



**MODUL MATA KULIAH BIOLOGI SEL  
(NCA 103)**

Topik :

**KOMPONEN KIMIA PENYUSUN TUBUH**

DISUSUN OLEH :

Dr. TITTA NOVIANTI, S.Si., M.Biomed.

Universitas  
**Esa Unggul**  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2020

## Komponen Kimia Penyusun Tubuh

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

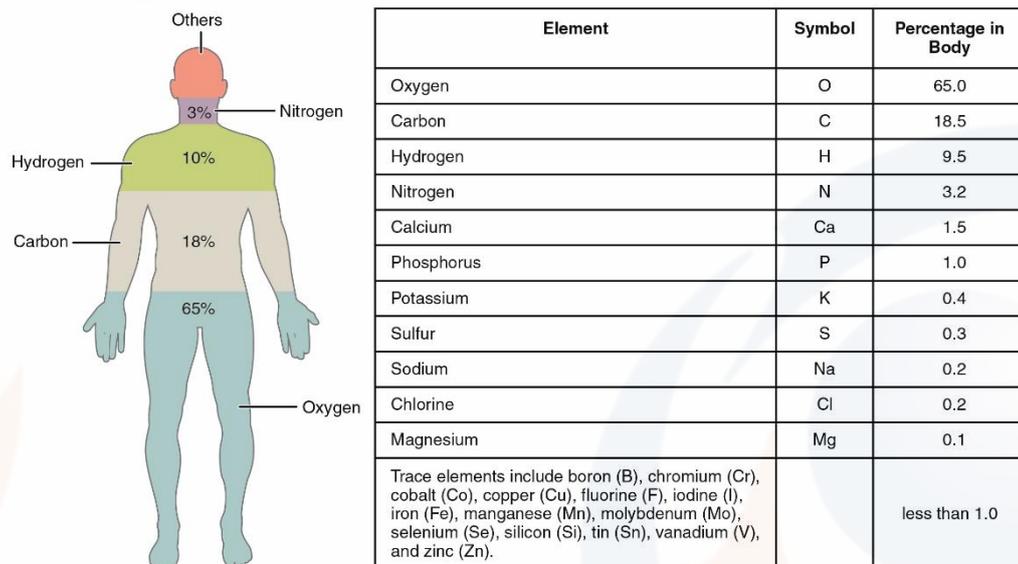
Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan berbagai komponen kimia penyusun tubuh
2. Menganalisis kaitan komponen kimia penyusun tubuh sebagai pendukung kehidupan makhluk hidup

### B. Uraian

#### 1. Pengertian

Semua makhluk hidup dari plankton, bakteri, mamalia, aves hingga primata, terdiri dari struktur pembentuk makhluk hidup yang disebut dengan sel. Sel merupakan sistem terkecil dari suatu makhluk hidup. Unsur-unsur kimia penyusun sel adalah karbohidrat, protein, lemak, asam nukleat, air, vitamin dan mineral. Unsur kimia organik yaitu karbohidrat, protein, lemak dan asam nukleat. Adapun unsur kimia anorganik adalah air, vitamin dan mineral.



Gambar 1. Komponen kimia penyusun tubuh

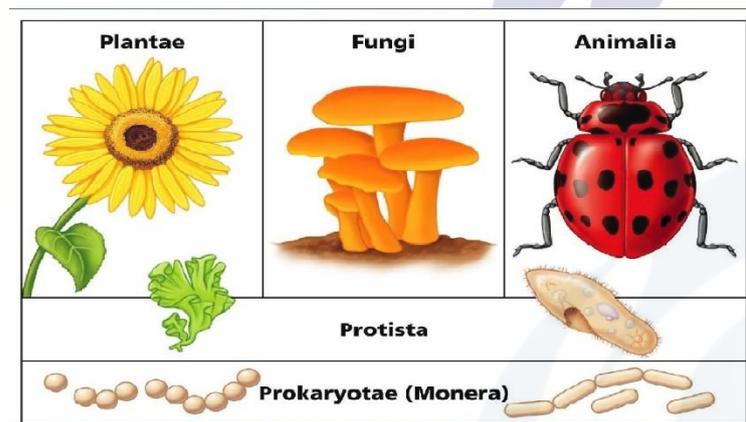
Seluruh bagian sel tersusun atas beberapa komponen senyawa kimiawi. Kegiatan dan kehidupan sel merupakan akibat dari reaksi-reaksi kimia atau metabolisme yang berlangsung di dalam sel. Komponen kimiawi sel yang meliputi seluruh aktivitas sel

tersebut dikenal dengan nama protoplasma. Protoplasma merupakan substansi kompleks yang tersusun atas unsur-unsur kimia.

