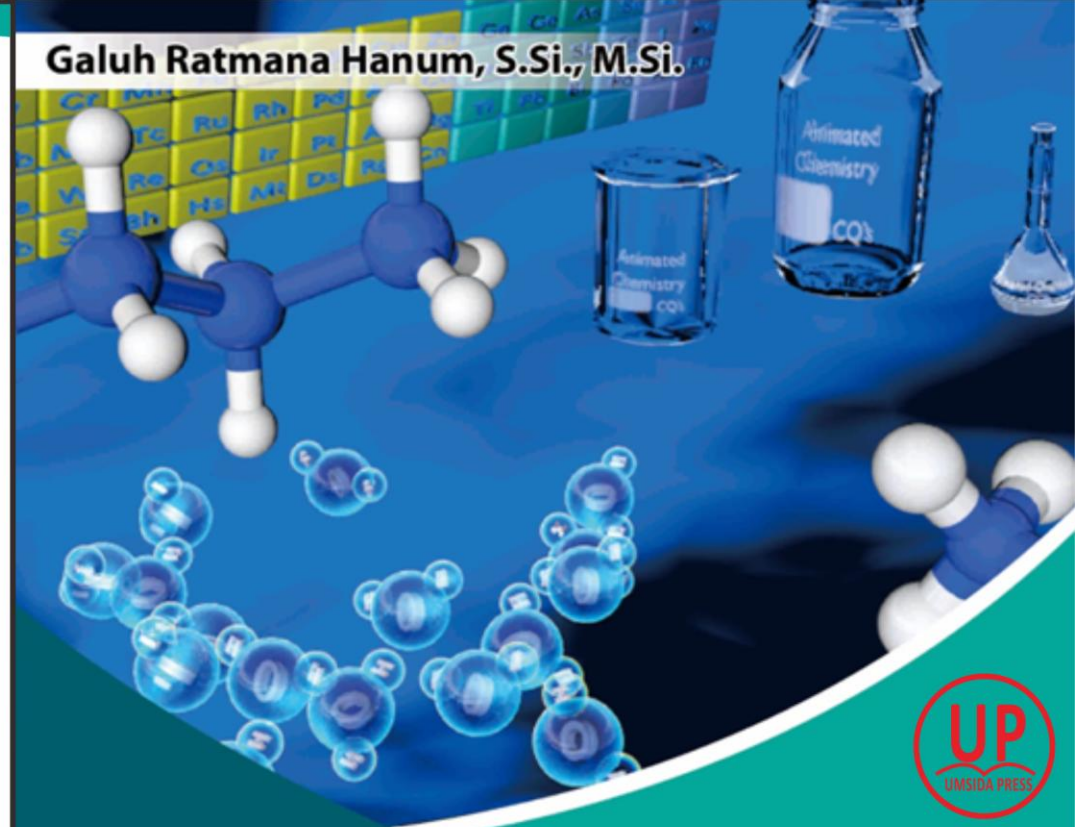


Galuh Ratmana Hanum, S.Si., M.Si.

BUKU AJAR BIOKIMIA DASAR



# BIOKIMIA DASAR



UMSIDA PRESS  
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo



D-IV Teknologi Laboratorium Medis  
Fakultas Ilmu Kesehatan  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
2017

# **BUKU AJAR BIOKIMIA DASAR**

**Penulis**

**Galuh Ratmana Hanum, S.Si., M.Si**



Diterbitkan oleh

**UMSIDA PRESS**

Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo

ISBN: 978-979-3401-62-1

Copyright©2017.

**Authors**

All rights reserved

**BUKU AJAR  
BIOKIMIA DASAR**

**Penulis :**

Galuh Ratmana Hanum, S.Si., M.Si

**ISBN :**

978-979-3401-62-1

**Editor :**

Septi Budi Sartika, M.Pd

M. Tanzil Multazam , S.H., M.Kn.

**Copy Editor :**

Fika Megawati, S.Pd., M.Pd.

**Design Sampul dan Tata Letak :**

Mochamad Nashrullah, S.Pd

**Penerbit :**

UMSIDA Press

**Redaksi :**

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit No 666B  
Sidoarjo, Jawa Timur

**Cetakan pertama, Agustus 2017**

© Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan suatu apapun  
tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillahirabbil'aalamin, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, tanpa karuniaNya tidak mungkin bukuajar BIOKIMIA DASAR ini terselesaikan tepat waktu mengingat tugas dan kewajiban lain yang bersamaan. Buku ini ditulis berdasarkan keinginan penulis yang sering mengamati perilaku mahasiswa pada saat pembelajaran mata kuliah biokimia seperti kurangnya referensi yang digunakan dan minat membaca mahasiswa yang masih kurang. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis berusaha menyusun buku ini. Buku ini memuat tentang pengertian, fungsi, klasifikasi dan identifikasi makromolekul. terselesaikannya penulisan buku ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada UMSIDA karena telah memberikan kesempatan kepada penulis. Dengan kesempatan tersebut, dapat mendukung penulis dalam upaya meningkatkan kualitas diri dan karya untuk waktu mendatang. Meskipun telah berusaha untuk menghindari kesalahan, penulis menyadari bahwa buku ini masih mempunyai kekurangan. Karena itu, penulis berharap supaya pembaca berkenan menyampaikan kritikan. Kritik merupakan perhatian supaya dapat menuju

kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca.

Sidoarjo, 30 September 2017

Galuh Ratmana Hanum, S.Si., M.Si

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
<b>BAB I PENGANTAR BIOKIMIA</b>	
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Manfaat Ilmu Biokimia Dalam Kehidupan.....	4
1.3 Hubungan Antara Biokimia Dan Ilmu Yang Lain .....	4
1.4 Organisasi Makhluk Hidup .....	6
1.5 Biomolekul Kompleks Penyusun Tubuh .....	12
1.6 Unsur Penyusun Tubuh.....	13
1.7 Kaitan Ilmu Biokimia Dengan Al-Quran.....	15
Rangkuman .....	18
Latihan Soal .....	20
<b>BAB II KARBOHIDRAT</b>	
2.1 Pendahuluan.....	21
2.2 Fungsi Karbohidrat.....	22
2.3 Klasifikasi Karbohidrat .....	23
2.4 Penyakit-Penyakit Yang Berhubungan Dengan Karbohidrat .....	42
2.5 Identifikasi Karbohidrat.....	42
Rangkuman .....	57
Latihan Soal .....	59

## **BAB III ASAM AMINO DAN PROTEIN**

3.1 Pendahuluan .....	60
3.2 Asam Amino .....	61
3.3 Fungsi Asam Amino .....	71
3.4 Klasifikasi Asam Amino .....	73
3.5 Peptida.....	74
3.6 Protein .....	75
3.7 Fungsi Protein .....	76
3.8 Klasifikasi Protein.....	77
3.9 Struktur Protein .....	82
3.10 Denaturasi .....	84
3.11 Penyakit-Penyakit Yang Berhubungan Dengan Protein	86
3.12 Identifikasi Protein.....	95
Rangkuman .....	100
Latihan Soal .....	103

## **BAB IV LIPID**

4.1 Pendahuluan .....	104
4.2 Fungsi Lipid .....	106
4.3 Klasifikasi Lipid.....	107
4.4 Reaksi-Reaksi Pada Lipid .....	117
4.5 Penyakit-Penyakit Yang Berhubungan Dengan Lipid ..	119
4.6 Identifikasi Lipid.....	123
Rangkuman .....	133

Latihan Soal .....	136
--------------------	-----

## **BAB V ASAM NUKLEAT**

5.1 Pendahuluan .....	137
-----------------------	-----

5.2 Komponen Penyusun Lipid.....	139
----------------------------------	-----

5.3 Nukleosida.....	142
---------------------	-----

5.4Nukleotida.....	144
--------------------	-----

5.5 Polinukleotida .....	146
--------------------------	-----

5.6 Struktur DNA.....	146
-----------------------	-----

5.7 Fungsi Asam Nukleat.....	148
------------------------------	-----

Rangkuman .....	150
-----------------	-----

Latihan Soal .....	151
--------------------	-----

Daftar Pustaka .....	152
----------------------	-----



# BAB I

## PENGANTAR BIOKIMIA

<b>Tujuan Instruksional</b>	<b>Materi</b>
Mahasiswa memahami tentang perkembangan ilmu biokimia dan keterkaitannya dengan Al-Quran sehingga dapat diterapkan dalam bidang kesehatan sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.	1.1 Pendahuluan 1.2 Manfaat Ilmu Biokimia Dalam Kehidupan 1.3 Hubungan Antara Biokimia Dan Ilmu Yang Lain 1.4 Organisasi MakhluK Hidup 1.5 Biomolekul Kompleks Penyusun Tubuh 1.6 Unsur Penyusun Tubuh 1.7 Kaitan Ilmu Biokimia Dengan Al-Quran

### 1.1 Pendahuluan

Sejarah awal mula penelitian biokimia terjadi pada abad XVII, Robert Hooke melakukan observasi terhadap sel-sel dengan menggunakan mikroskop sehingga dapat meningkatkan pemahaman atas struktur yang kompleks pada makhluk hidup.

Pada abad XVIII Karl Wilhelm Scheele ahli kimia Swedia telah melakukan penelitian mengenai susunan kimia jaringan pada tumbuhan dan hewan. Selain itu, Karl Wilhelm Scheele juga mengisolasi asam oksalat, asam laktat, asam sitrat, beberapa ester dan kasein dari bahan alam. Kemudian pada tahun 1828 Friedrich Wohler menunjukkan bahwa urea senyawa yang terdapat dalam urin, dibuat dalam laboratorium dengan cara memanaskan alkali sianat dan garam amonium. Awalnya Friedrich Wohler mengharapkan garam amonium sianat sebagai hasilnya, tetapi yang diperoleh adalah urea.

Istilah biokimia dikemukakan oleh Karl Neuberg, seorang ahli kimia Jerman tahun 1903 dan biokimia memperoleh bentuk yang nyata sebagai suatu bidang studi. Penemuan dua bersaudara Eduard dan Hans Buchner menyatakan bahwa ekstrak dari sel ragi yang telah mati tetap dapat menyebabkan terjadinya proses peragian atau fermentasi gula menjadi alkohol. Penemuan ini sebagai pembuka analisis reaksi biokimia dan proses biokimia dengan alat laboratorium (*in vitro*) dan dalam makhluk hidup (*in vivo*).

Perkembangan biokimia juga tidak terlepas dari perkembangan yang terjadi pada bidang pengetahuan genetika. Gagasan tentang adanya gen, yakni unit pembawa sifat-sifat yang diturunkan oleh individu, timbul dari karya Gregor Mendel pada pertengahan abad XIX dan menjelang abad XX diketahui bahwa gen tersebut terdapat pada kromosom. Pada abad XX ini ilmu biokimia mengalami perkembangan pesat.

Biokimia berasal bahasa Yunani dan terdiri dari dua kata yaitu Bios yang berarti kehidupan dan Chemis yang berarti kimia, jika digabungkan Biokimia berarti ilmu yang mempelajari berbagai reaksi kimia kehidupan serta interaksi molekul dalam sel makhluk hidup. Biokimia terdiri dari tiga hukum yang menjadi pokok bahasannya, yaitu hukum biologi, hukum kimia dan hukum biokimia yang jika digabungkan sering disebut *super chemistry*. Tujuan mempelajari biokimia adalah untuk memahami interaksi molekul-molekul tak hidup yang menghasilkan fenomena kompleks dan efisien yang menjadi ciri-ciri kehidupan serta menjelaskan keseragaman kimia dari kehidupan yang beragam.

## **1.2 Manfaat Ilmu Biokimia Dalam Kehidupan Antara Lain :**

- A. Mempermudah dalam mempelajari ilmu-ilmu dasar yang lain seperti kimia organik, biofisika, ilmu gizi, mikrobiologi, genetika, fisiologi dan farmakologi.
- B. Digunakan sebagai dasar terapi berbagai penyakit.
- C. Mengidentifikasi reaksi yang terjadi pada proses kehidupan sehingga mampu menganalisa terjadinya penyakit atau masalah yang terjadi pada proses tersebut hingga level molekular.
- D. Menentukan cara baru dalam menanggulangi penyakit yang berkembang.
- E. Menganalisa perkembangan bakteri penyebab penyakit, mempelajari sifatnya dan cara pengendaliannya menggunakan bahan-bahan kimia.
- F. Mengetahui fungsi enzim dalam proses metabolisme
- G. Dalam bidang pertanian, biokimia memiliki peran dalam pembuatan pestisida dengan cara menghambat enzim di dalam tubuh hama.

## **1.3 Hubungan Antara Biokimia Dan Ilmu Yang Lain**

- A. Kimia Organik  
Mempelajari sifat-sifat biomolekul

## B. Biofisika

Memanfaatkan teknik fisika untuk mempelajari struktur biomolekul

## C. Ilmu Gizi

Memanfaatkan pengetahuan tentang metabolisme untuk menjelaskan kebutuhan makanan bagi makhluk hidup dalam mempertahankan kehidupan normalnya.

## D. Kesehatan

Mencari pemahaman tentang keadaan sakit dari sudut pandang molekuler

## E. Mikrobiologi

Menunjukkan bahwa organisme sel tunggal dan virus dapat digunakan sebagai sarana mempelajari jalur-jalur metabolisme dan mekanisme pengendalian metabolisme.

## F. Fisiologi

Mempelajari proses kehidupan pada tingkat jaringan dan organisme.

## G. Genetika

Mempelajari mekanisme penyusunan identitas biokimia sel.

## 1.4 Organisasi Makhluk Hidup

Makhluk hidup terdiri atas berbagai tingkatan organisasi kehidupan dimulai dari yang paling sederhana hingga tingkatan yang kompleks. Tingkatan organisasi kehidupan dimulai dari molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, ekosistem, hingga ke tingkatan bioma. Berikut ini penjelasan tentang tingkat organisasi makhluk hidup :

### A. Molekul

Molekul didefinisikan sebagai sekelompok atom yang saling berikatan dengan sangat kuat dalam susunan tertentu dan bermuatan netral serta cukup stabil.

### B. Sel

Sel merupakan unit organisasi terkecil yang menjadi dasar kehidupan dalam arti biologis. Semua fungsi kehidupan diatur dan berlangsung di dalam sel. Makhluk hidup (organisme) tersusun dari satu sel tunggal (uniselular), misalnya bakteri, Archaea, sejumlah fungi dan protozoa) dan banyak sel (multiselular).

### C. Jaringan

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Sekumpulan jaringan akan membentuk organ. Cabang ilmu biologi yang mempelajari jaringan adalah histologi. Sedangkan cabang ilmu biologi yang mempelajari jaringan dalam hubungannya dengan penyakit adalah histopatologi.

### D. Organ

Organ adalah kumpulan dari berbagai macam jaringan dan melaksanakan suatu tugas tertentu. Beberapa contoh organ tubuh makhluk hidup :

#### 1. Usus

Merupakan bagian dari sistem pencernaan. Disusun dari beberapa jaringan, susunan dari luar ke dalam yaitu :

- a. Jaringan ikat serosa, fungsinya untuk menggantungkan usus ke organ lain.
- b. Jaringan otot polos memanjang.
- c. Jaringan otot polos melingkar.
- d. Jaringan ikat longgar.
- e. Jaringan otot polos mukosa.
- f. Jaringan ikat longgar mukosa.

- g. Jaringan epitel silindris yang merupakan jaringan terdalam dari rongga usus.
- h. Disamping jaringan-jaringan tersebut di atas terdapat juga jaringan-jaringan lain (jaringan saraf, jaringan darah dan lain-lain) yang menunjang kerja usus.

## 2. Trakea/Batang Tenggorok

Merupakan bagian dari sistem pernafasan. Trakea disusun atas 3 lapis jaringan, dari luar ke dalam yaitu:

- a. Jaringan ikat padat.
- b. Jaringan rulang rawan dan jaringan otot polos.
- c. Jaringan epitel silindris berlapis banyak bersilia.

## E. Sistem Organ

Sistem organ adalah Kumpulan dari berbagai organ dan menjalankan tugas tertentu. Sistem organ yang terdapat dalam tubuh manusia antara lain :



Tabel 1.1 Sistem Organ Makhluk Hidup (Harper, 2009)

No.	Sistem	Organ	Fungsi
1.	Sistem pencernaan	Mulut, faring, eksofagus, lambung, usus, hati, kantong empedu, dan pankreas.	Mencerna makanan, mengabsorbsimolekul -molekulmakanan yang sudah disederhanakan.
2.	Sistem pernapasan	Hidung, faring, laring, trakea, brokus, paru-paru.	Pertukaran gas (oksigen dan karbon dioksida).
3.	Sistem gerak	Tulang, otot	Menyokong dan melindungi organ dalam
4.	Sistem transportasi	Jantung, arteri, vena, kapiler, pembuluh limfatik, kelenjar limfa.	Mengangkut oksigen dan sari makanan ke seluruh sel-sel tubuh dan mengangkut zat hasil metabolisme yang tidak berguna keluar dari sel-sel tubuh, serta melindungi tubuh dari penyakit
5.	Sistem ekskresi	Paru – paru, ginjal, kulit, dan hati	Mengeluarkan sisa metabolisme dari dalam tubuh dan menjaga keseimbangan sel dengan lingkungannya
6.	Sistem saraf	Otak, serabut saraf, simpul saraf, medula spinalis, medula oblongata.	Menerima dan merespon rangsang dari lingkungannya.
7.	Sistem reproduksi	Testes dan ovarium	Perkembangbiakan.

## F. Individu

Individu merupakan organisme tunggal seperti : seekor tikus, seekor kucing, sebatang pohon jambu, sebatang pohon kelapa, dan seorang manusia. Dalam mempertahankan hidup, setiap jenis individu dihadapkan pada masalah hidup. Misalnya, seekor hewan harus mendapatkan makanan, mempertahankan diri terhadap musuh alaminya, serta memelihara anaknya. Untuk mengatasi masalah tersebut, organisme harus memiliki struktur khusus seperti : duri, sayap, kantung, atau tanduk. Hewan juga memperlihatkan tingkah laku tertentu, seperti membuat sarang atau melakukan migrasi yang jauh untuk mencari makanan. Tingkah laku demikian disebut adaptasi.

## G. Populasi

Populasi adalah kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu. Misalnya, populasi pohon kelapa dikelurahan Lebo pada tahun 1989 berjumlah 2552 batang. Ukuran populasi berubah sepanjang waktu. Perubahan ukuran dalam populasi ini disebut dinamika populasi.

## H. Komunitas

Komunitas ialah kumpulan dari berbagai populasi yang hidup pada suatu waktu dan daerah tertentu yang saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain. Komunitas memiliki derajat keterpaduan yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan individu dan populasi.

## I. Ekosistem

Ekosistem adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya. Ilmu yang mempelajari ekosistem disebut ekologi. Antara komunitas dan lingkungannya selalu terjadi interaksi. Komponen penyusun ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivora, karnivora, dan omnivora), dan dekomposer/pengurai (mikroorganisme).

## J. Bioma

Definisi bioma dibuat dalam hal kondisi tidak hanya ruang tetapi lebih cocok untuk kelompok masyarakat (tanaman, hewan, mikroba, dll). Klasifikasi bioma bumi dilakukan atas dasar kondisi atau lingkungan di mana organisme hidup.

## 1.5 Biomolekul Kompleks Penyusun Tubuh

Biokimia mempelajari fungsi dan struktur komponen selular biomolekul, seperti Karbohidrat, Protein, Lipid dan Asam Nukleat.

### A. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan suatu senyawa organik polihidroksialdehid atau polihidroksiketon. Rumus umum dari karbohidrat adalah  $C_n(H_2O)_n$  atau  $C_nH_{2n}O_n$ . Karbohidrat terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen.

### B. Protein

Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul besar yang terdiri dari asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida.

### C. Lipid

Lipid atau lemak didefinisikan sebagai biomolekul turunan hidrokarbon yang mengandung satu gugus ester.

### D. Asam Nukleat

Asam nukleat adalah polimer yang tersusun dari sejumlah nukleotida. Asam nukleat makromolekul biokimia yang kompleks, berbobot molekul tinggi,

dan tersusun atas rantai nukleotida yang mengandung informasi genetik.

## **1.6 Unsur Penyusun Tubuh**

Dalam tubuh manusia, terdapat unsur-unsur kimia, antara lain :

- A. Oksigen (65%) dan Hidrogen (10%, kedua unsur ini terdapat dalam air. Hampir 60% tubuh manusia terisi oleh air.
- B. Karbon (18%) merupakan unsur terbanyak kedua setelah oksigen. Unsur ini merupakan unsur yang paling stabil.
- C. Nitrogen (3%) ditemukan dalam molekul organik, termasuk dalam asam amino sebagai pembentuk protein dan asam nukleat yang membentuk DNA.
- D. Kalsium (1,5%) adalah mineral yang paling umum di tubuh manusia, hampir semuanya ditemukan dalam tulang dan gigi.
- E. Fosfor (1%) dapat ditemukan pada bagian tulang, tetapi juga terdapat dalam molekul ATP, yang menyediakan energi dalam sel untuk menjalankan reaksi kimia.
- F. Kalium (0,25%) adalah elektrolit penting, kalium membawa muatan dalam larutan. Kalium membantu

mengatur detak jantung dan sangat penting bagi sinyal listrik di saraf.

G. Sulfur (0,25%) dapat ditemukan dalam dua asam amino.

H. Natrium (0,15%) adalah elektrolit yang sangat vital bagi sinyal listrik di saraf. Natrium juga mengatur jumlah air dalam tubuh.

I. Klor (0,15%) ditemukan di dalam tubuh sebagai ion negatif, yang disebut klorida. Elektrolit ini penting untuk menjaga keseimbangan cairan.

J. Magnesium (0,05%) merupakan unsur yang mempunyai peran penting dalam struktur kerangka dan otot.

K. Besi (0,006%) ditemukan dalam hemoglobin, yang merupakan pembawa oksigen dalam sel darah merah.

L. Fluor (0,0037%) ditemukan pada bagian gigi dan tulang.

M. Seng (0,0032%) adalah unsur penting bagi semua bentuk kehidupan.

N. Tembaga (0,0001%) merupakan unsur penting sebagai donor elektron dalam reaksi biologis.

- O. Yodium (0.000016%) diperlukan untuk membuat hormon tiroid, yang mengatur tingkat metabolisme dan fungsi seluler lainnya. Kekurangan yodium dapat menyebabkan gondok dan kerusakan otak.
- P. Selenium (0.000019%) sangat penting untuk enzim tertentu, termasuk beberapa anti-oksidan.
- Q. Kromium (0.0000024%) membantu mengatur kadar gula dengan berinteraksi dengan insulin.
- R. Mangan (0.000017%) sangat penting untuk enzim tertentu, khususnya enzim yang melindungi mitokondria
- S. Cobalt (0.0000021%) terkandung dalam vitamin B12, berguna dalam pembentukan protein dan regulasi DNA.

### **1.7 Kaitan Ilmu Biokimia Dengan Al-Quran**

Pada matakuliah biokimia dapat dipelajari reaksi-reaksi kimia dalam kehidupan dan tanda-tanda kebesaran Allah SWT, Allah berfirman dalam surat Ali-Imran ayat 190-191 :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢٠٠﴾

190. *Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal,*

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ

وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿٢٠١﴾

191. *(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka.*

Ilmu biokimia merupakan ilmu yang pokok dalam mempelajari wujud kehidupan, dari ilmu biokimia dapat dijelaskan asal-usul suatu bentuk dan sifat sel sebagai penyusun makhluk hidup. Dalam Al-Qur'an surat Al-Mu'minun ayat 13-14 dipaparkan suatu peristiwa bagaimana manusia diciptakan.



## في قرارٍ مَكِينٍ ﴿١٣﴾

13. Kemudian kami jadikan saripati itu air mani (yang kokoh) di tempat yang kokoh (rahim).

نَفَاةً عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا

لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

14. Kemudian air mani itu kami jadikan segumpal darah itu kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu kami jadikan daging. Kemudian kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) baik. Kemudian kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) baik. Maha suci Allah, Pencipta yang paling baik.

## RANGKUMAN

1. Awal mula penelitian biokimia terjadi pada abad XVII, Robert Hooke melakukan observasi terhadap sel-sel.
2. Istilah biokimia dikemukakan oleh Karl Neuberg, seorang ahli kimia Jerman tahun 1903.
3. Biokimia berarti ilmu yang mempelajari berbagai reaksi kimia kehidupan serta interaksi molekul dalam sel makhluk hidup.
4. Tujuan mempelajari biokimia adalah untuk memahami interaksi molekul-molekul tak hidup yang menghasilkan fenomena kompleks dan efisien yang menjadi ciri-ciri kehidupan serta menjelaskan keseragaman kimia dari kehidupan yang beragam.
5. Manfaat ilmu biokimia dalam kehidupan yaitu memudahkan dalam mempelajari ilmu dasar yang berhubungan dengan makhluk hidup, dapat mengidentifikasi dan menganalisa suatu penyakit dan pengobatannya.
6. Tingkatan organisasi kehidupan dimulai dari molekul, sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, ekosistem, hingga ke tingkatan bioma.

