

BAB III

KOMPOSISI KIMIA DALAM SEL

A. STANDAR KOMPETENSI

Mahasiswa diharapkan Mampu Memahami Komposisi Kimia Sel.

B. KOMPETENSI DASAR

1. Mahasiswa dapat membedakan komposisi kimia anorganik dan organik dalam sel.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan kegunaan garam mineral pada sel.
3. Mahasiswa dapat menggambarkan rumus umum karbohidrat.
4. Mahasiswa dapat menjelaskan kegunaan karbohidrat bagi sel.
5. Mahasiswa dapat menjelaskan pembagian karbohidrat menurut susunan molekulnya.
6. Mahasiswa dapat menjelaskan unsur atau penyusun protein.
7. Mahasiswa dapat menjelaskan pembagian protein.
8. Mahasiswa dapat memberikan contoh-contoh protein.

C. URAIAN MATERI

Pada bab sebelumnya dijelaskan bahwa sel merupakan unit terkecil sebagai penyusun tubuh makhluk hidup. Artinya bahwa setiap individu tersusun atas banyak sel. Sehubungan dengan makhluk hidup sel dikatakan pula sebagai mesin kimia yang dapat memproduksi satu zat atau senyawa yang berguna. Contohnya pembuatan insulin pada bakteri *E. coli*.

Di dalam sel berlangsung segala aktivitas kehidupan yang paling dasar olehnya itu harus didukung oleh berbagai faktor dan macam-macam kebutuhan sel untuk dapat melakukan semua aktivitas tersebut. Komposisi kimia sel terdiri dari 2 kelompok besar :

1. Bahan anorganik : air, gas, garam mineral.
2. Bahan organik : karbohidrat, protein, lemak, asam lemak.

1. BAHAN ANORGANIK

a. Air, Kadar air yang terdapat di dalam tubuh setiap organisme berkisar antara 60-90%. Kadar ini disesuaikan dengan tempat organisme itu hidup. Makhluk yang hidup didaerah yang kering seperti serangga lebih sedikit kadar air dari pada ubur-ubur yang hidup di dalam air.

Kegunaan air adalah sebagai berikut :

- a. Pelarut : melarutkan berbagai bahan organik seperti molekul sederhana : glukosa, asam amino, asam lemak, berbagai vitamin.
- b. Bahan suspensi : bahan yang tak dapat larut yakni bahan organik bermolekul besar dan kompleks seperti protein, lemak, pati, glikogen dan bahan hidup berupa organel dalam sel berupa suspensi.

- c. Hidrolisa : ion-ion H^+ dan ion OH^- dari air akan bersenyawa dengan gugusan atau pecahan molekul bahan organik kompleks sehingga menjadi bahan yang bersusunan molekul sederhana.
- d. Absorpsi panas, ini penting bagi hewan berdarah panas (suhu tubuh tetap) yakni hewan-hewan yang tidak terpengaruh pada suhu lingkungannya. Contohnya adalah aves dan mamalia. Suhu sel naik, karena hewan itu melakukan aktivitas bergerak atau karena kenaikan suhu lingkungan, akibat radiasi dan konveksi panas sehingga terjadi kenaikan suhu sel. Panas kembali diturunkan seperti pada suhu semula dengan membuang panas tersebut lewat keringat.
- e. Pengangkutan, bahan nutrient untuk kebutuhan sel atau bahan buangan berupa ampas metabolisme perlu diangkut.
- f. Menciptakan selaput air, selaput air perlu ada berbagai saluran dan rongga. Dengan adanya selaput air difusi mudah terjadi lewat membran sel.
- g. Medium berbagai proses, dalam air terjadi proses kimia, fisik, dan biologi. Sintesis protein dari asam amino berlangsung dalam medium air.

b. Gas, Ada empat macam gas yang terdapat di dalam sel :