Meskipun sebagian besar protoplasma terdiri atas air, namun bahan yang memberi ciri pada strukturnya justru adalah protein dan beberapa senyawa kimia lain. Bentuk senyawa dari komponen kimiawi penyusun sel (protoplasma) tersebut dapat berupa senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik dalam komponen sel bisa berupa karbohidrat, lemak, protein, dan asam nukleat. Sedangkan komponen senyawa anorganiknya bisa berupa air, vitamin, ataupun mineral.

Sel adalah unit terkecil dari suatu sistem kehidupan, unit structural, dan fungsional dasar penyusun makhluk hidup. Setiap sel tersusun oleh membran sel dan sitoplasma yang berisi organel-organel sel. Menurut teori sel, semua makhluk hidup tersusun oleh satu atau lebih sel. Semua sel berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya. Semua fungsi vital organisme berlangsung di dalam sel dan semua sel mengandung informasi genetik yang diperlukan untuk menjalankan dan mengendalikan semua fungsi sel dan untuk menurunkan informasi genetik dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Berdasarkan jumlah sel penyusunnya, makhluk hidup dapat dibedakan menjadi makhluk uniseluler dan multiseluler. Makhluk uniseluler adalah makhluk yang tubuhnya hanya tersusun oleh satu sel, misalnya bakteri, ganggang hijau serta beberapa jenis protozoa dan jamur mikroskopik. Makhluk multiseluler adalah makhluk yang tubuhnya tersusun dari lebih satu sel, misalnya jamur, tumbuhan, hewan dan manusia.



Gambar 2. Organisme uniseluler (prokariota dan Protista) dan organisma multiseluler (tanaman, jamur dan hewan)

## 2. Komponen kimiawi penyusun sel

Biomolekul adalah senyawa-senyawa yang bermolekul besar dan kecil yang berhubungan dengan senyawa kimia dalam sistem hidup. Sebagian besar (99%) dari unsur-unsur biomolekul adalah karbon, nitrogen, oksigen dan hidrogen serta fosfor dan belerang. Urutan pembentukannya adalah dari molekul sederhana ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,

molekul organik sederhana), molekul pembangun (asam amino, gula sederhana, mononukleotida, asam lemak), molekul makro/polimer (protein, polisakarida, monomer penyusun DNA dan RNA, lipida), organel dan agregat supra molekul dan akhirnya membentuk sel.

Semua proses kimia yang terjadi dalam sel adalah katabolisme dan anabolisme yang sama-sama berjalan dan dikendalikan oleh enzim. Senyawa dasar dalam sel hidup secara tahap diubah ke dalam senyawa yang lebih kompleks baik fungsi maupun strukturnya. Molekul sederhana terutama CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan nitrogen atmosferik diubah melalui senyawa dasar menjadi satuan penyusun oleh jasad/sel hidup. Satuan penyusun ini bergabung melalui ikatan kovalen menjadi makromolekul dan selanjutnya membentuk molekul yang lebih besar lagi adalah supramolekul.

Penggabungan senyawa dasar sehingga terbentuk supramolekul dan selanjutnya menjadi organel diatur dan dikendalikan oleh semua sistem multi enzim. Ciri-ciri hidup adalah sangat terorganisasi dan sangat kompleks (tiap komponen mempunyai fungsi yang sangat spesifik), mempunyai kemampuan untuk mengekstrak energi dari sekelilingnya, dapat menurunkan sifat atau dapat mereplikasi dirinya sendiri dengan tepat dan terencana. Unsur-unsur utama penyusun tubuh adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan nitrogen (N).

Selain itu masih terdapat beberapa unsur lain yaitu: kalsium (Ca), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), natrium (Na), klor (Cl), magnesium (Mg), besi (Fe), mangan (Mn) dan iodium (I). Rincian dari unsur-unsur tersebut tercantum pada tabel berikut.

Tabel 1. Perkiraan Komposisi Dasar Tubuh Manusia (Berdasarkan Berat Kering)

No	Unsur	Persentase	No	Unsur	Persentase
1	Karbon	50	8	Sulfur	0,8
2	Oksigen	20	9	Natrium	0,4
3	Hidrogen	10	10	Klor	0,4
4	Nitrogen	8,5	11	Magnesium	0,1
5	Kalsium	4	12	Besi	0,01
6	Fosfor	2,5	13	Mangan	0,001
7	Kalium	1	14	Iodium	0,00005

Unsur-unsur penyusun tubuh sebagaimana disebutkan di atas banyak yang membentuk molekul-molekul besar yang kompleks di dalam tubuh. Di antara biomolekul-biomolekul kompleks tersebut yang merupakan biomolekul kompleks utama adalah DNA, RNA, protein, polisakarida dan lipid. Biomolekul kompleks tersusun atas molekul-molekul sederhana, seperti terinci pada tabel berikut.