7. Biomolekul kompleks penyusun tubuh anatar lain karbohidrat, protein, lipid dan asam nukleat.
8. Dalam tubuh makhluk hidup terdapat bermacam-macam unsur kimia.
9. Ilmu biokimia dipaparkan dalam Al-Quran surat Ali-Imran ayat 190-191 dan Al-Mu'minun ayat 13-14

## LATIHAN SOAL

1. Jelaskan secara singkat sejarah ilmu biokimia?
2. Jelaskan peranan Robert Hooke pada awal timbulnya ilmu biokimia?
3. Jelaskan tujuan dan manfaat mempelajari ilmu biokimia?
4. Jelaskan keterkaitan Al-Quran dalam mempelajari ilmu biokimia?
5. Bagaimana pendapat anda tentang manfaat mempelajari biokimia?

## BAB II

### KARBOHIDRAT

<b>Tujuan Instruksional</b>	<b>Materi</b>
Mahasiswa memahami tentang pengertian karbohidrat sehingga dapat diterapkan dalam bidang kesehatan sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.	2.1 Pendahuluan 2.2 Fungsi Karbohidrat 2.3 Klasifikasi Karbohidrat 2.4 Penyakit yang berhubungan dengan Karbohidrat 2.5 Identifikasi Karbohidrat

#### **2.1 Pendahuluan**

Dalam melakukan aktivitasnya makhluk hidup memerlukan energi yang diperoleh dari bahan makanan. Salah satu makromolekul yang terdapat pada bahan makanan yaitu karbohidrat. Energi yang terkandung dalam karbohidrat berasal dari energi matahari. Pembentukan karbohidrat dalam hal ini glukosa dibentuk dari karbon dioksida dan air dengan bantuan sinar matahari dan klorofil dalam daun melalui proses fotosintesis. Karbohidrat banyak terdapat pada beras,

jagung, sagu, singkong dan gula. Selain itu, terdapat juga karbohidrat yang tidak dapat dicerna seperti kayu dan serat kapas karena pada tumbuhan tersebut mengandung selulosa.

Sakarida adalah nama lain dari karbohidrat dan berasal dari bahasa Arab “sakkar” yang berarti gula. Karbohidrat merupakan suatu senyawa organik polihidroksialdehid atau polihidroksiketon. Rumus umum dari karbohidrat adalah  $C_n(H_2O)_n$  atau  $C_nH_{2n}O_n$ . Karbohidrat terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Contoh : glukosa  $C_6H_{12}O_6$ , sukrosa  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , selulosa  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

## **2.2 Fungsi Karbohidrat**

### **A. Sumber Energi utama tubuh**

Fungsi karbohidrat yang utama sebagai pasokan energi tubuh, setiap gram karbohidrat mengandung 4 kalori. Binatang menyusui (mamalia) dapat mengubah sukrosa, laktosa (gula susu), maltosa dan pati menjadi glukosa yang kemudian digunakan sebagai energi atau disimpan sebagai glikogen. Karbohidrat yang diubah menjadi glikogen dan lemak disimpan didalam jaringan otot berfungsi sebagai

cadangan energi tubuh. Karbohidrat dapat juga diubah menjadi steroid dan secara terbatas diubah menjadi protein.

#### B. Memperlancar pencernaan

Karbohidrat yang dapat dicerna berfungsi untuk memperlancar peristaltik usus dan memudahkan pembuangan feses. Contoh karbohidrat yang dapat dicerna adalah karbohidrat golongan monosakarida dan disakarida. Selain itu karbohidrat yang tidak dapat dicerna seperti serat bisa memberikan rasa kenyang.

#### C. Sebagai pemanis alami

Karbohidrat juga berfungsi sebagai pemberi rasa manis alami pada makanan khususnya karbohidrat golongan monosakarida dan disakarida.

### **2.3 Klasifikasi karbohidrat**

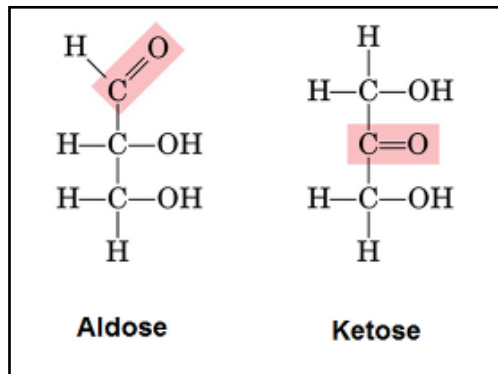
Karbohidrat digolongkan menjadi 4 klasifikasi yaitu:

#### **A. Monosakarida**

Monosakarida adalah karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana karena molekulnya hanya terdiri dari beberapa atom C. Monosakarida sering disebut gula

sederhana. Monosakarida dapat diikat secara bersama-sama untuk membentuk dimer, trimer dan sebagainya. Dimer adalah senyawa kimia yang terdiri dari dua molekul yang identik atau mirip dan terikat bersama-sama.

Monosakarida dibedakan menjadi aldosa (mempunyai gugus aldehida) dan ketosa (mempunyai gugus keton). Akhiran -osa digunakan dalam tata nama karbohidrat untuk menyatakan suatu gula pereduksi (suatu gula yang mengandung gugus aldehida atau gugus  $\alpha$ -hidroksiketon). Contoh dari aldohexosa yaitu glukosa dan galaktosa, sedangkan contoh ketohexosa yaitu fruktosa. Monosakarida larut dalam air dan umumnya terasa manis.



Gambar 2.1 Struktur Aldosa dan Ketosa

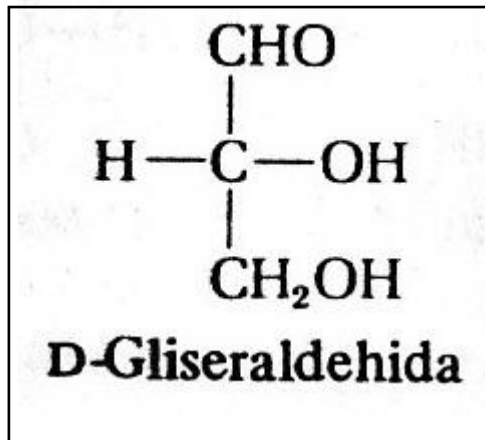
(Fessenden,1986)



Monosakarida disusun oleh 3 sampai 7 atom karbon, dan jumlah atom penyusunnya mempengaruhi penamaan masing-masing monosakarida, yaitu:

1. Triosa (tersusun atas 3 atom C)

Monosakarida yang termasuk triosa yaitu gliseraldehida dan dihidroksiaseton. Gliseraldehida disebut juga aldotriosa karena mempunyai gugus aldehida sedangkan dihidroksiaseton disebut juga ketotriosa karena mempunyai gugus keton.

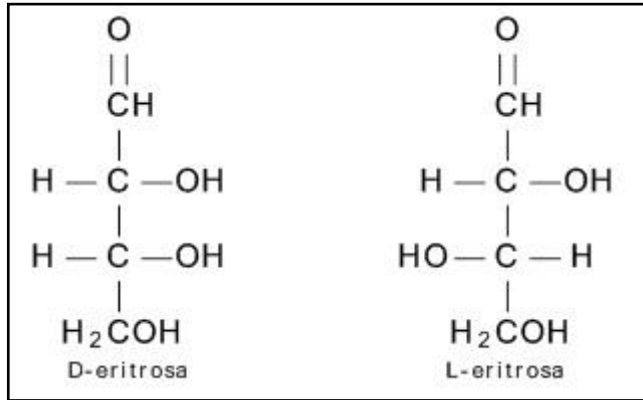


Gambar 2.2 Struktur Gliseraldehida

(Fessenden,1986)

2. Tetrosa (tersusun atas 4 atom C)

Monosakarida yang termasuk tetrosa yaitu eritrosa dan eritrolosa. Eritrosa contoh dari aldotetrosa sedangkan eritrolosa contoh dari ketotetrosa.

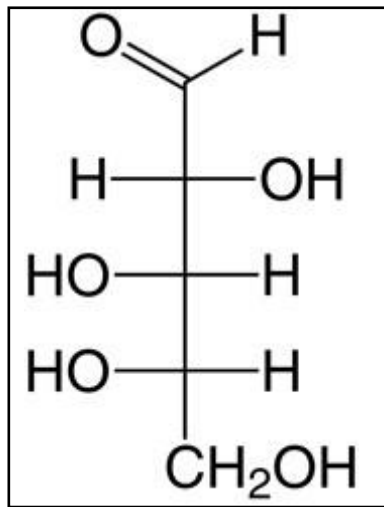


Gambar 2.3 Struktur Eritrosa (Fessenden,1986)

3. Pentosa (tersusun atas 5 atom C)

Monosakarida yang termasuk pentosa yaitu ribosa dan ribulosa. Ribosa adalah suatu aldopentosa sedangkan ribulosa adalah suatu ketopentosa. Pentosa merupakan monosakarida yang penting dalam kehidupan. Beberapa pentosa yang tidak terdapat di alam bebas dan termasuk aldopentosa yaitu arabinosa, xilosa, ribosa dan 2-deoksiribosa. Arabinosa diperoleh dari proses hidrolisis gom arab. Xilosa diperoleh dari proses hidrolisis jerami atau

kayu. Ribosa dan deoksiribosa merupakan komponen dari asam nukleat.

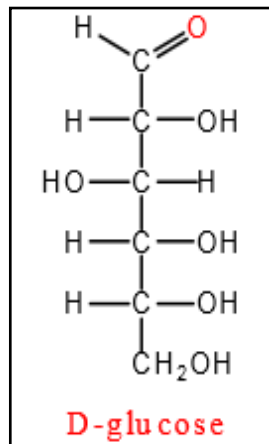


Gambar 2.4 Struktur Arabinosa (Fessenden,1986)

#### 4. Heksosa (tersusun atas 6 atom C)

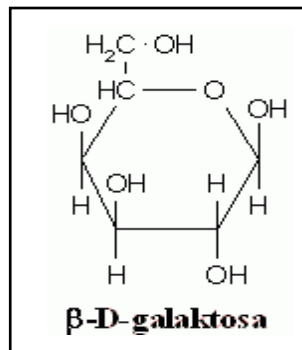
Monosakarida yang termasuk heksosa yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa. Glukosa salah satu monosakarida yang penting, kadang-kadang disebut gula darah karena terdapat dalam darah, gula anggur karena terdapat dalam buah anggur. Glukosa terdapat dalam buah-buahan dan madu. Pada keadaan normal, konsentrasi glukosa dalam darah antara 70-100 mg tiap 100 ml darah. Pada penderita diabetes militus konsentrasi glukosa

dalam darah lebih besar dari 130 mg per 100 ml darah.



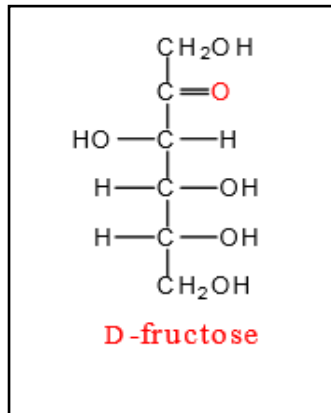
Gambar 2.5 D-Glukosa (Harper, 1980)

Galaktosa jarang ditemui di alam bebas, biasanya galaktosa berikatan dengan glukosa dalam bentuk laktosa.



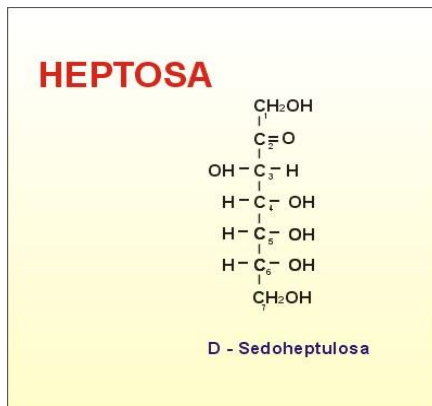
Gambar 2.6 Struktur Galaktosa (Fessenden,1986)

Fruktosa disebut terdapat dalam madu lebah, fruktosa mempunyai rasa lebih manis daripada glukosa dan sukrosa.



Gambar 2.7 D-fruktosa (Harper, 1980)

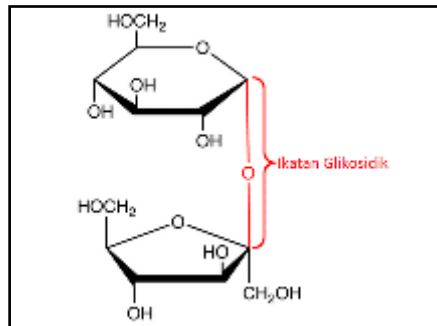
## 5. Heptosa (tersusun atas 7 atom C)



Gambar 2.8 Struktur Sedoheptulosa (Harper, 1980)

## B. Disakarida

Disakarida adalah karbohidrat yang terdiri atas 2 unit gula atau 2 molekul monosakarida. Ikatan antara dua molekul monosakarida disebut ikatan glikosidik. Ikatan glikosidik terbentuk dari gugus hidroksil atom C nomor 1 yang juga disebut karbon numerik dengan gugus hidroksil pada molekul gula yang lain. Disakarida larut dalam air dan umumnya terasa manis.



Gambar 2.9 Ikatan Glikosidik pada sukrosa menggabungkan glukosa dan fruktosa (Fessenden,1986)

Disakarida dibedakan menjadi dua macam yaitu

1. Disakarida dengan gugus hemiasetal bebas merupakan senyawa dengan satu unit glikosil yang dapat digantikan dengan atom hidrogen dari gugus hidroksi alkoholik dari unit lainnya sehingga

mempunyai gugus -OH glikosidik dan bersifat mereduksi, contohnya adalah maltosa dan laktosa

2. Disakarida tanpa gugus hemiasetal bebas merupakan senyawa yang dibentuk dengan reaksi dua glikosidik gugus hidroksi dengan gugus yang lainnya sehingga tidak mempunyai gugus -OH glikosidik dan bersifat tidak dapat mereduksi, contohnya adalah sukrosa.

Disakarida yang sangat penting antara lain :

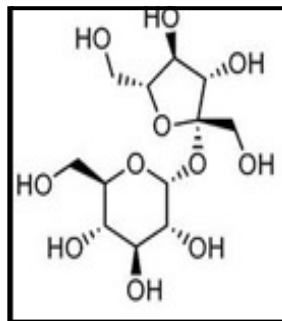
a. Sukrosa

Sukrosa merupakan gula yang berasal dari tebu, bit, madu lebah, buah nanas dan wortel. Hasil hidrolisis sukrosa yaitu glukosa dan fruktosa. Ikatan glukosa dan sukrosa terjadi antara atom karbon nomor 1 pada glukosa dengan atom karbon nomor 2 pada fruktosa sehingga sukrosa tidak mempunyai gugus aldehida atau keton bebas atau tidak mempunyai gugus -OH glikosidik dan bersifat tidak dapat mereduksi ion  $\text{Cu}^{2+}$  atau  $\text{Ag}^+$  dan tidak membentuk osazon. Sukrosa mempunyai rasa lebih manis dibandingkan maltosa.

Gula inversi adalah campuran D-glukosa dan D-fruktosa yang diperoleh dengan hidrolisis asam atau enzimatik dari sukrosa. Enzime yang mengkatalisis

hidrolisis sukrosa, disebut invertase, bersifat spesifik untuk ikatan  $\beta$ -D-fruktofuranosida dan terdapat dalam ragi dan lebah. Nama gula inversi diturunkan dari inversi (pembalikan) tanda rotasi jenis bila sukrosa dihidrolisis. Sukrosa mempunyai rotasi jenis  $+66,5^\circ$  (rotasi positif). Campuran produk (glukosa,  $[\alpha]=+52,7^\circ$  dan fruktosa,  $[\alpha] = -92,4^\circ$ ) mempunyai rotasi netto negatif.

Adanya fruktosa bebas maka gula inversi lebih manis daripada sukrosa. Suatu gula inversi sintetik yang disebut isomerase dibuat dengan isomerisasi enzimatik dari glukosa dalam sirup jagung, penggunaan komersial gula inversi sintetik adalah untuk pembuatan es krim, minuman ringan dan permen.

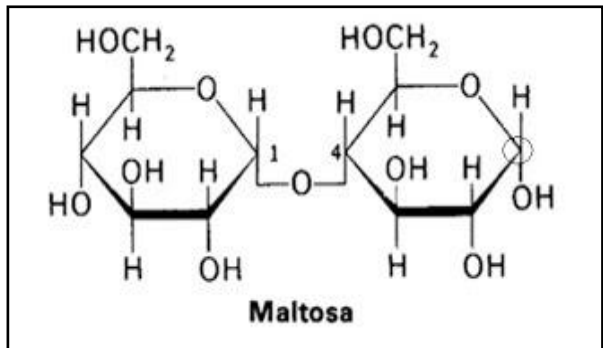


Gambar 2.10 Struktur Sukrosa (Fessenden,1986)



## b. Maltosa

Maltosa adalah disakarida yang terbentuk dari dua molekul glukosa. Ikatan dua molekul glukosa terjadi antara atom karbon nomor 1 pada glukosa pertama dan atom karbon nomor 4 pada glukosa kedua sehingga maltosa mempunyai gugus OH glikosidik dan bersifat mereduksi. Maltosa mudah larut dalam air dan mempunyai rasa lebih manis daripada laktosa. Maltosa digunakan dalam makanan bayi dan susu bubuk beragi (malted milk). Maltosa diperoleh dari hidrolisis pati.

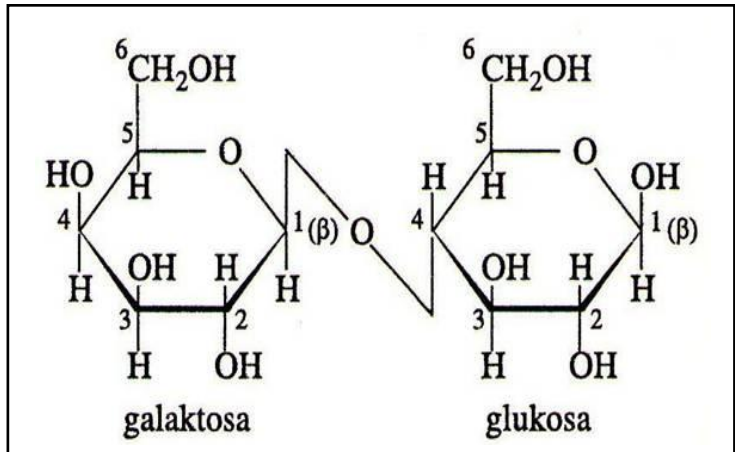


Gambar 2.11 Struktur Maltosa (Fessenden, 1986)

## c. Laktosa.

Hasil hidrolisis laktosa yaitu D-galaktosa dan D-glukosa. Ikatan galaktosa dan glukosa terjadi antara

atom karbon nomor 1 pada galaktosa dan atom karbon nomor 4 pada glukosa sehingga laktosa mempunyai gugus OH glikosidik dan bersifat mereduksi. Laktosa disebut juga gula susu.



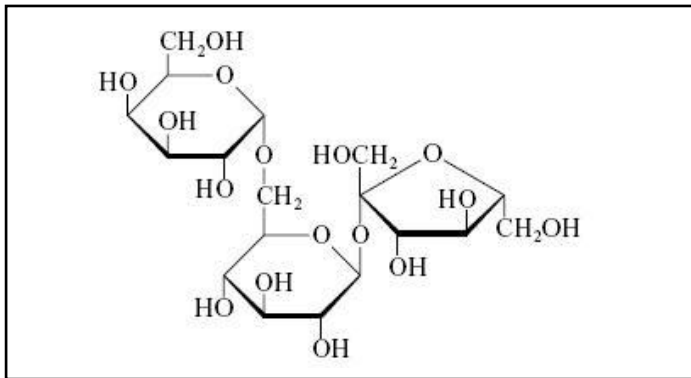
Gambar 2.12 Struktur Laktosa (Fessenden,1986)

### C. Oligosakarida

Oligosakarida adalah karbohidrat yang terdiri atas 3-10 unit monosakarida dan digabungkan dengan ikatan kovalen. Contoh oligosakarida adalah rafinosa dan stakiosa.

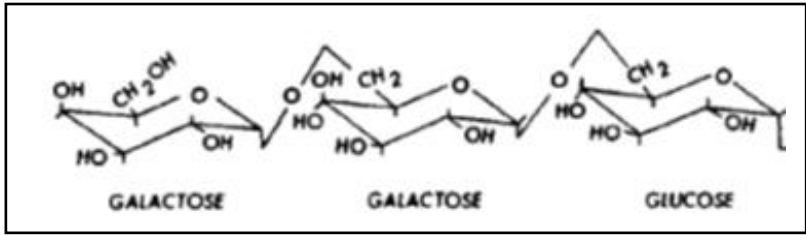
## 1. Rafinosa

Rafinosa terdiri dari 3 monosakarida yaitu galaktosa-glukosa-fruktosa. Atom karbon nomor 1 pada galaktosa berikatan dengan atom karbon nomor 6 pada glukosa kemudian atom karbon nomor 1 pada glukosa berikatan dengan atom karbon nomor 2 pada fruktosa sehingga rafinosa tidak mempunyai gugus -OH glikosidik dan bersifat tidak mereduksi. Rafinosa terdapat pada bit dan tepung biji kapas.



Gambar 2.13 Struktur Rafinosa (Fessenden,1986)

2. Stakiosa terdiri dari 4 monosakarida yaitu 2 galaktosa, 1 glukosa dan 1 fruktosa. Stakiosa tidak bersifat mereduksi.



Gambar 2.14 Struktur Stakiosa (Fessenden,1986)

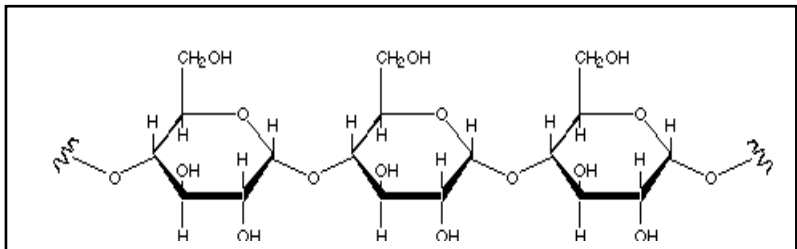
#### D. Polisakarida

Polisakarida adalah karbohidrat yang mempunyai lebih dari 10 unit monosakarida dan diperoleh dari hidrolisis. Polisakarida yang terdiri atas satu macam monosakarida disebut homopolisakarida, sedangkan polisakarida yang mengandung senyawa lain disebut heteropolisakarida. Polisakarida mempunyai tiga maksud dalam sistem kehidupan yaitu sebagai bahan pembangun, bahan makanan/nutrisi, dan sebagai zat spesifik.

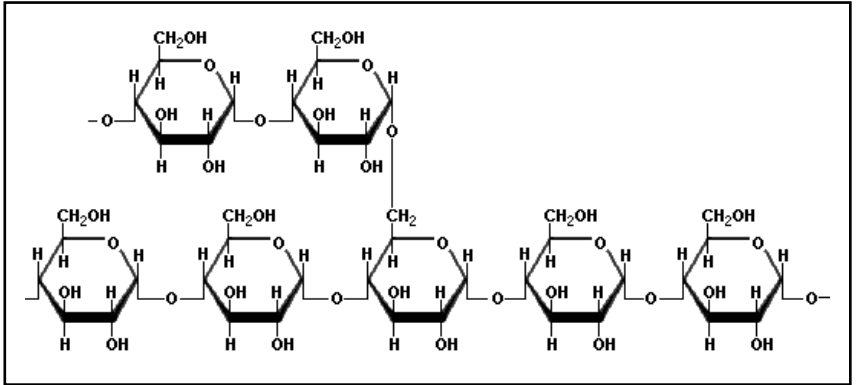
Contoh polisakarida sebagai bahan pembangun adalah selulosa, yang memberikan kekuatan pada pokok kayu dan dahan bagi tumbuhan; dan kitin, komponen struktur dari kerangka luar serangga. Contoh polisakarida bahan nutrisi adalah pati dan glikogen. Contoh polisakarida zat spesifik adalah heparin. Polisakarida yang sangat penting antara lain :

## 1. Pati

Pati merupakan polisakarida paling melimpah kedua. Nama lain pati adalah amilum. Pati terdapat pada gandum, tepung jagung, umbi, daun, batang dan biji-bijian. Pati dapat dipisahkan menjadi dua fraksi utama berdasarkan kelarutan dalam air panas, sekitar 20% pati adalah amilosa yang larut dalam air panas dan 80% adalah amilopektin yang tidak larut air panas. Amilosa terdiri atas 250-300 unit glukosa yang terikat dengan ikatan  $\alpha$  1,4-glikosidik. Amilopektin terdiri atas lebih dari 1000 unit glukosa yang mempunyai ikatan 1,4-glikosidik dan 1,6-glikosidik.