- a. Oksigen
- b. Karbon dioksida
- c. Nitrogen
- d. Amonia
 - Oksigen masuk ke dalam tubuh atau sel lewat pernafasan. Berguna untuk oksidasi zat makanan sehingga timbul energi. Oksigen adalah ampas sintesa karbohidrat oleh tumbuhan hijau.
 - Karbondioksida. Berupa ampas oksidasi bagi tumbuhan, gas ini dipakai untuk sintesa karbohidrat pada proses fotosintesis.
 - Nitrogen. Di dalam sel gas ini tidak terpakai, meski ikut masuk bersama udara pernafasan. Unsur nitrogen baru dapat diikat oleh sel kalau sudah dalam ikatan ion nitrat NO_3^- Pada proses sintesis protein.
 - Amonia. Berupa ampas metabolisme protein dalam sel hewan. Ini sangat meracuni sel dan harus dikeluarkan atau dinetralkan sebelum diekresikan. Ada sel yang mengubahnya menjadi ureum, asam urat atau ammonium hidroksil NH_4OH .

c. Garam mineral, Didalam sel terdapat unsur C, H, O, N, S, P, Ca, Cl, Na, Fe, dan J, dan beberapa unsur yang terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit. Dari unsur-unsur tersebut yang terdapat dalam jumlah besar adalah O = 62%, N = 3%. Dilihat dari komposisi kimianya, sel terdiri dari air, zat-zat organik dan zat-zat anorganik yang berupa mineral-mineral.

Zat-zat organik merupakan bagian yang jauh lebih besar dari zat-zat anorganik. Zat-zat organik yang membentuk sel dapat dikelompokkan menjadi karbohidrat, lemak, protein, asam lemak dan pigmen.

Perbandingan jumlah zat-zat tersebut antara sel hewan dan tumbuhan adalah :

	Sel hewan	Sel tumbuhan
Air	67%	75%
Protein	15%	2%
Lemak	13%	1%
Mineral	4%	2%
Karbohidrat	1%	20%

Secara umum sel hewan banyak mengandung protein dan lemak. Sedangkan pada sel tumbuhan banyak air dan karbohidrat. Hal ini disebabkan sel tanaman mempunyai dinding sel yang mengandung banyak selulosa. Unsur-unsur umumnya terdapat dalam sel berupa ion-ion, baik kation maupun anion.

Kation : Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+}

Anion : CO_3^{3-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^-

Antara ion-ion itu bersenyawa beraneka ragam sehingga membentuk sekitar 25 macam garam mineral dan banyak juga ion itu bersenyawa dengan bahan organik, seperti Fe dan sitokrom dan haemoglobin, Mg dalam klorofil.

- Ca, paling banyak terdapat dalam sel, terutama pada tulang dan gigi, ionnya terdapat dalam cairan dalam tubuh untuk koagulasi darah, kegiatan jantung, otot, syaraf dan permeable membrane.
- Mg. 70% bergabung dengan Ca, P dan garam pembentuk tulang dan juga membran klorofil.
- Na, merupakan komponen utama kation cairan intraseluler, bekerja sama dengan Cl dan HCO_3^- mengatur perimbangan asam dan basa, tekanan osmose cairan tubuh.
- K, komponen utama kation cairan intraseluler (plasma sel) terdapat juga dalam cairan intraseluler karena mempengaruhi kegiatan otot terutama otot jantung.
- P, kebanyakan bergabung dengan Ca dalam tulang dan gigi (80%), 10% lagi tersebar dalam berbagai komponen kimia lain seperti asam inti.
- Cl, sebagai komponen garam dapur (NaCl), perlu untuk perimbangan kadar air dan tekanan osmosis, juga untuk perimbangan asam basa.
- Fe, untuk pernapasan seluler, unsur pembuat haemoglobin.
- Cu, membina beberapa enzim atau berperan untuk aktivator. Untuk sintesa Hb perlu kehadiran Cu, fungsi lain membentuk tulang.
- F, terdapat pada tulang dan gigi.
- Co, untuk pembuatan darah, ikut dalam susunan vitamin B12.

