukleus, sitoplasma, kloroplas, mitokondria
Fungsi	Pembentukan materi genetik, instruksi untuk sintesis protein, replikasi sendiri sebelum pembelahan sel.	Sintesis protein, penyimpan dan pembawa informasi genetik, enzim (ribozim) dalam mengkatalisis formasi RNA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell* (4th ed.). Garland Science.
- Angelacora. (2024). *Types of RNA*. <https://www.dreamstime.com/types-rna-vector-illustration-messenger-mrna-transport-trna-ribosomal-rna-image248161849>.
- Aryulina, D., Muslim, C., Manaf, & Winarni, E. W. (2006). *Biologi SMA dan MA untuk Kelas XII* (E. Wijayanti & A. Khairunnisa, Eds.). Erlangga.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Stryer, L. (2007). *Biochemistry* (6th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Hanum, G. R. (2017). *Buku Ajar Biokimia Dasar* (S. B. Sartika, Ed.). UMSIDA Press.
- Irawan, B. (2021). *Genetika Molekuler* (2nd ed.). Airlangga University Press.
- James, J., Baker, C., & Swain, H. (2008). *Prinsip-Prinsip Sains Keperawatan* (A. Safitri & R. Asikowati, Eds.). Erlangga.
- Kuchel, P., & Ralston, G. B. (2006). *Schaum's Easy Outline: Biokimia* (A. Safitri, Ed.). Erlangga.
- Kurniawan, A. (2024, May 30). *Pengertian RNA Beserta Struktur, Jenis dan Fungsi*. <https://www.gurupendidikan.co.id/>.
- Levene, P. A. (1919). The structure of yeast nucleic acid. *Journal of Biological Chemistry*, 40, 415–424.
- Meselson, M., & Stahl, F. W. (1958). The replication of DNA in *Escherichia coli*. *Proceedings of the National Academy of Science*, 671–682.
- Muntasir, Harun, A. I., Baharuddin, M., Hasan, T., Warsidah, Ernis, G., Shofiyah, S. S., Marwati, Muhtaromah, & Suci, I. A. (2024). *Biokimia Farmasi* (W. S. Abdulkadir, Ed.). Rizmedia Pustaka Indonesia.
- Sofro, A. S. M. (1994). *Keanekaragaman Genetik* (1st ed.). ANDI OFFSET.
- Suhartono, M. T., Ismaya, W. T., & Retnoningrum, D. S. (2022).

- Biokimia Asam Nukleat* (C. Heni, Ed.). PT Kanisius.
- Syukri, D., Nasution, M. Y., Henggu, K. U., Rohmah, M. K., Yusufiani, M., Lubis, A. F., Diana, A., Marpaung, R. G., & Puspaningrat, L. P. D. (2022). *Buku Ajar Biokimia*. CV. Feniks Muda Sejahtera.
- Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1953). Molecular structure of nucleic acids: A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, *171*(4356), 737–738.

## PROFIL PENULIS



**Mauritz Pandapotan Marpaung S. Pd., M.Si.**  
**Dosen Ilmu Kimia**  
**Universitas Kader Bangsa, Palembang**

Penulis lahir di Medan tanggal 8 Juli 1981. Penulis adalah dosen PNS Dpk di Program Studi Diploma Tiga Farmasi Fakultas Farmasi, Universitas Kader Bangsa, Palembang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Kimia di Universitas Sriwijaya (Unsri) pada tahun 1999-2004 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kimia di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 2006-2008. Penulis menekuni bidang Menulis. Saat ini Penulis aktif melakukan pengajaran, penulisan buku, dan penelitian. Link google scholar: [MAURITZ PANDAPOTAN MARPAUNG - Google Scholar](#)

# KIMIA ORGANIK

Karya tulis yang dibukukan dengan judul "Kimia Organik " merupakan ilmu dengan sajian konsep dan teoritis yang komprehensif dan terstruktur untuk dimahami bidang kimia organik. Buku ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pembaca dan profesional di bidang kimia yang ingin mendalami lebih jauh tentang senyawa-senyawa organik dan reaksinya.

Buku ini mengupas secara mendalam terkait dengan konsep kimia organik, karbohidrat, asam karboksilat, senyawa alifatik, senyawa aromatik, isomerisme dalam kimia organik, alkohol, eter dan epoksida, struktur dan reaksi aldehida dan keton, amin dan senyawa nitrogen, asam amino, peptida, dan protein, lipid, serta nukleotida dan asam nukleat.

Buku ini diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang berharga dan membantu pembaca memahami serta mengaplikasikan kimia organik dalam kehidupan nyata dan karir profesional.



Penerbit  
**Gita Lentera**