Gambar 2.15 Struktur Amilosa (Fessenden,1986)



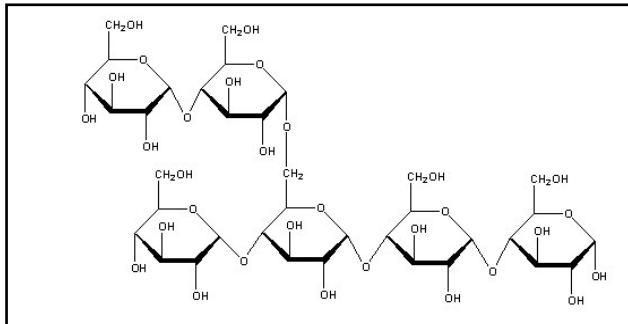
Gambar 2.16 Struktur Amilopektin (Fessenden,1986)

## 2. Glikogen

Di Alam glikogen ditemukan pada kerang, alga atau rumput laut. Struktur glikogen serupa dengan struktur amilopektin yaitu terdiri atas lebih dari 1000 unit glukosa yang mempunyai ikatan 1,4-glikosidik dan 1,6-glikosidik. Glikogen lebih bercabang daripada amilopektin. Glikogen terdapat dalam hati dan otot. Pembentukan glikogen dari glukosa terjadi di hati. Glikogen pada otot digunakan sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

Apabila kadar glukosa dalam darah bertambah, sebagian diubah menjadi glikogen sehingga kadara glukosa dalam darah normal kembali, sebaliknya

apabila kadar glukosa dalam darah menurun, glikogen dalam hati diuraikan menjadi glukosa kembali sehingga kadar glukosa darah normal kembali.

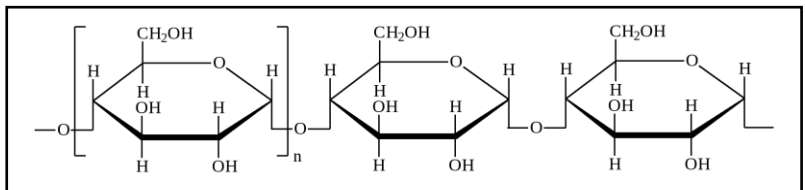


Gambar 2.17 Struktur Glikogen (Fessenden,1986)

### 3. Dekstrin

Larutan dekstrin dimanfaatkan sebagai bahan perekat. Dekstrin merupakan hasil antara pada proses hidrolisis amilum sebelum terbentuk maltosa. Tahapan hidrolisis amilum:

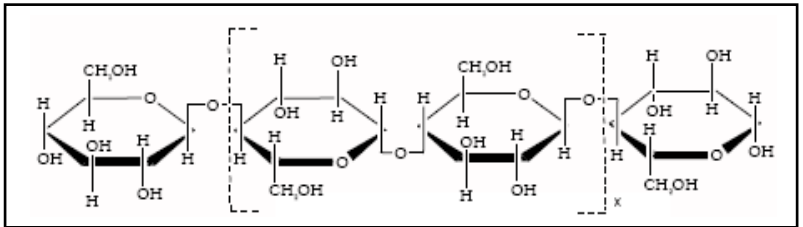
Amilum → amilum terlarut → amilodekstrin → eritrodekstrin → akrodekstrin → maltosa



Gambar 2.18 Struktur Dekstrin (Fessenden,1986)

#### 4. Selulosa

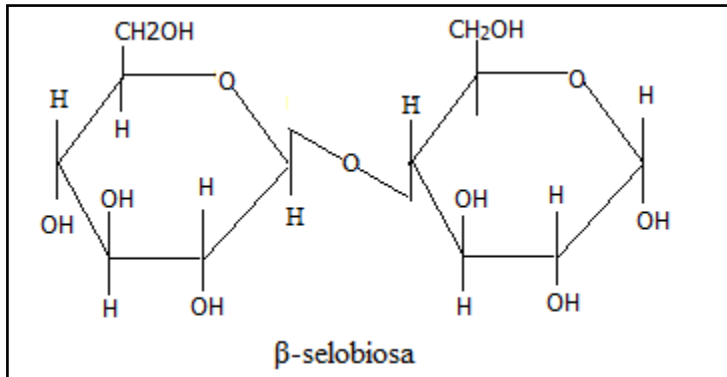
Selulosa terdapat pada tumbuhan digunakan sebagai bahan pembentukan dinding sel. Pada manusia selulosa tidak dapat dicerna karena tidak mempunyai enzim yang dapat menguraikan selulosa. Selulosa penyusun yang bersifat serat dari tumbuhan dan komponen utama dari kapas. Selulosa berguna untuk memperlancar pencernaan makanan.



Gambar 2.19 Struktur Selulosa (Fessenden,1986)

Selobiosa adalah suatu disakarida yang terdiri atas dua molekul glukosa yang berikatan glikosidik antara atom karbon nomor 1 dengan atom karbon nomor 4.





Gambar 2.20 Struktur Selobiosa (Fessenden,1986)

#### 5. Asam Hialuronat

Asam Hialuronat termasuk heteropolisakarida yang terdapat pada otot. Asam Hialuronat terbentuk dari N-asetilglukosamina dan asam glukuronat.

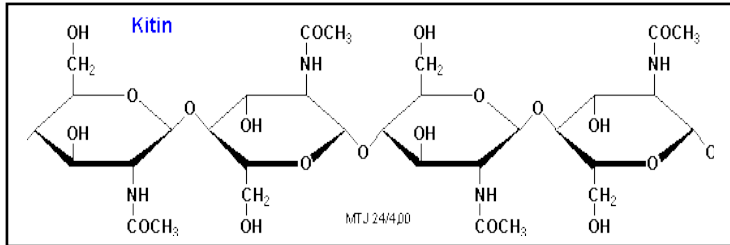
#### 6. Heparin

Heparin merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antikoagulan darah (mencegah koagulasi darah). Heparin salah satu contoh heteropolisakarida.

#### 7. Kitin

Kitin merupakan polisakarida sebagai bahan pembangun bagi hewan yang mempunyai kaki banyak.

Kitin mengandung polisakarida linier N-asetil-D-glukosamina terikat  $-\beta$ . Pada hidrolisis, kitin menghasilkan 2-amino-2-deoksi-D-glukosa. Di alam kitin berikatan pada protein dan lipid.



Gambar 2.21 Struktur Kitin (Fessenden,1986)

## 2.4 Penyakit-penyakit yang berhubungan dengan Karbohidrat

- A. Obesitas : Kelebihan berat badan akibat kelebihan kalori / kelebihan karbohidrat
- B. Marasmus : Suatu kondisi serius malnutrisi kekurangan kalori dan protein.
- C. Diabetes Militus : Gangguan Metabolisme Karbohidrat
- D. Laktose intolerance : gangguanmetabolisme laktosa karena difisiensi enzim laktase.

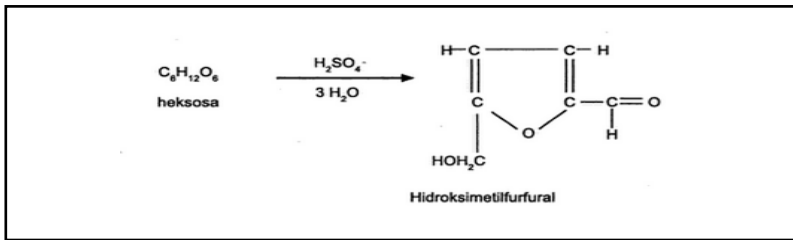
## 2.5 Identifikasi Karbohidrat

### A. Uji Umum Identifikasi Karbohidrat

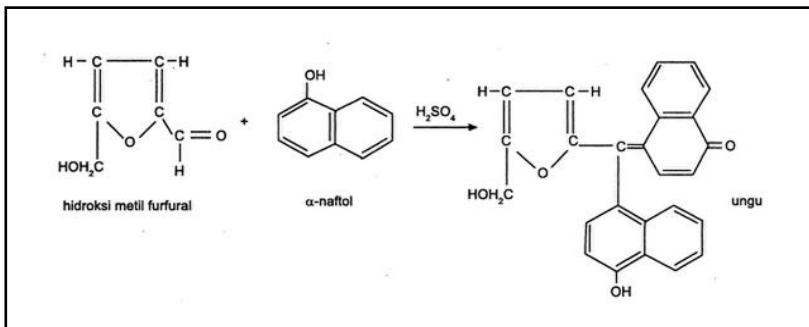
1. Uji Molisch

Prinsip : kondensasi dari hidroksi metal furfural (heksosa) atau furfural (pentosa) dengan alfa-naftol membentuk suatu cincin berwarna ungu.

Alfa-naftol berfungsi sebagai indikator warna untuk memudahkan saja, sedangkan  $H_2SO_4$  berfungsi untuk menghidrolisis glukosa (heksosa)  $\rightarrow$  hidroksimetil furfural atau arabinosa (pentosa)  $\rightarrow$  furufural. Reaksi Molisch ini positif untuk semua karbohidrat.



Gambar 2.22 Reaksi Dehidrasi Heksosa (Fessenden,1986)

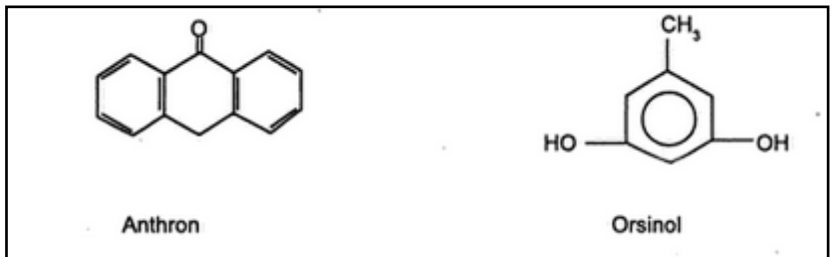


Gambar 2.23 Reaksi Kondensasi Hidroksimetilfurfural dengan Alfa-naftol (Fessenden,1986)

## 2. Uji Anthron

Prinsip : Tiga tahapan reaksi untuk polisakarida atau disakarida dan dua tahapan reaksi untuk monosakarida (heksosa atau pentosa). Hidroksimetilfurfural atau furfural yang terbentuk karena kerja asam sulfat pekat berkondensasi dengan Anthron membentuk senyawa kompleks yang berwarna.

Larutan 0,2% Anthron dalam asam sulfat pekat ditambah larutan karbohidrat, setelah didiamkan akan terbentuk warna hijau atau hijau kebiruan.



Gambar 2.24 Uji Anthron (Fessenden,1986)

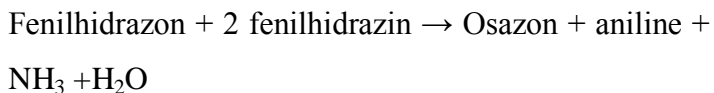
## 3. Percobaan Iod

Amilum ditetesi Iod, maka molekul Iod akan terperangkap di dalamnya. Akibatnya larutan ini akan berwarna biru. Ketika dipanaskan, amilum akan terhidrolisis menjadi monosakarida sehingga Iod bias terlepas. Selanjutnya ditambahkan NaOH maka I- akan

bereaksi dengan  $\text{Na}^+$  membentuk  $\text{NaI}$ , akibatnya larutan akan menjadi bening. Hal ini tidak berlaku untuk jenis-jenis sakarida yang lain seperti monosakarida, disakarida, dan oligosakarida karena struktur mereka masih sederhana.

#### 4. Reaksi Fenilhidrazin (pembentukan osazon)

Fenilhidrazin bereaksi dengan monosakarida dan beberapa disakarida membentuk hidrazon dan osazon. Hidrazon merupakan substansi yang mudah larut (soluble) dan sulit diisolasi. Sedang osazon kebalikannya, ia relatif tidak melarut dan membentuk kristal yang bentuknya spesifik untuk setiap jenis sakarida. Itulah sebabnya mengapa osazon menjadi begitu penting dalam membantu mengidentifikasi konfigurasi struktural dari sakarida. Sukrosa tidak membentuk osazon. Reaksi pembentukan osazon adalah sebagai berikut:



## 5. Sukrosa

Pada sukrosa, HCl akan menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Akan tetapi karena kereaktifan antara glukosa dan fruktosa. Akan tetapi karena kereaktifan antara glukosa dan fruktosa terhadap HCl encer berbeda maka fruktosa akan lebih dahulu membentuk suatu senyawa hidroksimetil furfural yang kemudian akan bereaksi dengan resorsinol membentuk kompleks berwarna merah.

## 6. Maltosa

Maltosa bila dihidrolisis akan menghasilkan 2 molekul glukosa yang kurang reaktif terhadap terhadap HCl encer, sehingga memberi efek yang negatif terhadap resorsinol.

## 7. Galaktosa

Identifikasi galaktosa dapat dilakukan dengan cara oksidasi oleh asam nitrat pekat dan dalam keadaan panas, sehingga galaktosa menghasilkan asam musat. Asam musat mudah dimurnikan dan diketahui bentuk kristal dan titik leburnya.

## 8. Fruktosa

Identifikasi fruktosa dengan pereaksi Seliwanoff, yaitu larutan resorsinol (1,3 dihidroksi-benzena) dalam asam HCl. Mula-mula fruktosa diubah menjadi hidroksimetilfurfural lalu bereaksi dengan resorsinol membentuk senyawa berwarna merah.

## 9. Laktosa

Jika laktosa dihidrolisis kemudian dipanaskan dengan asam nitrat akan terbentuk asam musat.

## 10. Rafinosa

Hidrolisis rafinosa dengan asam lemah dengan bantuan enzim sukrase akan menghasilkan melibiosa dan fruktosa. Hidrolisis rafinosa dengan bantuan enzim maltase akan menghasilkan galaktosa dan sukrosa. Apabila dua enzim yaitu enzim sukrase dan enzim melibiase digunakan bersamaan akan menguraikan melibiosa menjadi galaktosa dan glukosa.

## 11. Amilum

Butir-butir amilum tidak larut dalam air dingin tetapi apabila suspensi dalam air dipanaskan, akan terjadi suatu larutan koloid yang kental. Apabila larutan koloid ditetesi larutan iodium akan menghasilkan

larutan berwarna biru. Warna biru disebabkan oleh molekul amilosa yang membentuk senyawa. Amilopektin bila bereaksi dengan iodium akan memberikan warna ungu atau merah lembayung.

Amilum dapat dihidrolisis sempurna dengan menggunakan asam sehingga menghasilkan glukosa. Enzim amilase mengubah amilum menjadi maltosa.

## 12. Glikogen

Glikogen dihidrolisis menghasilkan glukosa. Glikogen yang larut dalam air akan diendapkan dengan penambahan etanol lalu endapan yang terbentuk bila dikeringkan akan berbentuk serbuk putih. Reaksi antara glikogen dengan iodium akan menghasilkan warna merah.

## 13. Selulosa

Selulosa tidak dapat dihidrolisis dengan asam encer, tetapi dapat dihidrolisis dengan asam konsentrasi tinggi menjadi selobiosa dan glukosa.

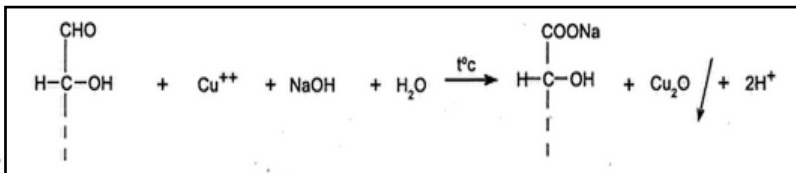


## B. Uji Khusus Karbohidrat Pereduksi

### 1. Uji Fehling

Prinsip : Gugus aldehida dan keton bebas dalam molekul karbohidrat dapat mereduksi  $\text{Cu}^{2+}$  yang terdapat dalam pereaksi Fehling menjadi  $\text{Cu}^+$  berupa endapan merah  $\text{Cu}_2\text{O}$

Pereaksi Fehling ditambahkan karbohidrat pereduksi, kemudian dipanaskan, akan terjadi perubahan warna dari biru  $\rightarrow$  hijau  $\rightarrow$  kuning  $\rightarrow$  kemerah-merahan dan akhirnya terbentuk endapan merah bata kupro oksida bila jumlah karbohidrat pereduksi banyak. Pada reaksi ini, Karbohidrat pereduksi akan diubah menjadi asam onat yang membentuk garam karena adanya basa, sedangkan pereaksi fehling akan mengalami reduksi sehingga  $\text{Cu}^{2+}$  diubah menjadi  $\text{Cu}^+$ .

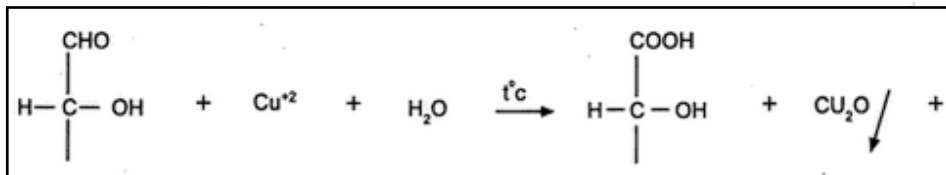


Gambar 2.25 Reaksi Karbohidrat Pereduksi dengan Pereaksi Fehling (Fessenden,1986)

## 2. Uji Benedict

Reaksi ini spesifik untuk karbohidrat yang mempunyai gugus karbonil bebas, yaitu semua monosakarida dan disakarida kecuali sukrosa dan trehalosa. Reaksi yang terjadi adalah reduksi-oksidasi. Reagen yang digunakan dalam reaksi benedict antara lain :

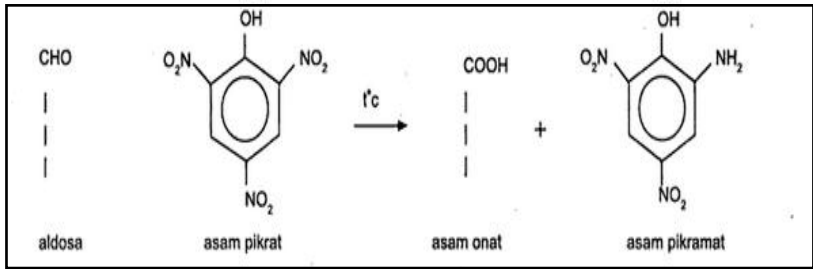
- a.  $\text{CuSO}_4$  berfungsi sebagai penyedia ion  $\text{Cu}^{2+}$
- b. Na-sitrat berfungsi sebagai penghambat terjadinya endapan  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  atau  $\text{CuCO}_3$
- c.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  berfungsi sebagai alkali yang mengubah gugus karbonil bebas dari gula menjadi bentuk enol yang reaktif. Enol yang reaktif mereduksi  $\text{Cu}^{2+}$  dari senyawa kompleks dengan sitrat menjadi  $\text{Cu}^+$ .  $\text{Cu}^+$  bersama OH membentuk  $\text{CuOH}$  (berwarna kuning), yang dengan pemanasan akan berubah menjadi endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang berwarna merah. Warna yang terbentuk bervariasi mulai dari hijau, kuning, orange, merah sampai endapan merah bata, tergantung jumlah  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang terbentuk, sehingga reaksi ini dapat digunakan untuk menentukan adanya gula baik secara kualitatif maupun kuantitatif.



Gambar 2.26 Reaksi Karbohidrat Pereduksi dengan Pereaksi Benedict (Fessenden,1986)

### 3. Uji Asam Pikrat

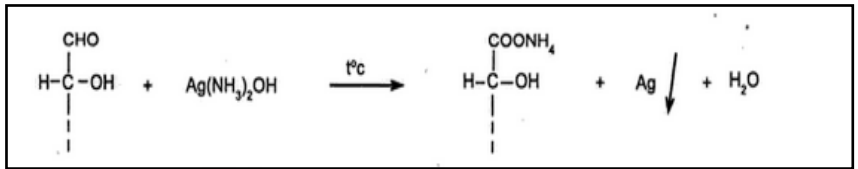
Trinitrofenol atau asam pikrat jenuh dalam suasana basa suasana basa dapat digunakan untuk menunjukkan adanya kabohidrat pereduksi. Pada 5 ml larutan karbohidrat pereduksi ditambahkan 2-3 ml asam pikrat dan 1 ml natrium karbonat 10%. Pada pemanasan, terjadi perubahan warna kuning menjadi merah. Reaksi yang terjadi dalam uji ini adalah oksidasi karbohidrat pereduksi menjadi asam onat dan reduksi asam pikrat yang berwarna kuning menjadi asam pikramat yang berwarna merah.



Gambar 2.27 Reaksi Karbohidrat Pereduksi dengan Asam Pikrat (Fessenden,1986)

#### 4. Uji Tollens

Pereaksi Tollens dibuat dengan mereaksikan larutan perak nitrat dengan larutan amonium hidroksida secara perlahan sehingga endapan yang mula-mula terbentuk larut. Bila Karbohidrat pereduksi dipanaskan dengan pereaksi Tollens dalam tabung reaksi maka akan terbentuk lapisan tipis menyerupai cermin pada bagian bawah tabung percobaan. Pada proses ini, karbohidrat pereduksi dioksidasi menjadi asam onat yang segera membentuk garam Amonium, sedangkan pereaksi Tollens direduksi sehingga dibebaskan logam perak yang segera melekat pada bagian bawah dinding tabung percobaan berupa lapisan tipis menyerupai cermin.



Gambar 2.28 Uji Tollens (Fessenden,1986)

## 5. Uji Barfoed

Pereaksi Barfoed bersifat asam. Pereaksi ini dibuat dengan melarutkan 13,3 gram kristal kupri sulfat netral dalam 200 ml air. Setelah disaring, filtrat ditambah dengan 1,8 ml asam asetat glasial. Pada pemanasan karbohidrat pereduksi dengan pereaksi Barfoed sebagai ion kupri ( $\text{Cu}^{2+}$ ) menjadi endapan kupro oksida.

Suasana asam dalam pereaksi Barfoed dapat mengakibatkan waktu terjadinya pengendapan kupro oksida pada reaksi dengan disakarida dan monosakarida berbeda. Pada konsentrasi dan kondisi yang sama, disakarida memberikan endapan lebih lambat daripada monosakarida. Berdasarkan hal ini, uji Barfoed dapat digunakan untuk membedakan disakarida dan monosakarida.

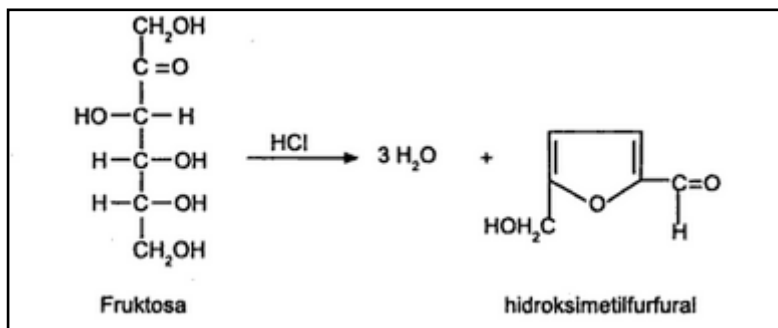
## C. Uji Khusus Identifikasi Ketosa

### 1. Reaksi Selliwanof

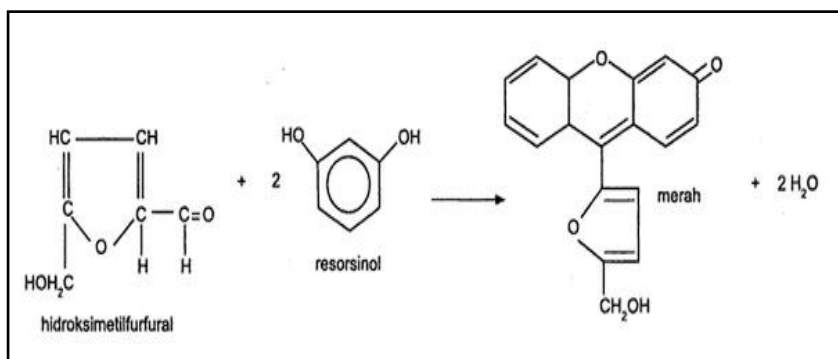
Reaksi selliwanof adalah suatu reaksi untuk mengidentifikasi adanya gugus keton pada suatu sakarida. Reagen selliwanof terdiri atas 0,5% resorsinol dan 5 NHCl.