2. BAHAN ORGANIK

a. **Karbohidrat**, Terdiri atas tiga unsur C, H, O, menurut susunan molekulnya dapat dibagi menjadi 3 golongan :

1. *Polisakarida*

Rumus molekulnya $(C_6H_{12}O_5)_x$ terdiri dari rangkaian molekul sakarida $C_6H_{10}O_5$ x nya puluhan sampai ribuan. Yang termasuk polisakarida adalah:

- amilum (pati) terdiri 20-30 unit sakarida.
- selulosa (zat kayu) yang membina dinding sel mengandung kira-kira 2000 gugus glukosa, berbentuk rantai lurus, tidak larut dalam air dan sukar dicernakan karena mengandung ikatan β , misalnya pada dinding sel tumbuhan.
- Glikogen, polisakarida yang terdapat khusus pada sel hewan, mengandung beberapa ribu glukosa, berbentuk rantai bercabang-cabang dan mudah dicernakan.

2. *Disakarida*, dimana molekulnya terdiri dari dua satuan sakarida. Rumus molekulnya $C_{12}H_{22}O_{11}$. Kalau dihidrolisis pecah menjadi monosakarida. Yang termasuk kelompok ini adalah .

- Sukrosa, gula tebu terdapat pada susu.
- Laktosa, gula susu terdapat pada susu
- Maltosa, gula anggur, terdapat pada hasil peragian polisakarida yang terkandung dalam biji-bijian.
- Selobiosa, hasil hidrolisa selulosa.

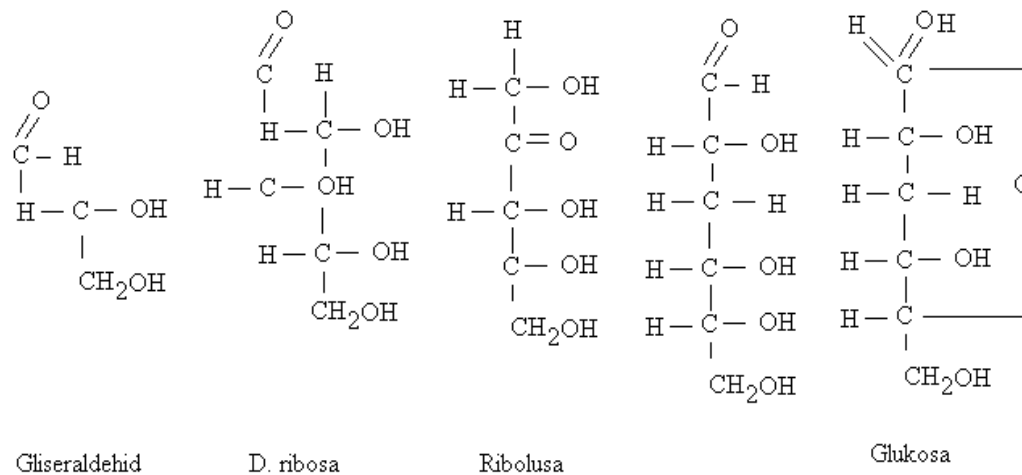
Kebanyakan tumbuhan banyak mengangkut karbohidrat berupa sukrosa. Disakarida oleh enzim katalis disacharace pecah menjadi monosakarida.

3. *Monosakarida* rumus molekulnya $C_nH_{2n}O_n$, nilai n antara 3 dan 6 atom C. terdiri atas 1 molekul sakarida. Ada 4 golongan :

N = 3, $C_3H_6O_3$ = triosa misal gliseraldehida

N = 5, $C_5H_{10}O_5$ = pentosa, missal ribose, ribulosa.