Reaksi positif apabila terbentuk warna merah. HCl akan mengubah heksosa menjadi hidroksi metal furfural yang kemudian akan bereaksi dengan resorsinol membentuk kompleks yang berwarna merah.

Kereaktifan aldosa dan ketosa sangatlah berbeda. Aldosa untuk terhidrolisis membutuhkan asam pekat sedangkan ketosa membutuhkan asam encer sehingga hidroksi metal furfural dari aldosa sedikit. Sedangkan untuk ketosa hidroksi metal furfural yang terbentuk banyak. Karena itulah reaksi ini spesifik untuk fruktosa yang termasuk ketoheksosa.



Gambar 2.29 Reaksi Dehidrasi Fruktosa (Fessenden,1986)



Gambar 2.30 Reaksi Kondensasi Hidroksimetilfurfural dengan Resorsinol (Fessenden,1986)

## D. Uji Khusus Identifikasi Pentosa

### 1. Uji Bial

Pereaksi Bial dapat dibuat dengan melarutkan 1,5 gram orsinol dalam 500 ml asam klorida pekat,

kemudian ditambah dengan 20-30 tetes feriklorida 10%. Pendidihan aldopentosa dengan pereaksi Bial akan menghasilkan larutan berwarna hijau.

## 2. Uji Tauber

Reaksi Tauber dapat digunakan untuk mengidentifikasi pentosa, tetapi tidak berlaku terhadap heksosa. Reagen tauber berisi larutan 4% benzidin dalam asam asetat glasial. Reaksi yang terjadi adalah pentosa dihidrolisis oleh asam asetat glasial menjadi furfural. Furfural yang terbentuk akan bereaksi dengan 4% benzidin membentuk kompleks senyawa berwarna merah anggur. Arabinosa termasuk pentosa (aldopentosa) sehingga memberi reaksi positif terhadap reagen Tauber, sedang glukosa dan fruktosa termasuk heksosa sehingga reaksinya negatif. Bila aldopentosa dididihkan dengan pereaksi Tauber, dihasilkan warna pink sampai merah setelah didinginkan.



## RANGKUMAN

1. Sakarida adalah nama lain dari karbohidrat dan berasal dari bahasa Arab “sakkar” yang berarti gula.
2. Karbohidrat merupakan suatu senyawa organik polihidroksialdehid atau polihidroksiketon.
3. Rumus umum dari karbohidrat adalah  $C_n(H_2O)_n$  atau  $C_nH_{2n}O_n$ .
4. Fungsi Karbohidrat antara lain :
  - a. Sumber Energi utama tubuh
  - b. Memperlancar pencernaan
  - c. Sebagai pemanis alami
5. Karbohidrat digolongkan menjadi 4 golongan utama yaitu:
  - a. Monosakarida
  - b. Disakarida
  - c. Oligosakarida
  - d. Polisakarida
6. Penyakit kekurangan karbohidrat antara lain :
  - a. Obesitas
  - b. Marasmus
  - c. Diabetes Militus
  - d. Laktose intolerance

7. Identifikasi Karbohidrat :
  - a. Uji Umum Identifikasi Karbohidrat
    - i. Uji Molisch
    - ii. Uji Anthron
    - iii. Percobaan Iod
    - iv. Reaksi Fenilhidrazin (pembentukan osazon)
  - b. Uji Khusus Karbohidrat Pereduksi
    - i. Uji Fehling
    - ii. Uji Benedict
    - iii. Uji Asam Pikrat
    - iv. Uji Tollens
    - v. Uji Barfoed
  - c. Uji Khusus Identifikasi Ketosa  
Reaksi Selliwanof
  - d. Uji Khusus Identifikasi Pentosa
    - i. Uji Bial
    - ii. Uji Tauber

## LATIHAN SOAL

1. Jelaskan reaksi terbentuknya karbohidrat?
2. Jelaskan perbedaan antara polihidroksialdehid dan polihidroksiketon?
3. Mengapa karbohidrat sangat dibutuhkan oleh tubuh?
4. Sebutkan klasifikasi karbohidrat beserta contohnya?
5. Gambarlah Struktur dari :
  - a. D-glukosa
  - b. Fruktosa
  - c. Maltosa
  - d. Laktosa
  - e. Sukrosa
6. Apa yang dimaksud gula pereduksi?
7. Bagaimana cara membedakan karbohidrat yang bersifat mereduksi dan tidak dapat mereduksi?
8. Sebutkan karbohidrat yang termasuk gula pereduksi?
9. Jelaskan perbedaan identifikasi karbohidrat secara percobaan Molich dengan reaksi Selliwanof?
10. Jelaskan cara mengidentifikasi karbohidrat?

## **BAB III**

### **PROTEIN**

<b>Tujuan Instruksional</b>	<b>Materi</b>
Mahasiswa memahami tentang Asam Amino dan Protein sehingga dapat diterapkan dalam bidang kesehatan sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.	3.1 Pendahuluan 3.2 Asam Amino 3.3 Fungsi Asam Amino 3.4 Klasifikasi Asam Amino 3.5 Peptida 3.6 Protein 3.7 Fungsi Protein 3.8 Klasifikasi Protein 3.9 Struktur Protein 3.10 Denaturasi Protein 3.11 Penyakit Yang Berhubungan dengan Protein 3.12 Identifikasi Protein

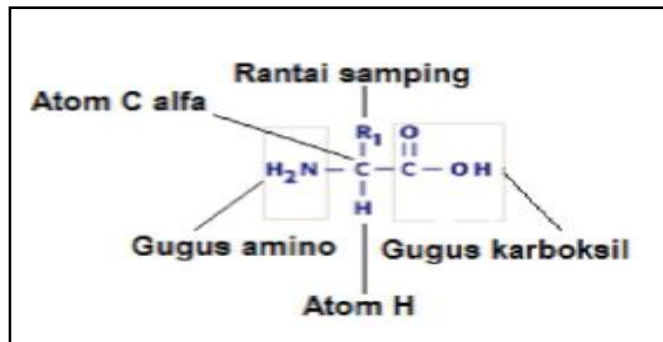
### **3.1 Pendahuluan**

Protein merupakan makromolekul yang terpenting bagi makhluk hidup. Protein yang dibutuhkan oleh makhluk hidup berasal dari hewan sehingga disebut protein hewani sedangkan protein yang berasal dari tumbuhan disebut protein

nabati. Protein berasal dari kata protos atau proteos yang berarti pertama. Hanya terdapat 20 macam asam amino yang terdapat di alam. Keduapuluh asam amino ini jika digabungkan akan membentuk otot, urat, sutera, antibodi dengan berbagai cara. Sebelum membahas protein, pada bab ini akan dibahas asam amino terlebih dahulu.

### 3.2 Asam Amino

Asam amino adalah suatu senyawa yang mengandung gugus amino dan gugus karboksil pada atom C yang sama yaitu C- $\alpha$ . Rumus umum asam amino adalah



Gambar 3.1 Struktur Asam Amino (Fessenden,1986)

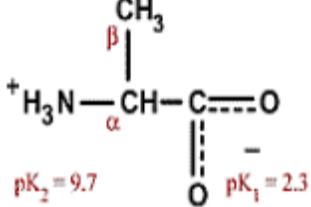
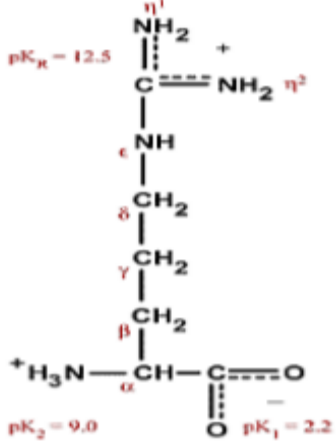
Masing-masing asam amino memiliki gugus R atau rantai samping yang berbeda. Gugus R dari asam amino

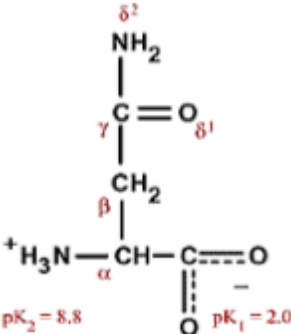
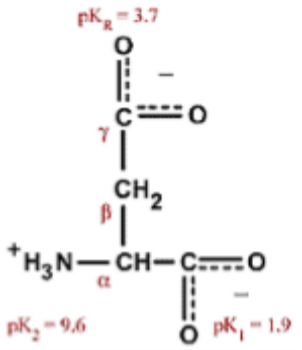
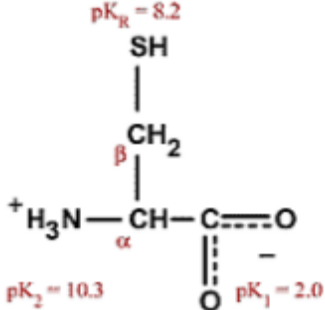
bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, muatan, kapasitas pengikatan hidrogen serta reaktivitas kimia. Asam Amino larut dalam air dan pelarut polar, tetapi tidak larut dalam pelarut organik non polar seperti eter, aseton, benzena dan kloroform. Titik lebur asam amino lebih tinggi dibanding dengan asam karboksilat atau amina.

Asam amino mempunyai momen dipol yang besar. Asam amino kurang bersifat asam dibandingkan asam karboksilat dan kurang bersifat basa dibandingkan amina, hal ini karena suatu asam amino mengandung gugus amino yang bersifat basa dan gugus karboksil yang bersifat asam dalam molekul yang sama. Suatu asam amino mengalami reaksi asam-basa internal yang menghasilkan suatu ion dipolar yang disebut zwitterion (dari bahasa jerman zwitter, hibrida). Karena terjadinya muatan ion, suatu asam amino mempunyai banyak sifat garam.  $pK_a$  suatu asam amino berasal dari  $-NH_3^+$  sedangkan  $pK_b$  berasal dari  $-CO_2^-$  yang bersifat basa sangat lemah.

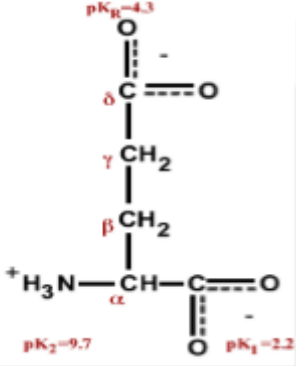
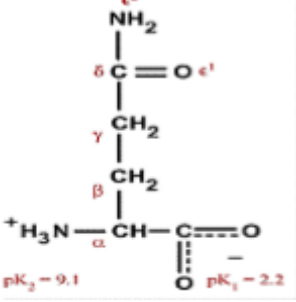
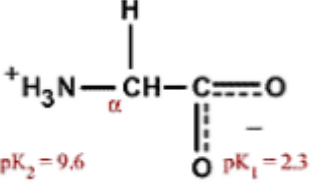
Asam amino bersifat asam jika mengandung gugus karboksil dalam rantai sampingnya. Asam amino bersifat basa jika mengandung gugus amino dalam rantai samping. Asam amino bersifat netral jika rantai samping mengandung OH, SH atau gugus polar.

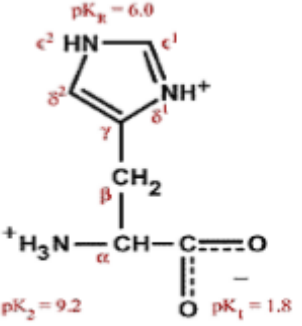
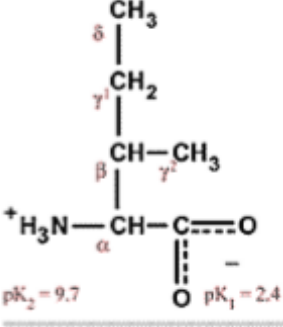
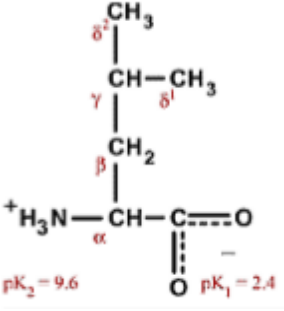
Tabel 3.1 Nama-nama Asam Amino (Fessenden,1986)

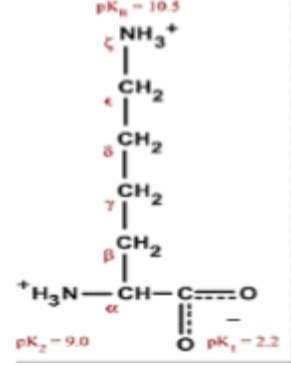
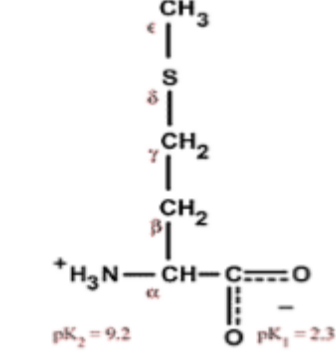
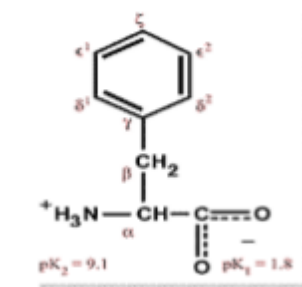
Nama Asam Amino	Singkatan	Struktur Kimia
Alanin	ala	 <p>The structure shows the zwitterion form of Alanine. The central alpha carbon (labeled <math>\alpha</math>) is bonded to a hydrogen atom, an amino group (<math>\text{H}_3\text{N}^+</math>), a carboxylate group (<math>\text{COO}^-</math>), and a methyl group (<math>\text{CH}_3</math>). The methyl carbon is labeled <math>\beta</math>. The pK<sub>2</sub> is 9.7 and the pK<sub>1</sub> is 2.3.</p>
Arginin	arg	 <p>The structure shows the zwitterion form of Arginine. The central alpha carbon (labeled <math>\alpha</math>) is bonded to a hydrogen atom, a protonated amino group (<math>\text{H}_3\text{N}^+</math>), a carboxylate group (<math>\text{COO}^-</math>), and a nitrogen atom (labeled <math>\epsilon</math>). This nitrogen is part of a side chain consisting of three methylene groups (labeled <math>\delta</math>, <math>\gamma</math>, and <math>\beta</math>) and a terminal guanidino group. The terminal amino group is labeled <math>\eta^1</math> and the imino nitrogen is labeled <math>\eta^2</math>. The pK<sub>R</sub> is 12.5, the pK<sub>2</sub> is 9.0, and the pK<sub>1</sub> is 2.2.</p>

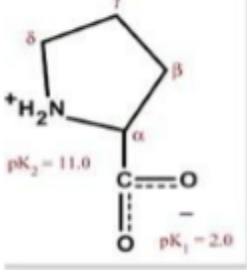
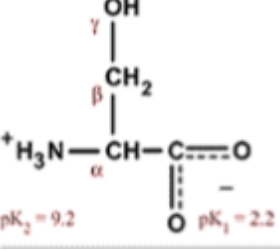
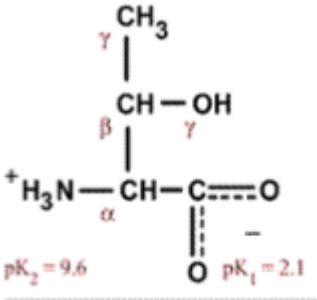
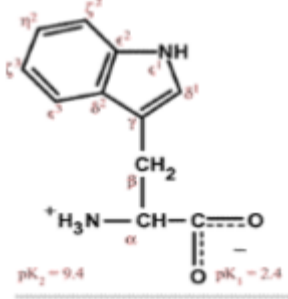
Asparagina	asn	 <p>Chemical structure of Asparagine (asn) showing the side chain with an amide group. The alpha carbon is bonded to a protonated amine group (<math>^+H_3N</math>), a carboxylate group (<math>-COO^-</math>), and a beta carbon. The beta carbon is bonded to a gamma carbon, which is bonded to an amide group (<math>-NH_2</math>). The gamma carbon is labeled with <math>\delta^2</math> and the carbonyl oxygen with <math>\delta^1</math>. <math>pK_2 = 8.8</math> and <math>pK_1 = 2.0</math> are indicated.</p>
Asam Aspartat	asp	 <p>Chemical structure of Aspartate (asp) showing the side chain with a carboxylate group. The alpha carbon is bonded to a protonated amine group (<math>^+H_3N</math>), a carboxylate group (<math>-COO^-</math>), and a beta carbon. The beta carbon is bonded to a gamma carbon, which is bonded to a carboxylate group (<math>-COO^-</math>). The gamma carbon is labeled with <math>\delta^2</math> and the carbonyl oxygen with <math>\delta^1</math>. <math>pK_R = 3.7</math>, <math>pK_2 = 9.6</math>, and <math>pK_1 = 1.9</math> are indicated.</p>
Sisteina	cys	 <p>Chemical structure of Cysteine (cys) showing the side chain with a thiol group. The alpha carbon is bonded to a protonated amine group (<math>^+H_3N</math>), a carboxylate group (<math>-COO^-</math>), and a beta carbon. The beta carbon is bonded to a gamma carbon, which is bonded to a thiol group (<math>-SH</math>). The gamma carbon is labeled with <math>\delta^2</math> and the carbonyl oxygen with <math>\delta^1</math>. <math>pK_R = 8.2</math>, <math>pK_2 = 10.3</math>, and <math>pK_1 = 2.0</math> are indicated.</p>

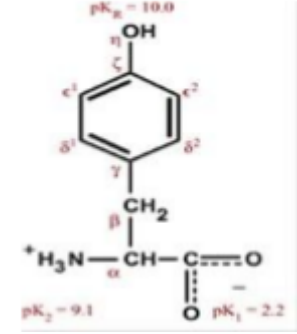
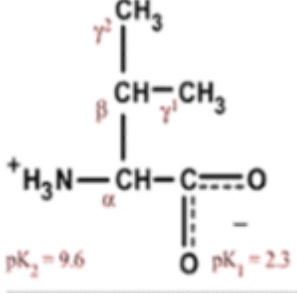


<p>Asam Glutamat</p>	<p>glu</p>	
<p>Glutamina</p>	<p>gln</p>	
<p>Glisina</p>	<p>gly</p>	

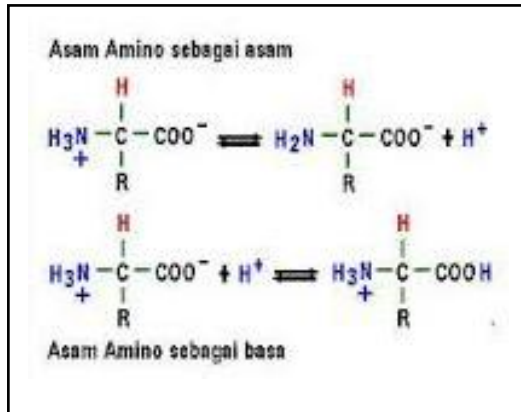
Histidina	his	 <p>Chemical structure of Histidine (his) showing the imidazole ring system and the side chain. The imidazole ring has pK<sub>a</sub> = 6.0. The side chain consists of a methylene group (CH<sub>2</sub>) attached to the α-carbon of the amino acid backbone. The amino group is protonated (H<sub>3</sub>N<sup>+</sup>) and the carboxyl group is deprotonated (COO<sup>-</sup>). The pK<sub>2</sub> is 9.2 and the pK<sub>1</sub> is 1.8.</p>
Isoleusina	ile	 <p>Chemical structure of Isoleucine (ile) showing the side chain. The side chain consists of a methylene group (CH<sub>2</sub>) attached to the β-carbon of the amino acid backbone, which is further attached to a CH-CH<sub>3</sub> group. The amino group is protonated (H<sub>3</sub>N<sup>+</sup>) and the carboxyl group is deprotonated (COO<sup>-</sup>). The pK<sub>2</sub> is 9.7 and the pK<sub>1</sub> is 2.4.</p>
Leusina	leu	 <p>Chemical structure of Leucine (leu) showing the side chain. The side chain consists of a methylene group (CH<sub>2</sub>) attached to the β-carbon of the amino acid backbone, which is further attached to a CH-CH<sub>3</sub> group. The amino group is protonated (H<sub>3</sub>N<sup>+</sup>) and the carboxyl group is deprotonated (COO<sup>-</sup>). The pK<sub>2</sub> is 9.6 and the pK<sub>1</sub> is 2.4.</p>

Lisina	lys	 <p> <math>\text{pK}_z = 10.5</math>  <math>\zeta</math> <math>\text{NH}_3^+</math>  <math>\epsilon</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\delta</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\gamma</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\beta</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\alpha</math> <math>\text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{C}(=\text{O})\text{O}^-</math>  <math>\text{pK}_\alpha = 9.0</math>     <math>\text{pK}_\beta = 2.2</math> </p>
Metionina	met	 <p> <math>\epsilon</math> <math>\text{CH}_3</math>  <math>\delta</math> <math>\text{S}</math>  <math>\gamma</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\beta</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\alpha</math> <math>\text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{C}(=\text{O})\text{O}^-</math>  <math>\text{pK}_\alpha = 9.2</math>     <math>\text{pK}_\beta = 2.3</math> </p>
Fenilalanina	phe	 <p> <math>\zeta</math> <math>\epsilon^1</math> <math>\epsilon^2</math>  <math>\delta^1</math> <math>\delta^2</math>  <math>\gamma</math>  <math>\beta</math> <math>\text{CH}_2</math>  <math>\alpha</math> <math>\text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{C}(=\text{O})\text{O}^-</math>  <math>\text{pK}_\alpha = 9.1</math>     <math>\text{pK}_\beta = 1.8</math> </p>

Prolina	pro	 <p>Chemical structure of Proline (proline) showing the five-membered ring with the nitrogen atom labeled <math>\delta</math> and the <math>\alpha</math> carbon. The <math>\beta</math> carbon is also labeled. The <math>\gamma</math> carbon is the carbon atom adjacent to the <math>\alpha</math> carbon in the ring. The <math>\alpha</math> carbon is bonded to a carboxyl group (<math>\text{C}=\text{O}</math> and <math>\text{O}^-</math>). The <math>\text{pK}_2</math> value is 11.0 and the <math>\text{pK}_1</math> value is 2.0.</p>
Serina	ser	 <p>Chemical structure of Serine (serine) showing the <math>\alpha</math> carbon bonded to a carboxyl group (<math>\text{C}=\text{O}</math> and <math>\text{O}^-</math>) and a hydrogen atom. The <math>\beta</math> carbon is bonded to a hydroxyl group (<math>\text{OH}</math>) and a <math>\gamma</math> carbon. The <math>\gamma</math> carbon is bonded to a hydrogen atom. The <math>\alpha</math> carbon is bonded to a protonated amino group (<math>\text{H}_3\text{N}^+</math>). The <math>\text{pK}_2</math> value is 9.2 and the <math>\text{pK}_1</math> value is 2.2.</p>
Treonina	thr	 <p>Chemical structure of Threonine (threonine) showing the <math>\alpha</math> carbon bonded to a carboxyl group (<math>\text{C}=\text{O}</math> and <math>\text{O}^-</math>) and a hydrogen atom. The <math>\beta</math> carbon is bonded to a hydroxyl group (<math>\text{OH}</math>) and a <math>\gamma</math> carbon. The <math>\gamma</math> carbon is bonded to a methyl group (<math>\text{CH}_3</math>). The <math>\alpha</math> carbon is bonded to a protonated amino group (<math>\text{H}_3\text{N}^+</math>). The <math>\text{pK}_2</math> value is 9.6 and the <math>\text{pK}_1</math> value is 2.1.</p>
Triptofan	try	 <p>Chemical structure of Tryptophan (tryptophan) showing the <math>\alpha</math> carbon bonded to a carboxyl group (<math>\text{C}=\text{O}</math> and <math>\text{O}^-</math>) and a hydrogen atom. The <math>\beta</math> carbon is bonded to a <math>\gamma</math> carbon. The <math>\gamma</math> carbon is bonded to a methylene group (<math>\text{CH}_2</math>) which is attached to the indole ring system. The <math>\alpha</math> carbon is bonded to a protonated amino group (<math>\text{H}_3\text{N}^+</math>). The <math>\text{pK}_2</math> value is 9.4 and the <math>\text{pK}_1</math> value is 2.4.</p>

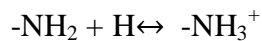
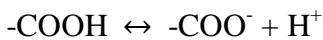
Tirosina	tyr	
Valina	val	

Asam amino mengandung ion karboksilat ( $-\text{CO}_2^-$ ) dan ion amonium ( $\text{NH}_3^+$ ), oleh karena itu asam amino bersifat amfoter. Asam amino bersifat amfoter, artinya dapat bereaksi dengan larutan asam ataupun basa dan menghasilkan suatu kation atau anion.



Gambar 3.2 Asam amino bersifat amfoter (Fessenden,1986 )

Apabila asam amino larut dalam air, gugus karboksilat akan melepaskan ion  $\text{H}^+$ , sedangkan gugus amina akan menerima ion  $\text{H}^+$ , reaksinya :



Titik isoelektrik (pI) suatu asam amino adalah suatu nilai pH dimana asam amino memiliki jumlah muatan negatif yang sama dengan jumlah muatan positifnya, atau dengan kata lain asam amino bermuatan netral atau tidak bermuatan. Titik isoelektrik dapat ditentukan dengan elektroforesis dan titrasi. Titik isoelektrik suatu asam amino adalah suatu

tetapan fisis. Nilai titik isoelektrik asam amino netral (pI) antara 5,5-6,0. Titik isoelektrik asam amino asam (pI) 3. Titik isoelektrik asam amino basa (pI) antara 9-10.

### **3.3 Fungsi Asam Amino**

- A. Penyusun protein, termasuk enzim.
- B. Sebagai kerangka dasar sejumlah senyawa penting dalam metabolisme (terutama vitamin, hormon, dan asam nukleat)
- C. Pengikat logam penting yang diperlukan dalam reaksi enzimatik (kofaktor).
- D. Fenilalanin : Membantu dalam meningkatkan daya memori dan juga membantu untuk menjaga sistem saraf yang sehat
- E. Valin : Membantu dalam pertumbuhan otot.
- F. Treonin : Meningkatkan fungsi sistem kekebalan tubuh.
- G. Tryptophan : Membantu dalam menjaga nafsu makan kita.
- H. Isoleusin : Membantu dalam sintesis hemoglobin dan merupakan komponen utama dari RBC (sel darah merah)
- I. Metionin : Membantu dalam menjaga kulit yang baik dan sehat.

- J. Leusin : Meningkatkan sintesis hormon pertumbuhan.
- K. Lysine : Membantu dalam sintesis enzim dan hormon lainnya.
- L. Histidin : Membantu dalam produksi dan sintesis dari RBC (sel darah merah) dan WBC (sel darah putih)
- M. Alanin : Membantu dalam penghapusan racun dari tubuh kita.
- N. Sistein : Menyediakan resistensi terhadap tubuh kita dan menghambat pertumbuhan rambut, kuku dan lain-lain
- O. Sistin : Berfungsi sebagai antioksidan dan melindungi tubuh kita terhadap radiasi dan polusi.
- P. Glutamin : Hal ini diperlukan untuk sintesis RNA dan DNA.
- Q. Glycine : Sebagai neurotransmitter dan memainkan peran penting dalam penyembuhan luka.
- R. Glutamat : Membantu dalam penghapusan racun dari tubuh kita.
- S. Arginin : Membantu biosintesis protein.
- T. Tirosin : Membantu dalam produksi hormon T3 dan T4 tiroid.
- U. Serin : Membantu dalam pertumbuhan otot.



- V. Asparagin : Membantu dalam formasi purin dan pirimidin untuk sintesis DNA.
- W. Asam aspartat : Membantu. sintesis asam amino lainnya.
- X. Prolin : Membantu dalam regenerasi kulit baru.

### **3.4 Klasifikasi Asam Amino**

#### **A. Asam Amino Berdasarkan Rantai Samping**

1. Asam amino alifatik: Alanine, glisin, isoleusin, leusin, prolin dan valin.
2. Asam amino aromatik: fenilalanin, triptofan dan tirosin
3. Asam amino gugus  $\text{NH}_2$  dan 2 gugus  $\text{COOH}$ : asam aspartat dan asam glutamat.
4. Asam amino dasar: arginin, histidin dan lisin.
5. Asam amino Hidroksil: serin dan treonin.
6. Asam amino mengandung Sulfur: sitosin dan metionin.
7. Asam amino mengandung gugus amida: asparagines dan glutamin.

#### **B. Asam Amino Esensial**

Ada beberapa asam amino yang penting bagi manusia dan tidak dapat disintesis oleh tubuh seperti:

arginin, fenilalanin, Valin, treonin, triptofan, isoleusin, metionin, leusin, lisin, dan histidin.

Kenari, almond, kacang Brasil, kacang mete dan kacang tanah adalah sumber yang kaya dari asam amino esensial L-arginine, Arginine, isoleusin dan fenilalanin. Ikan adalah sumber dari isoleusin, lisin dan metionin. Kacang kedelai kaya isoleusin, lisin, metionin, triptofan dan valine. Telur merupakan sumber yang baik dari metionin, isoleusin, lisin dan Tryptophan

### **C. Asam Amino Non esensial**

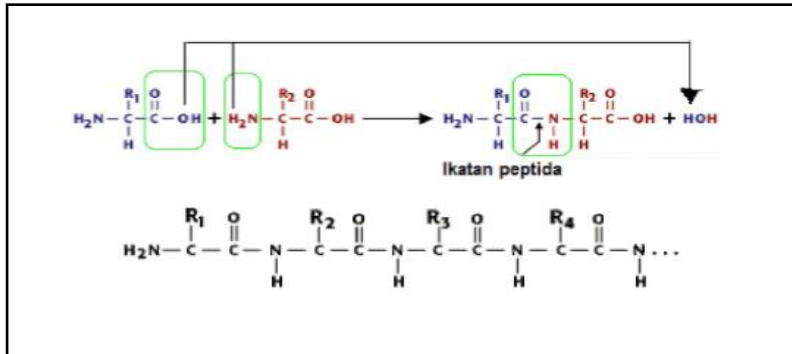
Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat dengan mudah disintesis oleh tubuh kita. Asam amino non esensial adalah: Alanine, sistein, sistin, glutamin, glisin, glutamat, arginin, tirosin, serin, asparagines, asam aspartat, selenocysteine dan prolin.

## **3.5 Peptida**

Peptida adalah suatu amida yang dibentuk dari dua asam amino atau lebih. Ikatan peptida adalah ikatan amida antara suatu gugus  $\alpha$ -amino dari suatu asam amino dan gugus karboksil dari asam amino lain.

Peptida dan protein merupakan polimer kondensasi asam amino dengan penghilangan unsur air dari gugus amino

dan gugus karboksil. Suatu poliamida dengan residu asam amino kurang dari 50 dikelompokkan sebagai peptida, sedangkan poliamida yang lebih besar dianggap sebagai protein.



Gambar 3.3 Ikatan Peptida (Fessenden,1986)

### 3.6 Protein

Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul besar yang terdiri dari asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Struktur protein mengandung N (15,30-18%), C (52,40%), H (6,90-7,30%), O (21,23-23,50%), S (0,8-2%), disamping C, H, O (seperti juga karbohidrat dan lemak), dan S kadang-kadang P, Fe dan Cu (sebagai senyawa kompleks dengan protein).

Sumber protein antara lain terdapat pada daging, ikan dan telur, serangga, produk susu, biji dan kacang-kacangan.

### **3.7 Fungsi Protein**

- A. Sebagai pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh.
- B. Pembentukan senyawa-senyawa penting tubuh, seperti hormon, enzim, dan hemoglobin.
- C. Pembentuk antibodi tubuh

Protein yang digunakan untuk memerangi organisme atau bahan asing lain yang masuk dalam tubuh.

- D. Berperan dalam pengangkutan zat-zat gizi, yakni pengangkutan dari saluran cerna ke dalam darah dan dari darah ke jaringan-jaringan serta ke sel-sel.
- E. Sumber energi, selain karbohidrat dan lemak, protein juga merupakan sumber energi tubuh. Jika tubuh kekurangan energi, fungsi protein sebagai pembangun berkurang untuk menyediakan energi
- F. Mengganti Sel yang Rusak  

Protein juga dapat mengganti sel yang rusak dan membentuk sel baru. Sehingga protein juga berfungsi sebagai zat pembangun terutama sel otot.
- G. Sebagai Pembawa Materi Genetika

Protein juga berfungsi sebagai pembawa materi genetika dengan tahapan yang disebut sintesis protein. Dari proses inilah ditentukan sifat dan keunikan dari setiap individu.

### **3.8 Klasifikasi Protein**

#### **A. Berdasarkan bentuknya, dikelompokkan sebagai berikut :**

##### **1. Protein Serat**

Protein serat disebut juga *fibrous protein* atau protein struktural yang membentuk kulit, otot, dinding pembuluh darah dan rambut. Protein serat memiliki molekul panjang mirip benang yang liat dan tidak larut dalam air.

##### **2. Protein Globular**

Protein Globular memiliki bentuk agak bulat karena rantai-rantai melipat bertumpukan. Protein Globular larut dalam air dan melakukan beberapa fungsinya dalam suatu organisme. Contoh protein globular adalah hemoglobin (mengangkut oksigen ke sel-sel), Insulin (membantu dalam metabolisme karbohidrat), antibodi (membuat protein asing menjadi tidak aktif).

**B. Berdasarkan kelarutannya, dibagi menjadi :**

1. Albumin

Albumin larut dalam air, terkoagulasi oleh panas. Contohnya adalah albumin telur, albumin serum.

2. Globulin

Globulin tidak larut air, terkoagulasi oleh panas, larut dalam larutan garam, mengendap dalam larutan garam, konsentrasi meningkat. Contohnya adalah Ixiosinogen dalam otot.

3. Glutelin

Glutelin tidak larut dalam pelarut netral, larut dalam asam atau basa encer. Contohnya Histo dalam Hb.

4. Plolamin/Gliadin

Plolamin/Gliadin larut dalam alkohol 70-80% dan tidak larut dalam air maupun alkohol absolut. Contohnya adalah prolaamin dalam gandum.

5. Histon

Histon larut dalam air, tak larut dalam ammonia encer. Contohnya adalah Hisron dalam Hb.

6. Protamin

Protamin larut dalam air dan tak terkoagulasi oleh panas. Contohnya salmin dalam ikatan salmon.

**C. Berdasarkan fungsi biologinya, dibagi menjadi :**

1. Enzim

Golongan protein yang terbesar dan paling penting, berfungsi sebagai katalisator reaksi kimia dalam jasad hidup. Molekul enzim berbentuk bulat (globular). Contoh enzim adalah ribonuklease, suatu enzim yang mengkatalisa hidrolisa RNA (asam poliribonukleat).

2. Protein Transport

Protein pengangkut mempunyai kemampuan mengikat molekul tertentu dan melakukan pengangkutan berbagai macam zat melalui aliran darah. Contohnya adalah hemoglobin yang terdiri atas gugus senyawa heme mengandung besi terikat pada protein globin, berfungsi sebagai alat pengangkut oksigen dalam darah.

3. Protein Nutrien dan Penyimpan

Misalnya biji dari tanaman menyimpan protein nutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan. Ferritin

adalah jaringan hewan yang merupakan protein penyimpan besi.

#### 4. Protein Kontraktil

Protein kontraktil merupakan golongan protein yang berperan dalam proses gerak. Sebagai contoh misalnya; miosin, merupakan unsur filamen tak bergerak dalam myofibril.

#### 5. Protein Pembangun

Protein pembangun berfungsi sebagai unsur pembentuk struktur. Contohnya glikoprotein, merupakan penunjang struktur dinding sel; struktur membrane, merupakan protein komponen membrane sel;  $\alpha$ -Keratin, terdapat dalam kulit, bulu ayam, dan kuku; sklerotin, terdapat dalam rangka luar insekta; fibroin, terdapat dalam kokon ulat sutra; kolagen, merupakan serabut dalam jaringan penyambung.

#### 6. Protein Pelindung atau Pertahanan

Melindungi organisme dari serangan spesies lain. Contohnya adalah antibodi merupakan protein yang hanya dibentuk jika ada antigen dan dengan antigen yang merupakan protein asing, dapat membentuk senyawa kompleks.



## 7. Protein Pengatur

Beberapa protein membantu mengatur aktivitas seluler atau fisiologis misalnya hormon. Contoh protein pengatur adalah insulin, berfungsi mengatur metabolisme glukosa.

### **D. Berdasarkan sumbernya, dibagi menjadi :**

#### 1. Protein hewani

Protein hewani adalah protein yang berasal dari hewan, Contoh daging sapi, daging ayam, susu, udang, telur, belut, ikan gabus.

#### 2. Protein nabati

Protein nabati adalah protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Contoh jagung, kacang kedelai, kacang hijau, dan jenis kacang-kacangan lainnya yang mengandung protein tinggi.

### **E. Berdasarkan hasil hidrolisanya, dibagi menjadi :**

#### 1. Protein tunggal (protein sederhana)

Hasil hidrolisa dari asam-asam amino. Contohnya: albumin, globulin, keratin dan hemoglobin.

#### 2. Protein jamak (protein konyugasi atau protein kompleks)

Merupakan protein sederhana yang terikat dengan bahan-bahan non-asam amino. Contohnya adalah Lipoprotein terdapat dalam plasma-plasma yang terikat melalui ikatan ester dengan asam fosfat seperti kasein dalam susu. Metaloprotein adalah protein yang terikat dengan mineral seperti feritin dan hemosiderin adalah protein dimana mineralnya adalah zat besi, tembaga dan seng.

### **3.9 Struktur Protein**

#### **A. Struktur primer**

Struktur primer adalah urutan linier asam-asam amino yang membentuk rantai polipeptida. Terdapat pada rentetan asam amino

#### **B. Struktur sekunder**

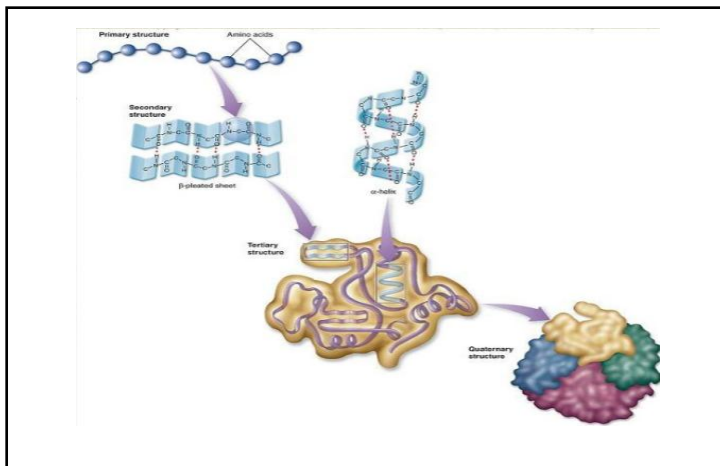
Struktur sekunder protein bersifat reguler, pola lipatan berulang dari rangka protein. Suatu polipeptida cenderung membentuk struktur sekunder karena regularitas rangka. Dua pola terbanyak adalah alpha helix dan beta sheet. Terdapat pada bentuk tulang belakang yang memiliki bentuk  $\alpha$ -spiral, lembar terwiru- $\beta$

### C. Struktur tersier

Struktur tersier protein adalah lipatan secara keseluruhan dari rantai polipeptida sehingga membentuk struktur 3 dimensi tertentu. Sebagai contoh, struktur tersier enzim sering padat, berbentuk globuler. Terdapat pada protein globular.

### D. Struktur kuartener

Beberapa protein tersusun atas lebih dari satu rantai polipeptida. Struktur kuartener menggambarkan subunit-subunit yang berbeda dipakai bersama-sama membentuk struktur protein yang kompleks rantai multiple (multichain). Sebagai contoh adalah molekul hemoglobin manusia yang tersusun atas 4 subunit.



Gambar 3.4 Struktur Protein (Harper, 1980)

### 3.10 Denaturasi

Denaturasi adalah hilangnya sifat-sifat struktur lebih tinggi karena terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul protein sehingga hilangnya sifat biologis protein tersebut. Denaturasi bersifat reversibel jika suatu protein hanya mengalami kondisi denaturasi yang lembut seperti perubahan pH. Renaturasi adalah suatu proses dimana protein dikembalikan ke lingkungan alamnya, sehingga protein ini memperoleh kembali struktur yang lebih tinggi. Renaturasi umumnya berjalan sangat lambat atau tidak terjadi sama sekali.

Faktor-faktor penyebab denaturasi yaitu

#### A. Perubahan Temperatur,

Panas dapat digunakan untuk memecahkan ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik non polar. Hal ini terjadi karena suhu tinggi dapat meningkatkan energi kinetik dan menyebabkan molekul penyusun protein bergerak atau bergetar sangat cepat sehingga mengacaukan ikatan molekul tersebut. Pemanasan akan membuat protein bahan terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya menurun. Hal ini terjadi karena energi panas akan mengakibatkan terputusnya

interaksi non-kovalen yang ada pada struktur alami protein tapi tidak memutuskan ikatan kovalennya yang berupa ikatan peptida. Contohnya pemanasan pada telur yang akan mengakibatkan albumin membuka lipatan dan mengendap sehingga dihasilkan suatu zat putih

#### B. Denaturasi karena logam berat

Garam logam berat mendenaturasi protein sama dengan halnya asam dan basa. Garam logam berat umumnya mengandung  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Tl}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan logam lainnya dengan berat atom yang besar. Reaksi yang terjadi antara garam logam berat akan mengakibatkan terbentuknya garam protein-logam yang tidak larut. Protein akan mengalami presipitasi bila bereaksi dengan ion logam. Pengendapan oleh ion positif (logam) diperlukan pH larutan diatas pI karena protein bermuatan negatif, pengendapan oleh ion negatif diperlukan pH larutan dibawah pI karena protein bermuatan positif. Ion-ion positif yang dapat mengendapkan protein adalah;  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Pb}^{2+}$ , sedangkan ion-ion negatif yang dapat mengendapkan protein adalah; ion salisilat, triklorasetat, piktrat, tanat dan sulfosalisilat.

C. Denaturasi karena Asam dan basa

Protein akan mengalami kekeruhan terbesar pada saat mencapai titik isoelektrik, pada saat inilah protein mengalami denaturasi yang ditandai kekeruhan meningkat dan timbulnya gumpalan. Asam dan basa dapat memecahkan jembatan garam dengan adanya muatan ionik. Contohnya reaksi yang terjadi di dalam sistem pencernaan, saat asam lambung mengkoagulasi susu yang dikonsumsi.

D. Perubahan pH, contohnya susu yang berubah rasa menjadi asam.

E. Detergen

F. Radiasi

G. Zat Pengoksidasi atau pereduksi

H. Perubahan tipe pelarut

### **3.11 Penyakit Yang Berhubungan dengan Protein**

#### **A. Marasmus**

Marasmus merupakan bentuk kekurangan gizi buruk, yang paling banyak ditemui pada bayi dibawah usia 12 bulan. Penyebabnya bisa terjadi karena kekurangan protein yang sering disertai dengan gejala kekurangan karbohidrat. Penyakit ini tentu cukup

berbahaya jika diderita, sebab dapat menggiring penderitanya pada kematian. **Ciri-ciri :**

1. Berat badan kurang dari 60% dari berat badan yang seharusnya.
2. Suhu tubuh menjadi rendah.
3. Kulit di tubuh melonggar dan mengkerut sehingga bentuk tulang sangat nampak.
4. Berwajah lonjong dan tampak lebih tua.
5. Perut berbentuk cekung yang biasa disertai dengan diare.
6. Kehilangan nafsu makan.

## **B. Kwashiorkor**

Penyakit kwashiorkor ini merupakan penyakit yang bisa terjadi akibat kekurangan protein. Berbeda dengan marasmus, penyakit ini paling banyak ditemukan pada anak-anak usia 1 hingga 3 tahun. Apabila pada marasmus tubuh penderitanya cenderung kurus, maka pada kwashiorkor penampilan dari penderita terlihat normal.

Walaupun begitu, penyakit ini harus diwaspadai sebab jika tidak maka anak-anak pertumbuhannya akan terhambat bahkan bisa mengalami cacat mental, seperti ADHD pada anak. **Ciri-ciri :**

1. Mengalami kelelahan yang tinggi
2. Terjadi pembengkakan pada perut, juga pada punggung kaki dan tangan
3. Sering mengalami diare
4. Berwajah bulat
5. Pandangan mata sayu
6. Rambut menjadi kusam, tipis hingga kemerahan dan gampang dicabut
7. Kehilangan nafsu makan dan gampang rewel
8. Hati berlemak dan membesar
9. Kekeringan pada kulit hingga bersisik dan pecah-pecah
10. Luka sulit untuk sembuh
11. Sering disertai dengan infeksi yang akut
12. Anemia dan xeroftalmia

### **C. Cachexia**

Penyakit cachexia merupakan penyakit yang menyerang seseorang akibat kekurangan protein. Penyakit ini dapat menyebabkan penurunan berat badan, penyakit kanker, gagal ginjal, penyakit menular AIDS, bahkan kematian apabila tidak ditangani dengan baik. **Ciri-ciri :**



1. Kerap merasa lelah walaupun hanya beraktifitas ringan.
2. Menipisnya otot rangka.
3. Terjadinya degradasi protein.
4. Berat badan menurun secara yang ekstrim.

#### **D. Gagal Hati**

Gagal hati adalah merupakan penyakit yang menyebabkan kerusakan dan kehilangan fungsi hati akibat ketidakmampuan sel hati untuk beregenerasi. Hal ini juga menjadi penyakit akibat kekurangan protein. Karena menimbulkan hal yang membahayakan, maka kondisi ini sangat memerlukan penanganan medis. **Ciri-ciri :**

1. Merasa mual
2. Nafsu makan menghilang
3. Sering mengalami rasa lelah
4. Kulit dan mata menguning jika telah mencapai tahap akut
5. Pembengkakan pada perut
6. Mengalami diare
7. Gampang memar dan berdarah

## **E. Apati**

Definisi dari apati yaitu suatu kondisi yang menyebabkan emosi menjadi tumpul. Efek penyakit akibat kekurangan protein ini, bisa mempengaruhi tingkah laku dan fungsi kognitif. Biasanya, apati sering disertai dengan depresi. Namun, kedua hal ini berbeda. Jika depresi berupa gangguan emosi, maka apati berupa gangguan motivasi. **Ciri-ciri :**

1. Kurangnya usaha sehingga sering bergantung pada orang lain
2. Tidak ada keinginan untuk belajar hal-hal baru
3. Kurang peduli terhadap masalah
4. Fluktuasi emosi tidak terjadi
5. Kurangnya respon terhadap suatu peristiwa atau kejadian

## **F. Edema**

Penyakit edema ini merupakan nama lain dari retensi air, yakni penyakit kekurangan protein yang paling sering diderita manusia. Jika darah yang mengalir pada tubuh tidak memiliki protein yang cukup, maka seseorang bisa mengalami gejala tekanan darah rendah sehingga gampang pusing, lemas dan malas beraktifitas.

Akibatnya, genre darah yang tidak mengandung protein dapat membentuk jaringan pada sekitar pembuluh darah yang mirip dengan gumpalan air. Jaringan inilah yang biasa disebut dengan edema. **Ciri-ciri :**

1. Pembengkakan pada kulit dan kadang terasa kenyal
2. Kadang disertai nyeri atau tidak
3. Kadang disertai demam atau tidak

#### **G. Rambut Rontok**

Rambut yang rontok secara tidak normal bisa terjadi akibat tubuh kekurangan protein. Ketika ratusan helai rambut mengalami kerontokan tiap harinya, maka ini merupakan tanda bahwa seseorang sedang mengalami penyakit rambut rontok. Hal ini tentu saja tidak bisa dianggap sepele, sebab lama-kelamaan dapat membuat kepala menjadi botak, bahkan sulit untuk tumbuh kembali. **Ciri-ciri :**

1. Rambut mudah lepas saat menyisir ataupun saat keramas
2. Banyak rambut berguguran saat bangun tidur
3. Banyaknya rambut yang menempel pada baju yang dikenakan

## **H. Gangguan Otak**

Otak merupakan pusat saraf manusia agar dapat berpikir serta mampu menggerakkan tubuh. Jika seseorang kekurangan protein, maka kecepatan berpikir orang tersebut akan menjadi rendah bahkan sehingga bisa mengakibatkan gangguan yang parah atau fatal. Misalnya saja seperti berkurangnya kecepatan motorik, mudah stres atau depresi, dan lainnya.

## **I. Penyakit Jantung**

Jantung yang berdetak dalam tubuh manusia ternyata sangat membutuhkan protein. Sebab, jika tubuh seseorang kekurangan protein, maka denyut jantung yang bisa dihasilkan sangat rendah yaitu dibawah 60 kali denyutan dalam satu menit. **Ciri-ciri :**

1. Sering mengalami sesak nafas
2. Biasa mengalami gejala batuk
3. Nafsu makan menjadi berkurang
4. Gampang lelah atau lemas

## **J. Kelelahan**

Tubuh yang sering mengalami kelelahan merupakan salah satu tanda bahwa seseorang kekurangan protein. Jika protein ini tidak cukup untuk

tubuh, maka jaringan otot yang mengalami kelelahan bisa rusak sehingga tidak dapat melakukan regenerasi.