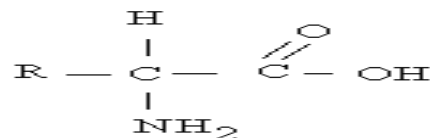
N = 6, $C_6H_{12}O_6$ = heksosa, misalnya glukosa,fruktosa, galaktosa.



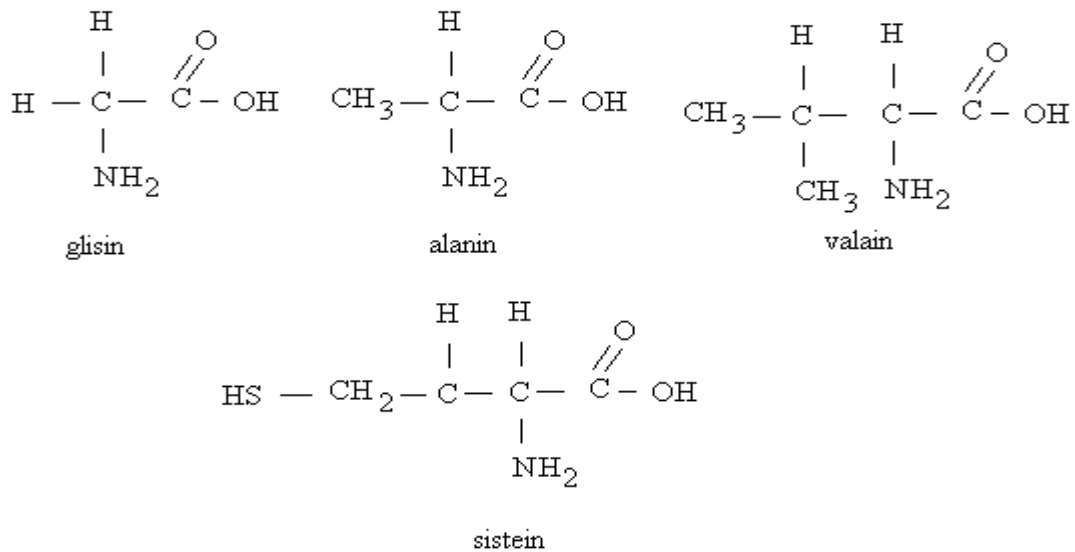
b. Protein

Terdiri dari atas unsur-unsur : C, H, O, N. beberapa jenis protein asam aminonya terikat pada unsur S dan P terletak diantara rangkaian asam amino itu. Unsur N adalah ciri protein yang membedakan dari karbohidrat dan lemak. Dibina oleh polimer asam amino yang panjang. Rangkaian protein terdiri dari puluhan sampai ribuan asam amino. Ini sebabnya molekul protein dikenal sebagai molekul yang besar. Lebih besar dari karbohidrat dan lemak.

Protein merupakan suatu rantai panjang dari asam amino yang merupakan dasar dari protein. Ada kira-kira 20 macam, sehingga dalam protein membentuk rangkaian, dengan kombinasi dan urutan yang sangat banyak macamnya. Bahkan dapat dikatakan macam protein tak terhingga. Asam amino mengandung gugus karboksil (COOH) dengan gugus amino (NH₂) dengan rumus umum :

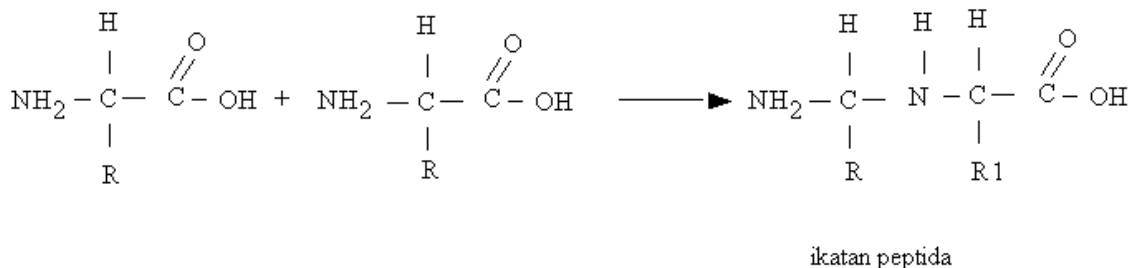


R dapat bermacam-macam, misalnya *glisin*, *alanin*, *valin*, *sistein* dan sebagainya.