Adapun beberapa hal membahayakan yang ditimbulkan oleh kelelahan ini seperti kram, rheumatik dan lainnya. **Ciri-ciri :**

1. Gampang merasa resah.
2. Sering jatuh tertidur saat sedang duduk atau saat melakukan aktifitas.
3. Merasa kurang keseimbangan pada tubuh.
4. Mudah marah.
5. Sulit berkonsentrasi.

## **K. Ginjal**

Kelebihan protein pada tubuh, dapat menyebabkan seseorang mengalami gagal ginjal. Sebab, mengkonsumsi protein yang berlebih, maka akan membuat ginjal terpaksa bekerja lebih ekstra untuk membuang semua kelebihan nitrogen pada tubuh dan akhirnya membuat seseorang mengalami gagal ginjal. Selain itu, jika hal ini terjadi, maka akan mengakibatkan kadar urea menjadi tinggi, sehingga bisa menyebabkan masalah asam urat.

Ciri-ciri:

1. Kepala terasa pusing hingga sulit untuk berkonsentrasi
2. Merasa gatal sehingga meninggalkan ruam pada tubuh
3. Merasa kedinginan pada tubuh
4. Mengalami sesak nafas
5. Merasa sakit pada daerah sekitar pinggang

#### **L. Pengasaman Darah**

Penyakit pengasaman darah bisa terjadi akibat kelebihan protein yang juga disertai dengan hilangnya elektron. Penyakit ini juga dapat membuat sistem imun tubuh menjadi melemah sehingga tubuh akan gampang terserang penyakit dan sulit untuk disembuhkan.

#### **M. Osteoporosis**

Mengonsumsi protein secara berlebihan ternyata dapat menyebabkan kalsium berkurang. Jika hal ini terjadi, maka tubuh bisa mengambil kalsium dari gigi dan tulang agar keseimbangan tubuh tetap terjaga. Namun walaupun tubuh memiliki banyak kalsium dalam tubuh, akan tetapi tubuh sulit untuk menyerap senyawa yang dapat membentuk kalsium fosfat. Sehingga, kurangnya kalsium yang diserap oleh tubuh

mengakibatkan seseorang rentan terhadap osteoporosis.

Ciri-ciri:

1. Tinggi badan menjadi berkurang.
2. Sering mengalami nyeri pada sekitar punggung secara tiba-tiba.
3. Tulang jadi rapuh atau patah.
4. Mengalami perubahan struktur bentuk tubuh

#### **N. PKU (Fenilketonuria)**

PKU artinya Fenil keton dalam urin. Penyakit ini tidak memiliki enzim fenilalanina hidroksilasi yang diperlukan untuk pengubahan ini. Pada penderita PKU fenilalanin diubah menjadi asam fenilpiruvat. Makanan penderita PKU harus mengandung tirosina dan sedikit fenilalanin, jika makanan mengandung asam fenilpiruvat berlebihan akan menumpuk pada otak dan menimbulkan keterbelakangan mental.

### **3.12 Identifikasi Protein**

#### **A. Uji Kualitatif**

Analisa protein secara kualitatif bertujuan

1. Mengetahui adanya ikatan peptida dari suatu protein
2. Membuktikan adanya asam amino bebas dalam suatu protein

3. Membuktikan adanya asam amino yang memiliki struktur benzene
4. Mengetahui kelarutan protein terhadap suatu pelarut tertentu
5. Mengetahui titik isoelektrik dari suatu protein

**a. Uji Biuret**

Pada uji biuret, ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari pereaksi biuret dalam suasana basa akan bereaksi dengan polipeptida atau ikatan peptida sehingga membentuk senyawa kompleks berwarna ungu atau violet. Reaksi ini positif terhadap dua buah ikatan peptida atau lebih, tetapi negatif untuk asam amino bebas atau dipeptida.

Biuret terdiri dari campuran larutan NaOH 0,1M dan larutan  $\text{CuSO}_4$  1%. Larutan biuret digunakan untuk mengetahui adanya ikatan peptida pada suatu senyawa. Jika dalam senyawa yang diuji banyak terdapat ikatan peptida, maka dengan uji biuret akan memberikan warna ungu, misalnya protein. Jika senyawa yang diuji mengandung ikatan peptida sedikit, maka dengan uji biuret akan memberikan warna merah muda, misalnya urea.



### **b. Uji Xantoproteat**

Uji xantoproteat terdiri dari campuran larutan  $\text{HNO}_3$  pekat atau campuran larutan asam cuka pekat dengan asam sulfat pekat lalu dipanaskan. Uji ini digunakan untuk mengetahui adanya cincin benzena dalam molekul protein. Protein yang mengandung cincin benzena jika dipanaskan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  pekat akan memberikan warna kuning atau jingga.

Pada albumin dan triptofan mengindikasikan keduanya terdapat rantai cincin benzena, yaitu dengan terbentuknya lapisan jingga atau kuning jingga sedangkan pada kasein dan gelatin menghasilkan lapisan merah dan bening, mengindikasikan negatif atau tidak terdapat cincin benzena

### **c. Uji Millon**

Uji Millon dilakukan dengan menambahkan pereaksi Millon yang mengandung  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  dan  $\text{HNO}_2$ . Uji Millon bereaksi positif dengan senyawa yang mengandung cincin benzena.

### **d. Uji Timbel Sulfida**

Larutan yang digunakan pada uji timbal sulfida terdiri dari larutan  $\text{NaOH}$  40% dan larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  atau  $\text{Pb}$ -asetat. Larutan tersebut digunakan untuk

mengetahui adanya unsur belerang dalam suatu protein. Protein yang mengandung belerang jika dipanaskan dengan larutan NaOH 40% akan menghasilkan  $\text{Na}_2\text{S}$  dan zat lain. Kemudian, ditetesi dengan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  atau Pb-asetat yang akan memberikan warna cokelat sampai hitam dari PbS terbentuk.

#### **e. Uji Ninhidrin**

Uji ninhidrin dapat digunakan untuk menentukan asam amino secara kuantitatif. Semua asam amino atau peptida yang mengandung asam- $\alpha$  amino bebas akan bereaksi dengan ninhidrin membentuk senyawa kompleks berwarna biru-ungu. Namun, prolin dan hidroksiprolin menghasilkan senyawa berwarna kuning.

Albumin, gelatin, dan fenilalanina membentuk warna ungu karena dapat bereaksi dengan Ninhidrin. Hal ini menandakan ketiga zat uji tersebut mempunyai gugus asam amino bebas.

Pada kasein dan pepton jika direaksikan dengan ninhidrin tidak menghasilkan warna ungu melainkan hasilnya tidak berwarna sampai membentuk warna merah muda

## **f. Uji Kelarutan Protein**

Daya larut protein berbeda di dalam air, asam, dan basa; ada yang mudah larut dan ada yang sukar larut. Namun, semua protein tidak larut dalam pelarut lemak seperti eter dan kloroform. Apabila protein dipanaskan atau ditambah etanol absolut, maka protein akan menggumpal (terkoagulasi). Hal ini disebabkan etanol menarik mantel air yang melingkupi molekul-molekul protein.

Kelarutan protein di dalam suatu cairan, sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, pH, suhu, kekuatan ionik dan konstanta dielektrik pelarutnya. Protein seperti albumin dan gelatin tidak larut hanya pada NaOH 40% dan kloroform karena albumin dan gelatin adalah pelarut lemak.

## **B. Uji kuantitatif**

### **Metode Kjeldahl**

Unsur nitrogen pada protein dapat ditentukan secara kuantitatif dengan metode kjeldahl yaitu metode dengan cara destruksi dengan asam pekat.

## RANGKUMAN

1. Asam amino adalah suatu senyawa yang mengandung gugus amino dan gugus karboksil pada atom C yang sama yaitu C- $\alpha$ .
2. Asam amino terdiri dari 20 macam dan mempunyai fungsi yang berbeda-beda.
3. Klasifikasi asam amino berdasarkan rantai samping, asam amino esensial dan asam amino non esensial.
4. Peptida adalah suatu amida yang dibentuk dari dua asam amino atau lebih.
5. Ikatan peptida adalah ikatan amida antara suatu gugus  $\alpha$ -amino dari suatu asam amino dan gugus karboksil dari asam amino lain.
6. Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul besar yang terdiri dari asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida.
7. Fungsi protein antara lain :
  - a. Sebagai pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh.
  - b. Pembentukan senyawa-senyawa penting tubuh
  - c. Pembentuk antibodi tubuh
  - d. Berperan dalam pengangkutan zat-zat gizi
  - e. Sumber energi

- f. Mengganti Sel yang Rusak
  - g. Sebagai Pembawa Materi Genetika
8. Klasifikasi protein berdasarkan bentuk, kelarutan, fungsi biologi, sumber, hasil hidrolisa.
  9. Struktur protein dibagi menjadi :
    - a. Struktur primer
    - b. Struktur sekunder
    - c. Struktur tersier
    - d. Struktur kuartener
  10. Denaturasi adalah hilangnya sifat-sifat struktur lebih tinggi karena terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul protein sehingga hilangnya sifat biologis protein tersebut.
  11. Penyakit yang berhubungan dengan protein antara lain:
    - a. Marasmus
    - b. Kwashiorkor
    - c. Cachexia
    - d. Gagal hati
    - e. Apati
    - f. Edema
    - g. Rambut rontok
    - h. Penyakit jantung
    - i. Kelelahan

- j. Ginjal
  - k. Pengasaman darah
  - l. Osteoporosis
  - m. PKU atau Fenil keton dalam urin
12. Identifikasi Protein
- a. Uji Kualitatif
    - i. Uji Biuret
    - ii. Uji xantoproteat
    - iii. Uji Millon
    - iv. Uji Timbel Sulfida
    - v. Uji Ninhidrin
    - vi. Uji Kelarutan Protein
  - b. Uji kuantitatif
    - Metode Kjeldahl

## LATIHAN SOAL

1. Gambarlah struktur komponen dasar penyusun protein!
2. Tuliskan bentuk-bentuk asam amino dalam keadaan :
  - a. basa
  - b. asam
  - c. zwitter ion
3. Adanya gugus amino dan asam karboksilat menyebabkan asam amino memiliki dua muatan. Keadaan demikian dinamakan....
4. Sebutkan masing-masing lima macam asam amino esensial dan asam amino nonesensial!
5. Jelaskan tiga macam protein berdasarkan fungsi biologinya !
6. Apakah yang dimaksud denaturasi protein? Sebutkan hal-hal yang menyebabkan terjadinya denaturasi protein!
7. Jelaskan tentang renaturasi protein secara singkat!
8. Mengapa kelebihan  $\text{CuSO}_4$  harus dihindari dalam uji biuret ?
9. Mengapa telur yang semula cair setelah direbus menjadi padat dan berwarna putih susu ?
10. Bagaimanakah cara mengidentifikasi adanya protein dalam bahan makanan?

## **BAB IV**

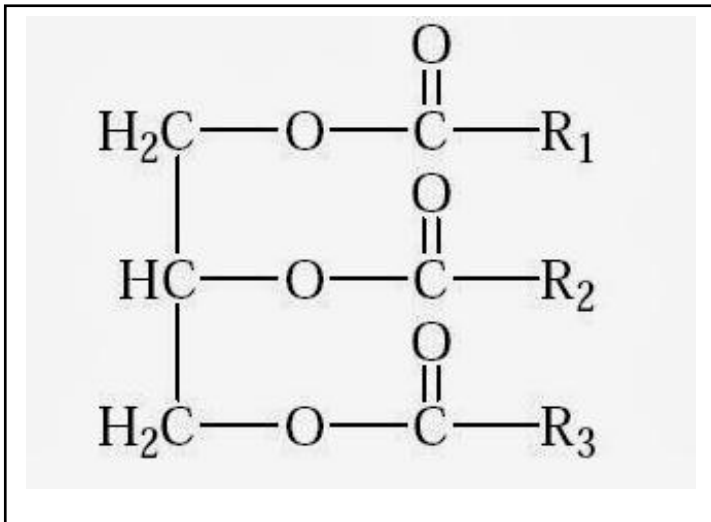
### **LIPID**

<b>Tujuan Instruksional</b>	<b>Materi</b>
Mahasiswa memahami tentang lipid sehingga dapat diterapkan dalam bidang kesehatan sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.	4.1 Pendahuluan 4.2 Fungsi Lipid 4.3 Klasifikasi Lipid 4.4 Reaksi-Reaksi Pada Lipid 4.5 Penyakit Yang Berhubungan dengan Lipid 4.6 Identifikasi Lipid

#### **4.1 Pendahuluan**

Lipid atau lemak didefinisikan sebagai biomolekul turunan hidrokarbon yang mengandung satu gugus ester. Lipid atau lemak merupakan senyawa organik yang terdapat dalam alam, tak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti dietil eter, etanol, metanol, eter, kloroform, dan benzene. Lipid atau lemak larut dalam pelarut organik non polar karena mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut.





Gambar 4.1 Struktur umum lemak dengan R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> dapat sama atau berbeda (Fessenden,1986)

Lipid banyak terdapat pada jaringan syaraf dan otak. Lipid atau lemak yang beredar di dalam tubuh diperoleh dari dua sumber yaitu dari makanan dan hasil produksi organ hati, yang biasadisimpan di dalam sel-sel lemak sebagai cadangan makanan. Lipid atau lemak memiliki kandungan energi tinggi. Lipid atau Lemak murni tidak berwarna, mereka memiliki rasa yang sangat hambar. Titik leleh Lipid atau Lemak tergantung pada panjang rantai asam lemak penyusun dan tingkat kejenuhan. Ketengikan hidrolitik Lipid atau lemak disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme.

## 4.2 Fungsi Lipid

- A. Sumber energi yang efisien secara langsung dan secara potensial bila disimpan dalam jaringan adiposa.
- B. Mengisi struktur tubuh dibawah kulit dan memperindah bentuk tubuh terutama pada wanita, seperti di sekitar organ-organ tubuh yang halus, lunak, vital dan mengisi rongga-rongga yang kosong
- C. Sebagai isolator tubuh terhadap perubahan suhu maupun benturan.
- D. Menjadi cadangan energi dalam bentuk sel lemak.
- E. Lemak mempunyai fungsi selular dan komponen struktural pada membran sel yang berkaitan dengan karbohidrat dan protein demi menjalankan aliran air, ion dan molekul lain yang keluar dan masuk ke dalam sel
- F. Lipid dapat berguna sebagai penyerap dan pembawa vitamin A, D, E dan K.
- G. Sebagai hormon dan vitamin. Hormon mengatur komunikasi antar sel, sedangkan vitamin membantu regulasi proses-proses biologis
- H. Lipid sebagai sumber steroid, yang sifatnya meningkatkan fungsi-fungsi biologis yang penting  
Contoh : Sterol (kolesterol) dilibatkan dalam sistem

pemeliharaan membran, untuk transpor lipid dan sebagai prekursor vitamin D3 asam empedu, adrenal dan kortikosteroid.

- I. Dari aspek teknologi makanan, lipid bertindak sebagai pelicin makanan yang berbentuk pellet, sebagai zat yang mereduksi kotoran dalam makanan dan berperan dalam kelezatan makanan.

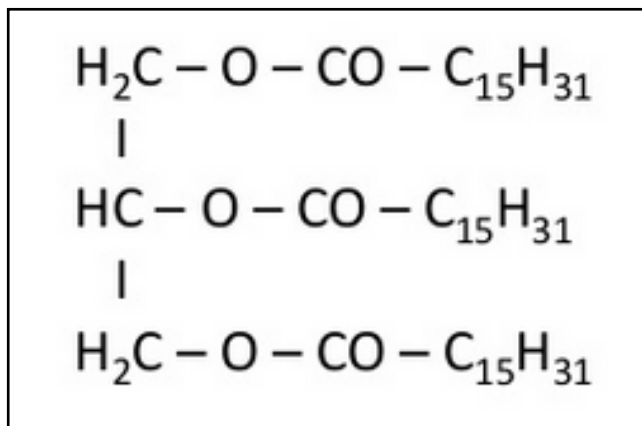
### 4.3 Klasifikasi Lipid

Lipid diklasifikasikan menjadi :

#### A. Berdasarkan Struktur Kimia

1. Lipid sederhana atau Homolipid

Lipid sederhana atau Homolipid adalah lipid atau lemak yang tersusun atas asam lemak sejenis. Contohnya gliseril tripalmitat, gliseril tristearat, lilin,



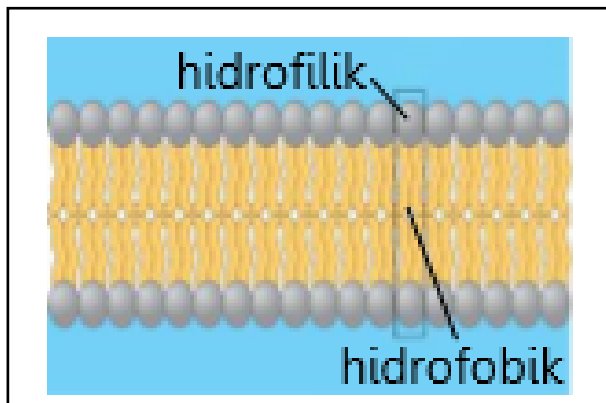
Gambar 4.2 Struktur Gliseril Tripalmitat (Fessenden,1986)

## 2. Lemak majemuk (Campuran atau Heterolipid)

Lemak majemuk (Campuran atau Heterolipid) adalah tersusun atas asam lemak beda jenis, antara lain :

### a. Fosfolipid

Fosfolipid adalah senyawa yang mengandung asam lemak, gliserol dan residu asam fosfat, serta mempunyai basa nitrogen. Fosfolipid bersifat amfifilik, yaitu memiliki gugus kepala (fosfat) yang bersifat hidrofil dan gugus ekor (lipid) yang bersifat hidrofob. Fosfolipid terdapat dalam sel tumbuhan/hewan. Contoh fosfolipid antara lain fosfolipid bilayer (membran sel).

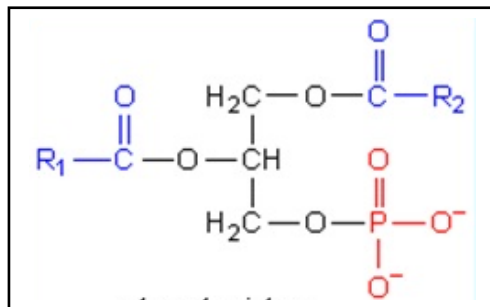


Gambar Contoh Fosfolipid (Harper, 1980)

Berdasarkan ester fosfatnya fosfolipid dibedakan menjadi :

i. Asam fosfatidat

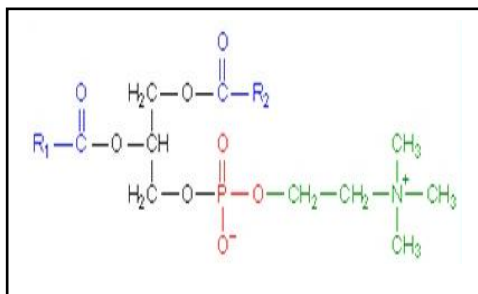
Asam fosfatidat : Sebagai intermediat penting dalam sintesis triasilgliserol dan prekursor fosfatidilgliserol sehingga menghasilkan kardiolipin dalam mitokondria



Gambar Struktur Asam Fosfatidat (Fessenden,1986)

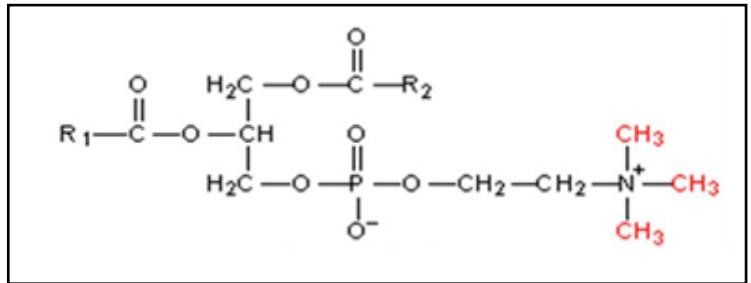
ii. Fosfatidilkolin (lesitin)

Fosfatidilkolin (lesitin) : Sebagai pembawa asam amino kolin



Gambar Struktur Fosfatidilkolin (lesitin) (Fessenden,1986)

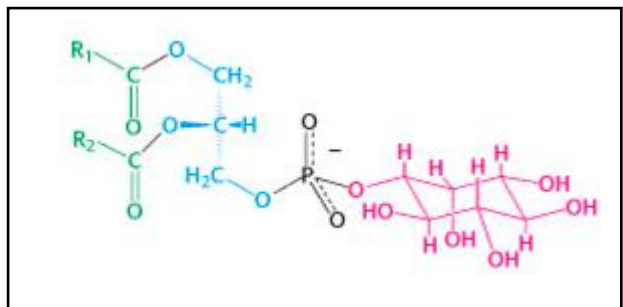
iii. Fosfatidiletanolamin



Gambar Struktur Fosfatidiletanolamin

(Fessenden,1986)

iv. Fosfatidilinositol

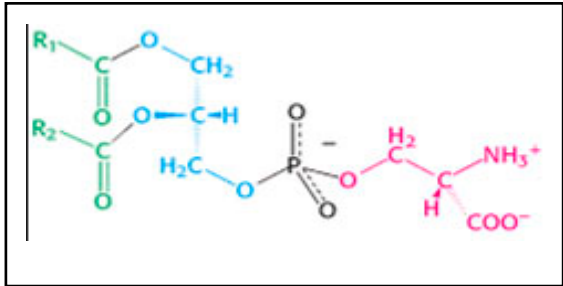


Gambar Struktur Fosfatidilinositol

(Fessenden,1986)

v. Fosfatidilserin

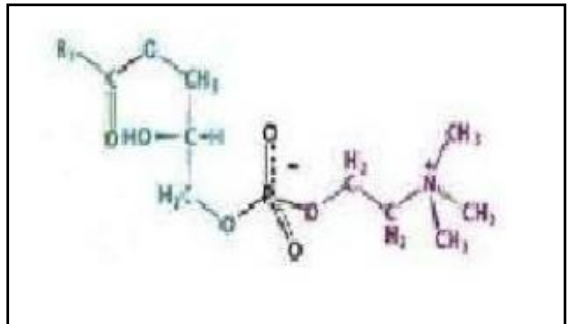
Fosfatidilserin : Mengandung asam amino serin, sebagai pengganti etanolamin.



Gambar Struktur Fosfatidilserin(Fessenden,1986)

vi. Lisofosfolipid

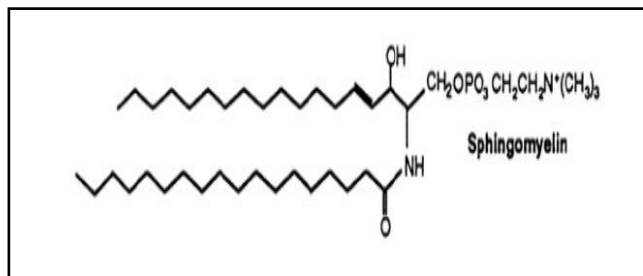
Lisofosfolipid : Mengandung hanya satu radikal asil



Gambar Struktur Lisofosfolipid (Fessenden,1986)

- vii. Fosfogliserasetal
- viii. Sfingomielin

Sfingomielin : Ditemukan dalam jumlah besar pada otak dan jaringan syaraf. Hidrolisis sfingomielin menghasilkan asam lemak, asam fosfat, kolin dan amino alkohol kompleks yaitu sfingosin.



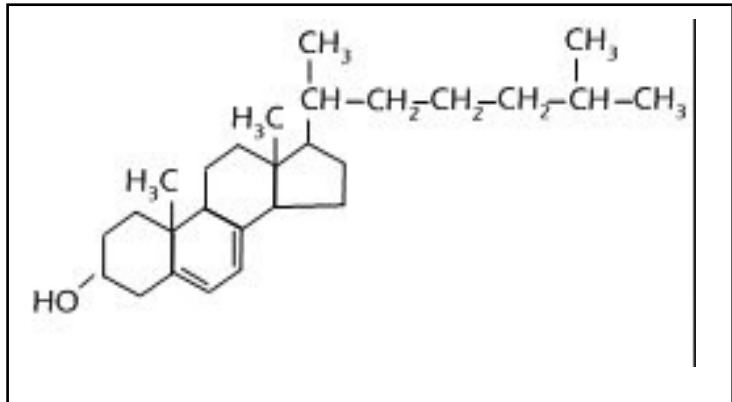
Gambar Struktur  
Sfingomielin(Fessenden,1986)

#### b. Steroid

Steroid Adalah turunan lemak yang tidak mengandung gugus asam lemak dan gugus ester. Steroid bersifat amfilik seperti fosfolipid, dan tersusun atas 4 cincin karbon dengan jumlah ikatan rangkap berbeda-beda dan mengikat bermacam-macam gugus. Steroid tidak terhidrolisis pada pemanasan. Steroid tersebar luas pada hewan.