Rumus Bangun Beberapa Protein

Pada protein asam-asam amino tersebut terikat oleh ikatan peptida. Rumus bangunnya dapat dituliskan sebagai berikut :



Rantai polipeptida ini bentuknya dapat bermacam-macam, dapat berbentuk rantai lurus, dapat pula berbelok-belok karena antara asam amino yang satu dengan yang lainnya terdapat ikatan, misalnya ikatan hidrogen. Dengan demikian ada protein yang berbentuk serabut dan ada yang berbentuk globular.

Protein serabut biasanya tidak larut dalam air. Misalnya : miosin pada otot dan keratin pada kulit. Protein globular misalnya : globulin , albumin (larut dalam plasma darah).

c. Lemak (lipid)

Molekulnya terdiri atas gliserol dan tiga gugus asam lemak. Asam lemak adalah rantai karbon yang pada ujungnya terdapat gugus karboksil (COOH) seperti asam format (HCOOH) dan asam asetat (CH₃COOH).

Pada umumnya asam lemak yang berbentuk lemak mempunyai rantai karbon yang panjang, dapat berupa asam lemak yang jenuh, tidak ada ikatan rangkap maupun asam lemak tak jenuh (ada satu atau beberapa ikatan rangkap).

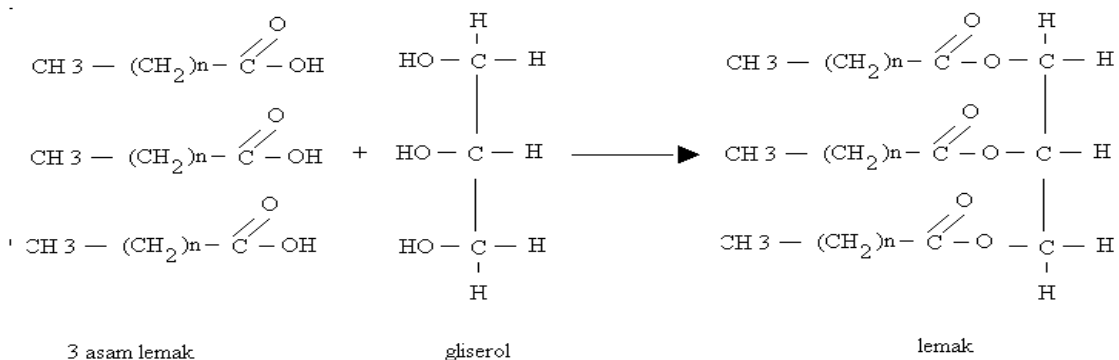
Misalnya : asam palmitat, C = 16, CH₃-(CH₂)₁₄-COOH

asam asetat, C = 18, CH₃-(CH₂)₁₆-COOH

asam oleat, C = 18, dengan satu ikatan rangkap/asam lemak tak jenuh

CH₃-(CH₂)₇-CH=CH-(CH₂)₇-COOH

Asam-asam lemak tadi dengan gliserol akan membentuk lemak dengan melepaskan air. Reaksinya dapat dilihat dibawah ini :



Lemak adalah zat yang tidak mudah larut dalam air tetapi larut dalam pelarut-pelarut organik seperti etanol dan eter. Di dalam sel lemak yang merupakan sumber energi kimia yang besar ini biasanya merupakan makanan cadangan disamping pula dapat pula sebagai isolator panas. Disamping lemak dalam bentuk lipida terdapat juga beberapa senyawa lainnya yang juga tidak larut dalam air, misalnya fosfolipid dan steroid.