Contoh steroid antara lain Estranes, androstranes, kolesterol, progesteron, estrogen dan testosteron.

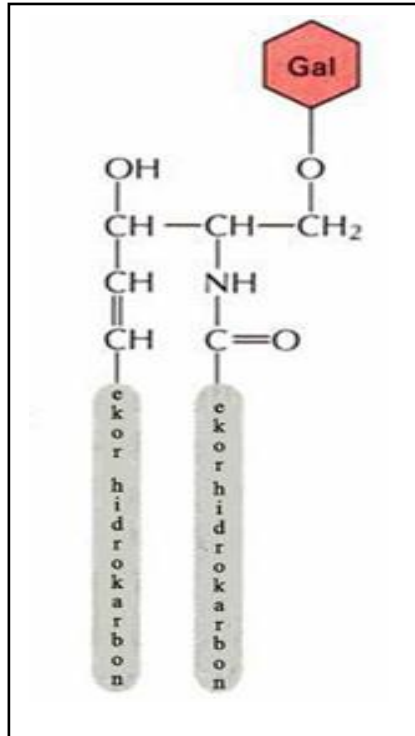


Gambar Kolesterol

(Fessenden,1986)

### c. Glikolipid

Glikolipid adalah senyawa asam lemak dengan karbohidrat dan mengandung nitrogen tetapi tidak mengandung asam fosfat. Contoh: Glikosil diasil gliserol yang terdapat dalam tanaman dan mikroorganisme.



Gambar Struktur Glikolipid (Harper, 1980)

**B. Berdasarkan Kejenuhannya (Ikatan Rangkap) :**

Asam lemak esensial adalah Asam lemak yang tidak dapat disintesis melalui jalur kimia dan diperoleh dari makanan. Contohnya Asam linoleat. Asam lemak non-esensial adalah Asam lemak yang dapat disintesis melalui jalur kimia. Asam lemak dibagi menjadi :

### 1. Asam Lemak Jenuh

Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang tidak mengandung ikatan rangkap.

### 2. Asam Lemak Tak Jenuh

Asam lemak tak jenuh adalah asam lemak yang mengandung ikatan rangkap dan dapat terjadi dalam konfigurasi cis atau trans.

Tabel 4.1 Tabel Asam Lemak (Fessenden,1986)

Rumus Struktur	Rumus Molekul	Nama Asam Lemak
<b>a. Asam lemak jenuh:</b>		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$	Asam laurat
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Asam palmitat
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Asam stearat
<b>b. Asam lemak tak jenuh:</b>		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	Asam oleat
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Asam linoleat
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	Asam linolenat

## C. Berdasarkan Sifat Mengering

1. Minyak tidak mengering (non-drying oil), contohnya minyak zaitun, minyak biji rape, minyak hewani.
2. Minyak setengah mengering (semi-drying oil) minyak yang mempunyai daya mengering lebih

lambat, contohnya minyak biji kapas, minyak bunga matahari.

3. Minyak nabati mengering (drying-oil) minyak yang dapat mengering jika terkena oksidasi akan berubah menjadi lapisan tebal, bersifat kental membentuk sejenis selaput jika dibiarkan di udara terbuka, contohnya minyak kacang kedelai, minyak biji karet.

#### **D. Berdasarkan Sumbernya**

1. Berasal dari tanaman (minyak Nabati), contohnya minyak zaitun, minyak kelapa sawit
2. Berasal dari hewan(lemak hewani), contohnya minyak ikan sardin, minyak ikan paus

#### **E. Berdasarkan Kegunaannya**

1. Minyak mineral(minyak bumi) digunakan sebagai bahan bakar
2. Minyak nabati/hewani (minyak/lemak) digunakan sebagai bahan makan bagi manusia
3. Minyak atsiri(essential oil) digunakan untuk obat-obatan, minyak atsiri mudah menguap pada temperatur kamar.

#### 4.4 Reaksi-reaksi pada lipid :

##### A. Reaksi Saponifikasi atau penyabunan

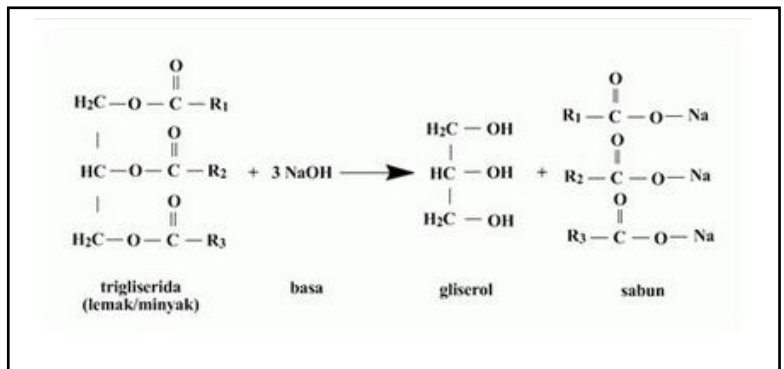
Reaksi Saponifikasi atau penyabunan adalah reaksi hidrolisis lemak/minyak dengan menggunakan basa kuat seperti NaOH atau KOH sehingga menghasilkan gliserol dan garam asam lemak atau sabun. Jenis-jenis sabun:

1. Sabun keras adalah sabun yang terbentuk dari NaOH.

Contoh: sabun cuci.

2. Sabun lunak adalah sabun yang terbentuk dari KOH.

Contoh: sabun mandi.

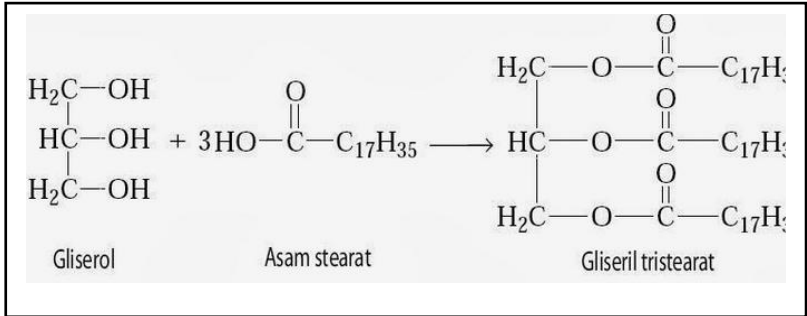
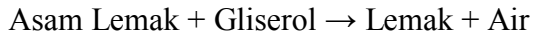


Gambar Reaksi Saponifikasi atau penyabunan

(Fessenden, 1986)

## B. Reaksi Pembentukan

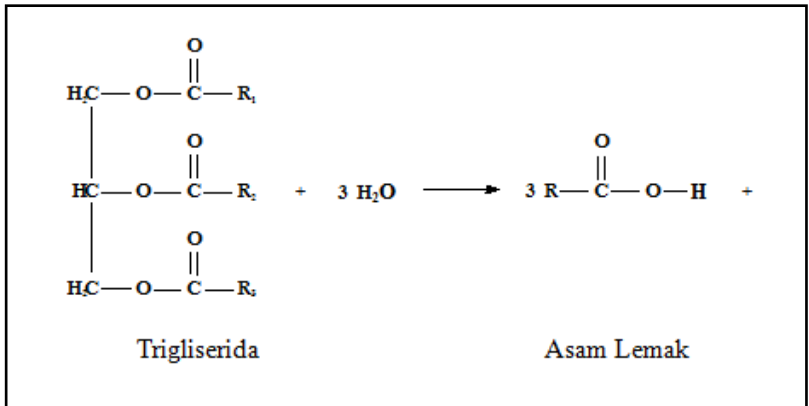
### 1. Reaksi Pembentukan Lemak



Gambar Contoh Reaksi Pembentukan Lemak

(Fessenden,1999)

### 2. Hidrolisis Lemak

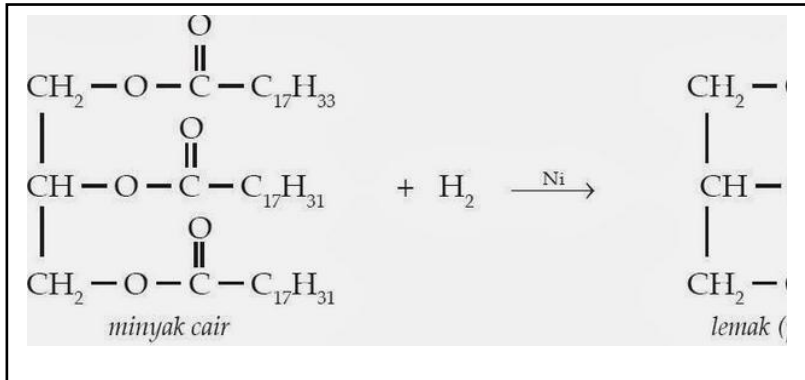


Gambar Reaksi Hidrolisis Lemak (Fessenden,1999)

### C. Reaksi Hidrogenasi

Reaksi hidrogenasi Adalah reaksi penjenuhan lemak yang mengubah wujud lemak menjadi padat dengan bantuan logam Platina (Pt) atau Nikel (Ni).

Lemak tak jenuh + H<sub>2</sub> → lemak jenuh



Gambar Contoh Reaksi Hidrogenasi (Fessenden,1986)

## 4.4 Penyakit Yang Berhubungan Dengan Lipid

### A. Penyakit Kelebihan Lemak :

#### 1. Kolesterol Tinggi

Konsumsi bermacam-macam lemak secara berlebihan mampu membuat kadar kolesterol naik dengan cepat dan mudah di dalam tubuh. Inilah yang kemudian menjadi penyebab banyak penyakit serius, seperti penimbunan plak yang menghambat jalannya aliran darah di pembuluh darah, kerusakan arteri,

serta pembuluh darah yang mengalami penyempitan. Semuanya itu adalah efek yang akan meningkatkan risiko penyakit jantung

## 2. Sembelit

Kandungan lemak yang tinggi di dalam makanan yang biasa dikonsumsi bisa berpengaruh buruk bagi sistem kerja organ di dalam tubuh. Efek yang akan paling terasa adalah saluran pencernaan yang menjadi kurang lancar, seperti pada perut dan usus. Sembelit adalah efek paling umum yang terjadi karena kelebihan lemak sehingga pencernaan terganggu.

## 3. Kerusakan pada Dinding Arteri

Mengonsumsi lemak yang jenuh secara berlebihan akan menjadi faktor peningkatan kadar kolesterol di dalam darah dan memberikan efek buruk bagi arteri jantung. Apabila arteri jantung mengalami kerusakan maka bagian organ tubuh lain akan rusak juga, seperti ginjal dan otak.

## 4. Obesitas

Kegemukan atau obesitas adalah efek yang paling identik dengan lemak berlebih di dalam tubuh,



seperti lemak trans, lemak jenuh, lemak tak jenuh ganda maupun tunggal

#### 5. Kerusakan Otak

Konsumsi makanan yang mengandung lemak secara berlebihan tak hanya memicu kerusakan arteri, tapi juga fungsi otak. Hipotalamus yang termasuk bagian pada organ otak dan bertugas membantu pengaturan keseimbangan energi akan dirusak oleh lemak jenuh yang masuk ke dalam tubuh dari makanan yang kita makan.

#### 6. Meningkatkan Resiko Kanker

Pola makan yang tidak diatur dengan baik dapat mengakibatkan kanker. Lemak yang berlebihan di dalam tubuh dan tidak diimbangi dengan kandungan serat cukup akan memudahkan sel kanker untuk tumbuh di berbagai organ tubuh kita. Contoh 2 penyakit kanker yang dapat menyerang tubuh secara lebih gampang adalah leukimia dan kanker payudara.

### **B. Penyakit Kekurangan Lemak**

#### **1. Kekeringan pada Kulit**

Ketika seseorang tak mencukupi kebutuhan lemak di dalam tubuhnya, kulit akan terkena efeknya akan

menjadi kering dan kusam. Hal ini juga akan menurunkan rasa percaya diri, terutama bagi para wanita yang memedulikan penampilan. Kekeringan bisa terjadi pada kulit apabila tubuh tak memiliki cukup lemak, bahkan pada kulit juga akan muncul gatal-gatal serta sisik.

## **2. Sulit Fokus dan Konsentrasi**

Lemak dibutuhkan oleh sistem otak supaya dapat berfungsi dengan baik, maka ketika tubuh tak mendapat cukup lemak, otak pun terkena imbasnya. Kekurangan lemak akan membuat seseorang sulit fokus pada suatu hal dan mustahil rasanya untuk berkonsentrasi dengan baik.

## **3. Lemas dan Mudah Lelah**

sumber energi datangnya dari lemak selain dari protein serta karbohidrat, maka ketika lemak berkurang di dalam tubuh, tubuh akan kekurangan energi. Bila energi kurang, otomatis tubuh akan lemas dan mudah lelah.

## **4. Kedinginan**

Orang yang memiliki lemak cukup tak akan mudah kedinginan, dan sebaliknya orang yang tak mencukupi kebutuhan lemak maka meski saat cuaca

dan suhu tak begitu dingin akan lebih mudah merasa keedinginan.

## **5. Ketidakstabilan Kadar Gula Darah**

Apabila kadar gula darah di dalam tubuh tak stabil dan cenderung tinggi, hal ini dikarenakan kurangnya lemak di dalam tubuh. Kadar gula darah yang cenderung tinggi dapat berpotensi diabetes sehingga sangat perlu untuk memeriksakan dan rajin mengecek kadar lemak dan gula darah ke dokter.

## **4.6 Identifikasi Lipid**

### **A. Uji Kualitatif Lemak**

Penentuan adanya lipida atau lemak dalam suatu bahan dapat dilakukan dengan berbagai macam analisa. Salah satunya adalah dengan menggunakan analisa kualitatif untuk menentukan adanya lipida atau tidak, antara lain :

#### **1. Uji Pengenalan Lemak :**

##### **a. Uji Kertas Buram**

Dilakukan dengan meletakkan zat ke atas kertas buram. Uji kertas buram bereaksi positif dengan seluruh jenis lemak. Jika hasilnya

positif maka kertas menjadi transparan, jika negatif maka kertas menjadi tidak transparan.

b. Uji Sudan III

Dilakukan dengan meneteskan pereaksi Sudan III berwarna merah. Pereaksi Sudan III bereaksi positif dengan seluruh jenis lemak. Jika hasilnya positif akan menghasilkan warna coklat, jika negatif hasilnya tidak berubah warna.

2. Uji Kelarutan Lipid

Uji ini dapat digunakan untuk analisis kelarutan lipid maupun derivat lipid terhadap berbagai macam pelarut. Dalam uji ini, kelarutan lipid ditentukan oleh sifat kepolaran pelarut. Apabila lipid dilarutkan ke dalam pelarut polar maka hasilnya tidak akan larut. Hal tersebut karena lipid memiliki sifat nonpolar sehingga hanya akan larut pada pelarut yang sama-sama nonpolar.

3. Uji Acrolein

Uji Acrolein terjadi dehidrasi gliserol dalam bentuk bebas atau dalam bentuk lemak/minyak menghasilkan aldehid akrilat atau akrolein. Uji akrolein digunakan untuk menguji keberadaan gliserin atau lemak. Ketika

lemak dipanaskan setelah ditambahkan agen dehidrasi ( $\text{KHSO}_4$ ) yang akan menarik air, maka bagian gliserol akan terdehidrasi ke dalam bentuk aldehid tidak jenuh atau dikenal sebagai akrolein ( $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ) yang memiliki bau seperti lemak terbakar dan ditandai dengan asap putih.

#### 4. Uji Kejenuhan

Uji ketidakjenuhan digunakan untuk mengetahui asam lemak jenuh atau tidak jenuh dengan menggunakan pereaksi Iod Huble. Iod Huble digunakan sebagai indikator perubahan. Asam lemak yang diuji ditambah kloroform. Tabung dikocok sampai bahan larut. Setelah itu, tetes demi tetes pereaksi Iod Huble dimasukkan ke dalam tabung sambil dikocok dan mengamati perubahan warna yang terjadi. Reaksi positif ketidakjenuhan asam lemak ditandai dengan timbulnya warna merah asam lemak, lalu warna kembali lagi ke warna awal kuning bening. Warna merah yang kembali pudar menandakan bahwa terdapat banyak ikatan rangkap pada rantai hidrokarbon asam lemak. Pada uji ketidakjenuhan, pereaksi iod huble akan mengoksidasi asam lemak

yang mempunyai ikatan rangkap pada molekulnya menjadi berikatan tunggal. Warna merah muda yang hilang selama reaksi menunjukkan bahwa asam lemak tak jenuh telah mereduksi pereaksi iod huble.

#### 5. Uji Ketengikan

Uji Ketengikan untuk mengidentifikasi lipid yang sudah tengik yang disebabkan oleh oksidasi lipid.

Penentuan uji ketengikan antara lain :

##### a. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida ditentukan berdasarkan jumlah iodin yang dibebaskan setelah lemak atau minyak ditambahkan KI. Lemak direaksikan dengan KI dalam pelarut asam asetat dan kloroform dengan perbandingan (2:1), kemudian iodin yang berbentuk ditentukan dengan titrasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

##### b. Jumlah Karbonil

Jumlah karbonil ditentukan dengan uji Kreiss memakai pereaksi floroglusinol. Prinsip uji Kreiss yaitu reaksi kondensasi antara ephydrin-aldehida dengan floroglusinol, sehingga menghasilkan warna merah jambu.

c. Oksigen Aktif

Oksigen aktif dihitung dengan cara melewatkan udara pada lemak yang dipanaskan pada suhu tetap 100°C. Kemudian diukur waktu yang diperlukan sampai dihasilkan 20 miliekuivalen peroksida. Cara ini sering dipakai untuk menentukan keadaan awal lemak dengan atau tanpa antioksidan.

d. Uji Asam Tiobarbiturat

Pada uji asam tiobarbiturat, lemak yang tengik akan bereaksi dengan asam tiobarbiturat menghasilkan warna merah. Intensitas warna menunjukkan derajat ketengikan.

e. Uji Oven Schaal

Uji Oven Schaal sering dilakukan pada industri biskuit. Bahan dimasukkan dalam gelas bersih dengan tutup yang agak longgar supaya udara masih bisa masuk kemudian dipanaskan sampai 65°C. Lalu diukur bau dan rasanya.

6. Uji Salkowski Untuk Kolesterol

Uji Salkowski merupakan uji kualitatif yang dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan kolesterol. Kolesterol dilarutkan dengan kloroform anhidrat lalu

dengan volume yang sama ditambahkan asam sulfat. Asam sulfat berfungsi sebagai pemutus ikatan ester lipid. Apabila pada sampel terdapat kolesterol, maka lapisan kolesterol di bagian atas menjadi berwarna merah dan asam sulfat terlihat berubah menjadi kuning dengan warna fluoresens hijau.

## **B. Uji Kuantitatif Lemak**

### **1. Uji Bilangan Reichert Meisel (BRM)**

BRM adalah jumlah 0,1N basa yang di perlukan setiap 5 gram lemak untuk menetralkan asam-asam lemak yang mudah menguap pada destilasi, yaitu asam lemak yang mempunyai atom  $C_6$  dan  $C_4$  (kaproat dan butirat). Analisis ini banyak di gunakan untuk menganalisis pemalsuan mentega yang di campur minyak lain. Minyak BRM untuk mentega antara 24-34, lebih tinggi dari minyak lain.

### **2. Uji Bilangan Polenske (BP)**

Uji Bilangan Polen untuk menentukan kadar asam lemak yang volatile, tetapi tidak larut dalam air, yaitu asam lemak yang mempunyai atom  $C_8$ - $C_{14}$ . Bilangan polenske adalah jumlah millimeter (ml) 0,1N alkali



yang di perlukan untuk menetralkan asam lemak yang mempunyai atom C<sub>8</sub>-C<sub>14</sub> dalam 5 gram sampel. BP juga dapat di gunakan untuk menguji pemalsuan terhadap mentega.

3. Uji Bilangan Kirschner Baru (NEW KIRSCHNER VALUE = NKV)

Bilangan Kirschner Baru adalah jumlah ml basa 0,1N yang di perlukan setiap 5 gram lemak/minyak untuk menetralkan asam lemak volatile. Penentuan BKB di gunakan untuk membedakan margarine dan mentega, yaitu untuk mengetahui ada tidaknya pemalsuan. Distilat hasil penentuan BKB ditambah Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan akan terbentuk gram perak yang larut dalam air, kemudian diasamkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan di distilasi.

4. Uji Bilangan Penyabunan (BP)

Bilangan Penyabunan adalah jumlah mg KOH yang di butuhkan untuk menyabunkan 1 gram lemak. Untuk menetralkan 1 molekul gliserida di perlukan 3 molekul alkali. Apabila sejumlah sampel lemak disabunkan dengan larutan KOH berlebih dalam alkohol, maka KOH akan bereaksi dengan trigliserida, yaitu tiga molekul KOH bereaksi dengan satu molekul lemak. Larutan alkali yang tertinggal ditentukan dengan titrasi

menggunakan HCl sehingga KOH yang bereaksi dapat diketahui.

Dalam penetapan bilangan penyabunan, biasanya larutan alkali yang digunakan adalah larutan KOH, yang diukur dengan hati-hati kedalam tabung buret atau pipet. Bilangan penyabunan menunjukkan berat molekul lemak dan minyak secara kasar. Pada trigliserida dengan asam lemak rantai C nya pendek akan di dapat BP yang lebih tinggi dari pada asam lemak dengan rantai C panjang. Mentega yang kadar butiratnya tinggi mempunyai BP yang paling tinggi.

#### 5. Uji Bilangan Hebner

Bilangan Hebner untuk menentukan jumlah asal lemak yang tidak larut dalam air. Lemak dengan BM yang tinggi akan mempunyai bilangan hebner yang rendah. Filtrate yang di peroleh dari uji bilangan penyabunan, di uapkan alkoholnya. Sabun di larutkan dalam air panas dan di tambah HCl pekat sehingga terbentuk asam lemak bebas. Bila campuran tersebut segera di dinginkan, di peroleh lapisan asam lemak yang tak larut dalam air. Lapisan ini di saring dan di timbang.

## 6. Uji Bilangan Iodin

Bilangan Iodin adalah gram iodine yang diserap oleh 100 gram lemak.  $I_2$  akan mengadisi ikatan asam lemak tidak jenuh dalam bentuk bebas maupun dalam bentuk ester. Bilangan iodine tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Lemak yang akan diperiksa dilarutkan dalam kloroform ( $CCl_4$ ) kemudian ditambahkan larutan iodine berlebihan ( 0,1-0,5 gram) sisa iodine yang tidak bereaksi dititrasasi dengan tiosulfat. Ada dua cara yang digunakan untuk mengukur bilangan iodine tersebut, yaitu :

### a. Metode Hanus

Pada metode hanus menggunakan larutan iodine dalam asam asetat pekat dan iodium bromide . Iodium bromida akan mempercepat reaksi.

### b. Metode Wijs

Pada metode wijs menggunakan larutan iodine dalam asam asetat pekat dan mengandung iodium klorida sebagai pemacu reaksi. Titik akhir titrasi kelebihan iodine diukur dengan hilangnya warna biru dari amylum iodine.

## 7. Uji Lieberman Buchard

Uji Lieberman Buchard merupakan uji kuantitatif untuk kolesterol. Prinsip uji Lieberman Buchard adalah mengidentifikasi adanya kolesterol dengan penambahan asam sulfat ke dalam campuran. Sebanyak 10 tetes asam asetat dilarutkan ke dalam larutan kolesterol dan kloroform (dari percobaan Salkowski). Setelah itu, asam sulfat pekat ditambahkan. Tabung dikocok perlahan dan dibiarkan beberapa menit. Mekanisme yang terjadi dalam uji ini adalah ketika asam sulfat ditambahkan ke dalam campuran yang berisi kolesterol, maka molekul air berpindah dari gugus  $C_3$  kolesterol, kolesterol kemudian teroksidasi membentuk 3,5-kolestadiena. Produk ini dikonversi menjadi polimer yang mengandung kromofor yang menghasilkan warna hijau. Warna hijau ini menandakan hasil yang positif. Reaksi positif uji ini ditandai dengan adanya perubahan warna dari terbentuknya warna pink kemudian menjadi biru-ungu dan akhirnya menjadi hijau tua.