d.Asam Lemak

Asam lemak dapat dibagi menjadi dua kelompok :

- a. asam lemak jenuh : CH_{2n+1} COOH
- b. asam lemak tak jenuh : C_nH_{2n-2} COOH

Pada asam lemak jenuh setiap atom C mengandung atom H penuh (C-C), contoh : asam palmitat, stearat. Sedangkan pada asam lemak tak jenuh ada atom C yang berikatan ganda (C=C) karena kurang atom H, contoh : asam oleat, linoleat.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan pembagian karbohidrat menurut susunan molekulnya !
2. Jelaskan unsur-unsur yang menyusun protein !
3. Jelaskan pembagian protein !
4. Berikan contoh-contoh dari protein !

5. Apakah yang dimaksud dengan asam lemak tak jenuh dan asam lemak jenuh !
6. Apakah yang merupakan sumber energi bagi sel !
7. Jelaskan bagaimana asam-asam amino menyusun suatu protein !
8. Bedakan komposisi kimia anorganik dan organik dari sel !
9. Jelaskan kegunaan garam mineral dalam sel !
10. Buatlah gambar rumus umum dari karbohidrat !
11. Jelaskan apa kegunaan dari karbohidrat pada makhluk hidup!

Jawab :

1. *Polisakarida*

Rumus molekulnya $(C_6H_{12}O_5)_x$ terdiri dari rangkaian molekul sakarida $C_6H_{10}O_5$ x nya puluhan sampai ribuan. Yang termasuk polisakarida adalah:

- amilum (pati) terdiri 20-30 unit sakarida.
 - selulosa (zat kayu) yang membina dinding sel mengandung kira-kira 2000 gugus glukosa, berbentuk rantai lurus, tidak larut dalam air dan sukar dicernakan karena mengandung ikatan β , misalnya pada dinding sel tumbuhan.
 - Glikogen, polisakarida yang terdapat khusus pada sel hewan, mengandung beberapa ribu glukosa, berbentuk rantai bercabang-cabang dan mudah dicernakan.
3. *Disakarida*, dimana molekulnya terdiri dari dua satuan sakarida. Rumus molekulnya $C_{12}H_{22}O_{11}$. Kalau dihidrolisis pecah menjadi monosakarida. Yang termasuk kelompok ini adalah .
- Sukrosa, gula tebu terdapat pada susu.
 - Laktosa, gula susu terdapat pada susu
 - Maltosa, gula anggur, terdapat pada hasil peragian polisakarida yang terkandung dalam biji-bijian.
 - Selobiosa, hasil hidrolisa selulosa.

Kebanyakan tumbuhan banyak mengangkut karbohidrat berupa sukrosa. Disakarida oleh enzim katalis disacharace pecah menjadi monosakarida.

4. *Monosakarida* rumus molekulnya $C_nH_{2n}O_n$, nilai n antara 3 dan 6 atom C. terdiri atas 1 molekul sakarida. Ada 4 golongan :

N = 3, $C_3H_6O_3$ = triosa misal gliseraldehida

N = 5, $C_5H_{10}O_5$ = pentosa, missal ribose, ribulosa.

N = 6, $C_6H_{12}O_6$ = heksosa, misalnya glukosa,fruktosa, galaktosa.

2. C, H, O,N

3. Serabut (tidak larut dalam air) dan globular (larut dala plasma darah)

4. miosin pada otot dan keratin pada kulit. Protein globular misalnya : globulin , albumin (larut dalam plasma darah).

5. Pada asam lemak jenuh setiap atom C mengandung atom H penuh (C-C), contoh : asam palmitat, stearat. Sedangkan pada asam lemak tak jenuh ada atom C yang berikatan ganda (C=C) karena kurang atom H, contoh : asam oleat, linoleat.
6. Karbohidrat