## RANGKUMAN

1. Lipid atau lemak didefinisikan sebagai biomolekul turunan hidrokarbon yang mengandung satu gugus ester.
2. Fungsi lipid antara lain :
  - a. Sumber energi
  - b. Mengisi struktur tubuh dibawah kulit dan memperindah bentuk tubuh
  - c. Sebagai isolator tubuh terhadap perubahan suhu maupun benturan.
  - d. Menjadi cadangan energi dalam bentuk sel lemak.
  - e. Lemak mempunyai fungsi selular dan komponen struktural pada membran sel yang berkaitan dengan karbohidrat dan protein demi menjalankan aliran air, ion dan molekul lain yang keluar dan masuk ke dalam sel
  - f. Lipid dapat berguna sebagai penyerap dan pembawa vitamin A, D, E dan K.
  - g. Sebagai hormon dan vitamin.
  - h. Lipid sebagai sumber steroid,
  - i. Sebagai pelicin makanan yang berbentuk pellet

3. Klasifikasi lipid berdasarkan struktur kimia, kejenuhannya (Ikatan Rangkap), sifat mengering, sumber dan kegunaannya.
4. Reaksi-reaksi pada lipid antara lain :
  - a. Reaksi Saponifikasi atau penyabunan
  - b. Reaksi Pembentukan
  - c. Reaksi Hidrogenasi
5. Penyakit Yang Berhubungan Dengan Lipid antara lain :
  - a. Penyakit kelebihan lemak :
    - i. Kolesterol Tinggi
    - ii. Sembelit
    - iii. Kerusakan Pada Dinding Arteri
    - iv. Obesitas
    - v. Kerusakan Otak
    - vi. Meningkatkan Resiko Kanker
  - b. Penyakit Kekurangan Lemak
    - i. Kekeringan Pada Kulit
    - ii. Sulit Fokus dan Konsentrasi
    - iii. Lemas dan Mudah lelah
    - iv. Kedinginan
    - v. Ketidakstabilan Kadar Gula Darah

## 6. Identifikasi Lipid

### A. Uji Kualitatif Lemak

- i. Uji Pengenalan Lemak
- ii. Uji Kelarutan Lipid
- iii. Uji Acrolein
- iv. Uji Kejenuhan
- v. Uji Ketengikan
- vi. Uji Salkowski Untuk Kolesterol

### B. Uji Kuantitatif Lemak

- i. Uji Bilangan Reichert Meisel (BRM)
- ii. Uji Bilangan Polenske (BP)
- iii. Uji Bilangan Kirschner Baru
- iv. Uji Bilangan Penyabunan (BP)
- v. Uji Bilangan Hebner
- vi. Uji Bilangan Iodin
- vii. Uji Lieberman Buchard

## LATIHAN SOAL

1. Sebutkan unsur-unsur yang menyusun struktur kimia pada lipid sederhana dan lipid majemuk
2. Sebutkan sifat-sifat fisis lemak!
3. Sebutkan sifat kimia lemak!
4. Sebutkan kegunaan dari lemak?
5. Apakah perbedaan asam lemak dan lemak, berilah masing-masing 3 contoh
6. Apakah perbedaan antara lemak jenuh dan lemak tak jenuh?
7. Tuliskan nama senyawa minyak yang terbentuk dari tiga asam karboksilat  $C_{17}H_{33}COOH$ !
8. Jelaskan sifat dari fosfolipid?
9. Mengapa lemak tidak jenuh lebih cepat teroksidasi (menghasilkan bau tengik) daripada lemak jenuh?
10. Bagaimana cara anda, di laboratorium, dapat mengetahui bahwa suatu lemak adalah lemak tak jenuh?



## BAB V

### ASAM NUKLEAT

<b>Tujuan Instruksional</b>	<b>Materi</b>
Mahasiswa memahami tentang asam nukleat sehingga dapat diterapkan dalam bidang kesehatan sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.	5.1 Pendahuluan 5.2 Komponen Penyusun Asam Nukleat 5.3 Nukleosida 5.4 Nukleotida 5.5 Polinukletida 5.6 Struktur DNA 5.7 Fungsi Asam Nukleat

#### **5.1 Pendahuluan**

Penelitian DNA telah dimulai pada tahun 1869 seorang ilmuawan Friedrich Miescher mengisolasi zat baru dari inti sel darah putih. Kemudian Pada tahun 1879 ahli biologi Jerman Wealther Flemming menemukan struktur seperti benang yang dikenal dengan kromosom. Pada tahun 1930 peneliti Swedia Torbjorn Caspersson dan Einar Hammersten dapat menunjukkan bahwa DNA adalah polimer. Pada tahun 1951 Wilkins dan Rosalind Franklin menghasilkan

gambar DNA terbaik dan menunjukkan gagasan bahwa molekul DNA melingkar menjadi bentuk heliks.

Asam nukleat adalah polimer yang tersusun dari sejumlah nukleotida. Asam nukleat merupakan makromolekul biokimia yang kompleks, berbobot molekul tinggi, dan tersusun atas rantai nukleotida yang mengandung informasi genetik. Asam nukleat ditemukan pada semua sel hidup serta pada virus dan berperan penting dalam biosintesis protein. Dinamakan Asam nukleat karena berada di dalam inti (nukleus) sel.

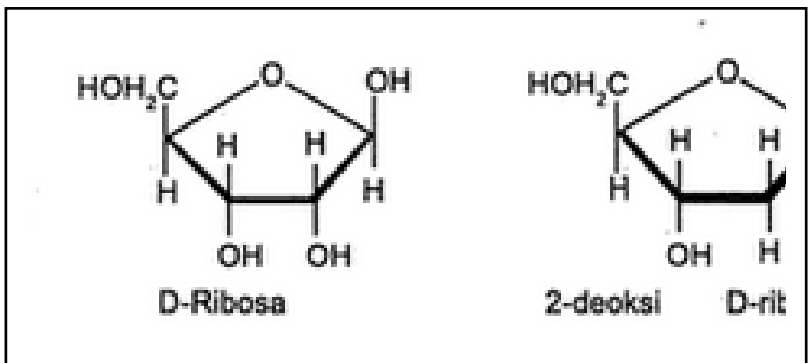
Asam Nukleat dibagi menjadi dua kelompok besar yakni *Deoxyribonucleic Acid* atau Asam Deoksiribonukleat (DNA) dan *Ribonucleic Acid* atau Asam Ribonukleat (RNA). Dilihat dari strukturnya, perbedaan di antara kedua macam asam nukleat ini terletak pada komponen gula pentosanya. Perbedaan struktur lainnya antara DNA dan RNA adalah pada basa nitogrennya. Pada DNA dan RNA, purin terdiri atas adenin (A) dan guanin (G). Akan tetapi, untuk pirimidin ada perbedaan antara DNA dan RNA. Pada DNA basa pirimidin terdiri atas sitosin (C) dan timin (T), sedangkan pada RNA terdiri atas sitosin (C) dan urasil (U).

DNA dan RNA bersifat asam sehingga disebut asam nukleat (*Nucleic Acid*). DNA dan RNA merupakan anion yang terikat pada protein yang mempunyai sifat basa. Senyawa gabungan antara asam nukleat dan protein disebut nukleoprotein

## 5.2 Komponen Penyusun Asam Nukleat

### A. Gula Pentosa

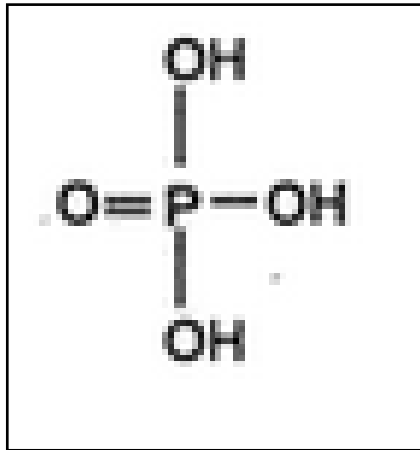
Gula pentosa penyusun asam nukleat adalah ribosa dan deoksiribosa. Apabila gula pentosa yang terikat adalah  $\beta$ -D-ribosa maka dihasilkan senyawa ribonukleosida sebagai penyusun RNA, sedangkan jika gula pentosa yang terikat adalah  $\beta$ -D-deoksiribosa maka senyawa yang dihasilkan adalah deoksiribosanukleosida sebagai penyusun DNA.



Gambar 5.1 Gambar Gula Pentosa penyusun Asam Nukleat (Harper, 1980)

### B. Fosfat

Fosfat penyusun asam nukleat adalah asam fosfat atau asam ortofosfat. Fosfat berbentuk kristal ortorombik, tak stabil dan melebur pada suhu 42,35°C.

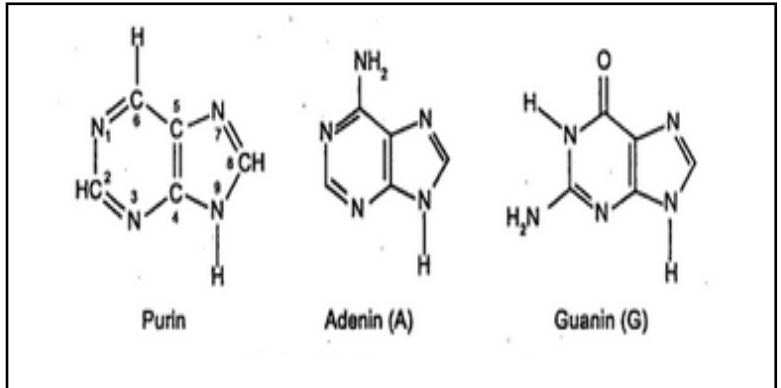


Gambar 5.2 Struktur Fosfat (Fessenden, 1986)

### C. Basa Nitrogen

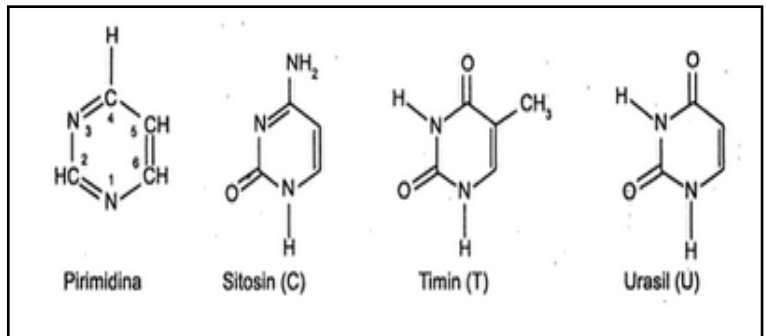
Basa Nitrogen heterosiklik merupakan penyusun asam nukleat yang tersusun dari turunan purin dan turunan pirimidin. Turunan purin penyusun asam nukleat adalah adenin (A) dan guanin (G). Adenin

dan guanin terdapat dalam jaringan hewan dan tumbuhan.



Gambar 5.3 Struktur Turunan Purin (Harper, 1980)

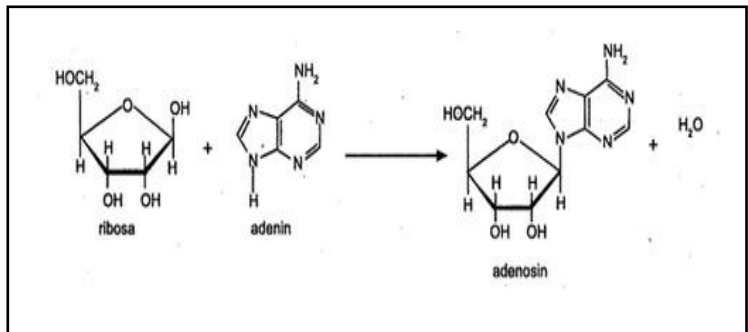
Turunan pirimidin penyusun asam nukleat adalah sitosin (C), timin (T) dan urasil (U).



Gambar 5.3 Struktur Turunan Pirimidin (Harper, 1980)

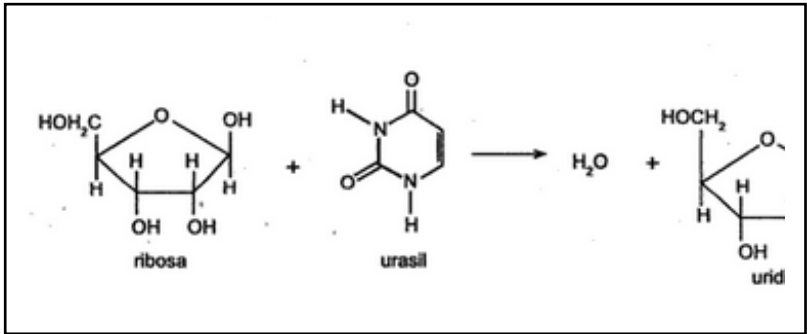
### 5.3 Nukleosida

Nukleosida adalah basa organik yang mengikat pentosa. Pada purin nukleosida, ikatan glikosil terjadi antara atom N9 dari purin dan atom C1 dari gula pentosa.



Gambar 5.4 Ikatan antara purin dan gula pentosa (Harper, 1980)

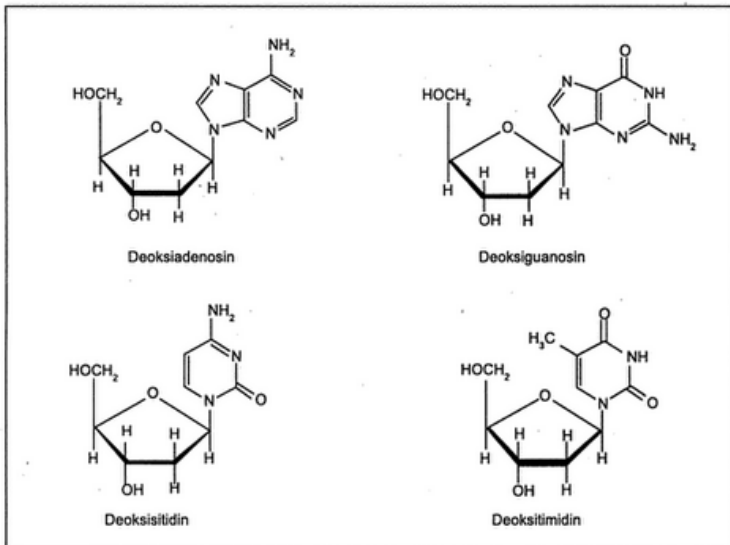
Pada pirimidin nukleosida, ikatan glikosil terjadi antara atom N1 dari pirimidin dan atom C1 dari gula pentosa.



Gambar 5.4 Ikatan antara pirimidin dan gula pentosa (Harper, 1980)

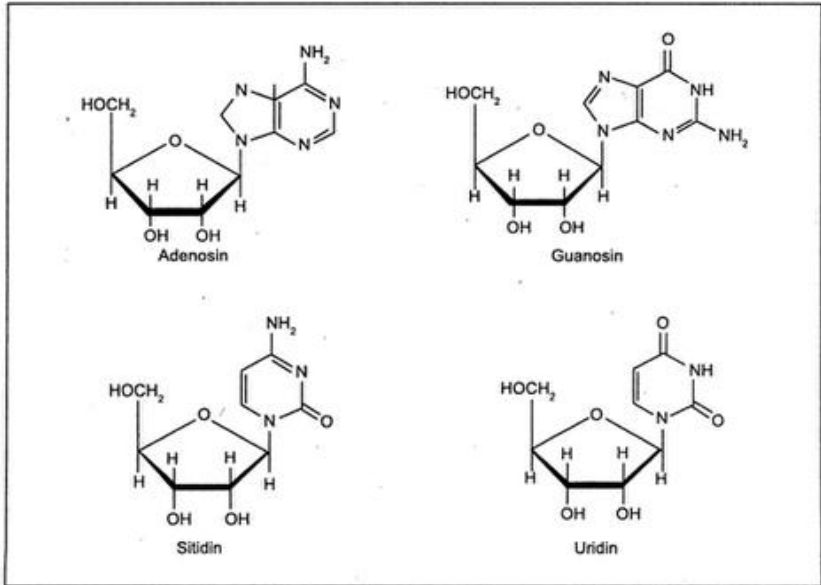
Nukleosida dibedakan menjadi 2 yaitu :

**a. Deoksiribonukleosida**



Gambar 5.5 Struktur Deoksiribonukleosida (Harper, 1980)

## b. Ribonukleosida



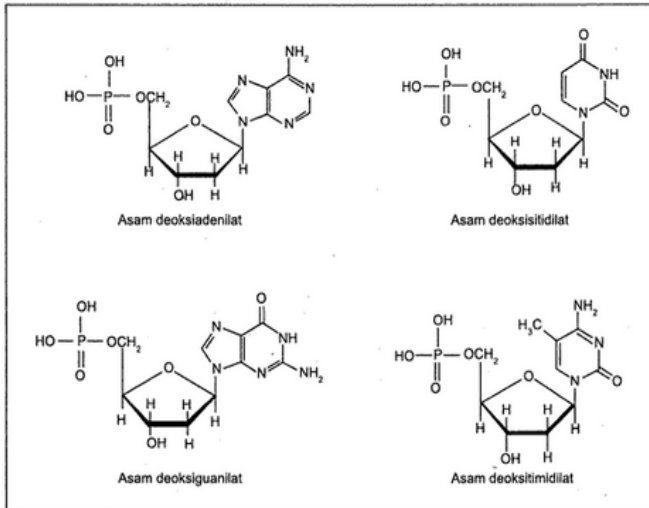
Gambar 5.6 Struktur Deoksiribonukleosida (Harper, 1980)

## 5.5 Nukleotida

Nukleotida adalah basa organik yang mengikat pentosa dan fosfat. Nukleotida dibedakan menjadi :

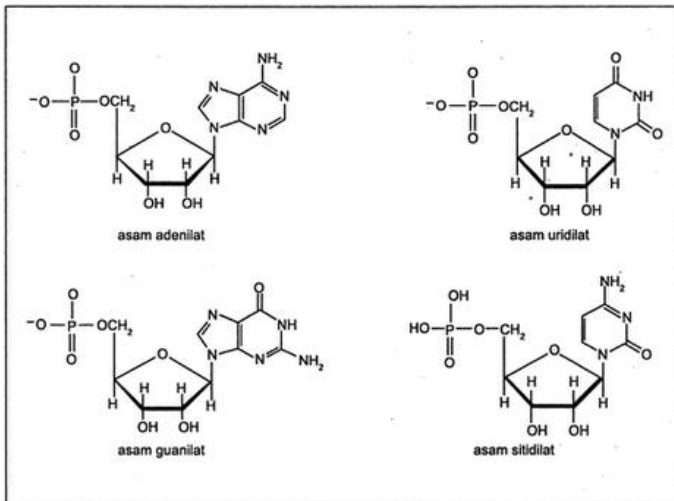


a. Deoksiribonukleotida



Gambar 5.7 Struktur Deoksiribonukleotida (Harper, 1980)

b. Ribonukleotida



Gambar 5.8 Struktur Ribonukleotida (Harper, 1980)

## 5.5 Asam Nukleat

Asam Nukleat adalah polimer mononukleotida. Polinukleotida mempunyai struktur tulang punggung bagi DNA dan RNA yang terdiri dari gugus pentosa dan asam fosfat secara bergantian dengan ikatan ester, sedangkan gugus basa purin dan pirimidin merupakan rantai samping dan terikat pada gugus pentosa pada tulang punggung tersebut. Ikatan fosfodiester menghubungkan hidroksi 3' pada nukleotida yang satu dengan gugus hidroksil 5' pada nukleotida berikutnya.

Tabel 5.1 Perbedaan DNA dan RNA

DNA	RNA
Gula pentosa deoksiribosa	Ribosa
Bentuk DNA double heliks	Bentuk RNA rantai tunggal

## 5.6 Struktur DNA

### a. Struktur Primer DNA

Struktur Primer DNA adalah suatu untaian rantai deoksiribonukleotida. Untaian ini mempunyai struktur tulang punggung (*back bone*) yang terdiri dari gugus pentosa dan asam fosfat secara bergantian

dengan ikatan ester, sedangkan gugus basa purin dan pirimidin merupakan rantai samping dan terikat pada gugus pentosa pada tulang punggung tersebut. Ikatan fosfodiester menghubungkan hidroksi 3' pada nukleotida yang satu dengan gugus hidroksil 5' pada nukleotida berikutnya.

#### b. Struktur Sekunder DNA

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

#### c. Struktur Tersier DNA

Struktur tersier adalah bentuk tiga dimensi di mana seluruh rantai dilipat. Pengaturan struktur tersier berbeda dalam empat bentuk struktural:

1. Tangan Kiri atau kanan
2. Panjang pergantian heliks.
3. Jumlah pasangan basa per giliran.
4. Perbedaan ukuran antara utama dan alur kecil.

#### d. Struktur Kuarter

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

### **5.7 Fungsi Asam Nukleat**

- A. Fungsi utamanya adalah menyimpan dan mentransfer informasi genetik.
- B. Untuk menggunakan informasi genetik untuk mengarahkan sintesis protein baru.
- C. Asam deoksiribonukleat adalah penyimpanan untuk tempat untuk informasi genetik dalam sel.
- D. DNA mengontrol sintesis RNA di dalam sel.
- E. Informasi genetik yang ditransmisikan dari DNA ke pembentukan protein dalam sel.
- F. RNA juga mengarahkan produksi protein baru dengan mengirimkan informasi genetik pada struktur bangunan protein.

- G. Fungsi dari urutan basa nitrogen dalam tulang punggung DNA menentukan protein yang disintesis.
- H. Fungsi dari heliks ganda DNA adalah bahwa tidak ada gangguan terjadi pada informasi genetik jika hilang atau rusak.
- I. RNA mengarahkan sintesis protein.
- J. m-RNA mengambil pesan genetik dari RNA.
- K. transfer t-RNA mengaktifkan asam amino, ke tempat sintesis protein.
- L. r-RNA sebagian besar hadir dalam ribosom, dan bertanggung jawab atas stabilitas m-RNA.

## RANGKUMAN

1. Asam nukleat adalah polimer yang tersusun dari sejumlah nukleotida.
2. Asam Nukleat dibagi menjadi dua kelompok besar yakni *Deoxyribonucleic Acid* atau Asam Deoksiribonukleat (DNA) dan *Ribonucleic Acid* atau Asam Ribonukleat (RNA).
3. Komponen Penyusun Asam Nukleat
  - a. Gula Pentosa
  - b. Basa Nitrogen
  - c. Fosfat
4. Nukleosida adalah basa organik yang mengikat pentosa.
5. Nukleotida adalah basa organik yang mengikat pentosa dan fosfat.
6. Senyawa gabungan antara asam nukleat dan protein disebut nukleoprotein
7. Struktur DNA :
  - a. Struktur Primer
  - b. Struktur Sekunder
  - c. Struktur Tersier
  - d. Struktur Kuartener

## LATIHAN SOAL

Isilah titik-titik di bawah ini!

Monomer asam nukleat adalah.....1) yang terdiri dari 3 komponen yaitu .....2), .....3) dan .....4) Antara monomer-monomer tersebut dihubungkan dengan ikatan ..... 5) Basa yang dimiliki oleh RNA adalah ..... 6), .....7) .....8)dan .....9) Deoksiribonukleosida adenin disebut .....10) Sekuen yang terdapat pada 2 untai ganda DNA bersifat .....11) dimana timin selalu berpasangan dengan .....12) dan sitosin selalu berpasangan dengan.....13) DNA kromosom pada eukariot dikemas oleh protein .....14) Temperatur tinggi ( $90^{\circ}\text{C}$ ) menyebabkan untai ganda DNA terpisah menjadi untai tunggal pada proses .....15), yang ditunjukkan dengan lepasnya ikatan .....16) antara basa yang berpasangan. Untai tunggal ini kan bergabung kembali melalui proses ..... 17)

## DAFTAR PUSTAKA

- Albert L. Lehninger. 1995. Dasar-dasar Biokimia. (Alih bahasa: Maggy Thenawidjaja). Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Buckle, K.A. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press)
- Boyer, R. 1999. Concept in Biochemistry. Brooks Cole Publishing Company. Fessenden dan Fessenden.1986. *Kimia Organik jilid 2 edisi ketiga. Terjemahan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph. D.1992*.Jakarta : Erlangga.
- Harper, et al. 1980. Biokimia (Review of Physiological Chemistry). Edisi 17. EGC: Jakarta.
- Horton, H.R., Moran LA, Rawn J.D. and Scrimgeor, KG. 1996. Principle of Biochemistry. Second Edition. Prentice-Hall International, Inc.
- Lehninger, Nelson, & Cox. 1997. Principles of Biochemistry.2nd edition. Worth Publishers.



Nelson, DL. and Cox, M.M. 2000. Lehninger: Principles of Biochemistry. Third Edition. Worth Publisher.

## BIODATA PENULIS



Galuh Ratmana Hanum adalah dosen mata kuliah Biokimia pada jurusan D-IV Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Riwayat pendidikan S1 di Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya tahun 2003. S2 di Jurusan Kimia Universitas Airlangga tahun 2011.