Tabel 2. Biomolekul-Biomolekul Utama di dalam Tubuh Manusia

Biomolekul	Molekul Pembangun	Fungsi Utama
DNA RNA Protein	Deoksiribonukleotida Ribonukleotida Asam amino	Materi genetik Sintesis protein Sangat banyak, umumnya menjadi bagian dari sel yang melangsungkan kerja (enzim, unsur kontraktilitas dll.)
Polisakarida berupa glikogen Lipid	Glukosa Asam lemak	Simpanan energi jangka pendek. Sangat banyak, misalnya simpanan energi jangka panjang, komponen membran sel dll.

Komponen-komponen utama penyusun tubuh terdiri atas air, protein, lemak, mineral serta karbohidrat.

Tabel 3 Rincian komponen penyusun tubuh

No	Komponen	Berat (kg)	Persentase
1	Air	40	61,6
2	Protein	11	17,0
3	Lemak	9	13,8
4	Mineral	4	6,1
5	Karbohidrat	1	1,5

### 1) Karbohidrat

Komponen kimiawi sel yang pertama adalah karbohidrat. Karbohidrat sangat vital untuk proses-proses fisiologi dalam sel makhluk hidup. Pada tumbuhan, karbohidrat dibentuk oleh sel-sel yang memiliki hijau daun (kloroplas mengandung klorofil) melalui proses fotosintesis.

Berdasarkan fungsinya, karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi karbohidrat sederhana (sebagai sumber energi di dalam sel), karbohidrat rantai pendek (sebagai cadangan energi), serta karbohidrat rantai panjang (sebagai komponen struktural organel dan bagian sel lainnya). Sedangkan berdasarkan struktur ikatan molekulnya, karbohidrat digolongkan menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida.

Secara biokimia, karbohidrat adalah polihidroksil-aldehida atau polihidroksil-ke-ton, atau senyawa yang menghasilkan senyawa-senyawa ini bila dihidrolisis. Karbohidrat

mengandung gugus fungsi karbonil (sebagai aldehida atau keton) dan banyak gugus hidroksil.

Pada awalnya, istilah karbohidrat digunakan untuk golongan senyawa yang mempunyai rumus  $(CH_2O)_n$ , yaitu senyawa-senyawa yang  $n$  atom karbonnya tampak terhidrasi oleh  $n$  molekul air. Namun demikian, terdapat pula karbohidrat yang tidak memiliki rumus demikian dan ada pula yang mengandung nitrogen, fosforus, atau sulfur. Di dalam tubuh makhluk hidup, karbohidrat mempunyai fungsi utama sebagai sumber energi, namun di samping itu beberapa senyawa karbohidrat juga merupakan pembentuk struktur tubuh, misalnya selulosa yang merupakan komponen utama dinding sel tumbuhan dan chitin yang banyak ditemukan pada cangkang serangga dan dinding sel jamur.

Karbohidrat juga ditemukan pada setiap sel makhluk hidup yang berperan antara lain sebagai alat komunikasi sel. Karbohidrat mempunyai fungsi utama sebagai sumber energi dan pembentuk struktur tubuh. Secara rinci, pokok bahasan yang akan kita diskusikan pada modul 2 ini meliputi definisi, klasifikasi dan struktur karbohidrat. Selanjutnya, akan dibahas juga tentang ikatan glikosidik, daya reduksi dan proses metabolisme karbohidrat.



Gambar 3. Molekul karbohidrat

## 2) Lemak

Komponen kimiawi sel selanjutnya ialah lemak. Lemak dibangun oleh gliserol dan asam lemak. Lemak mempunyai sifat tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut organik, seperti kloroform, eter, dan alkohol. Dalam sel hidup, lemak berfungsi sebagai komponen utama membran plasma, pembentukan hormon, dan pembentukan vitamin.

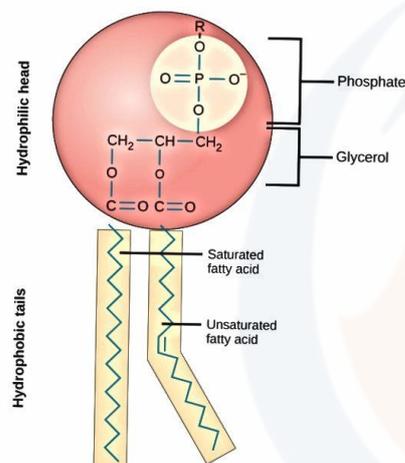
Lipid merupakan kelompok senyawa yang penting bagi kelangsungan hidup. Tubuh manusia mengandung kurang lebih 15% lipid. Fungsinya sebagai sumber energi, cadangan energi dalam bentuk triasilgliserol, sebagai insulator yaitu penahan panas agar suhu tubuh dapat dipertahankan dalam kondisi normal. Fosfolipid dan kolesterol adalah senyawasenyawa penting yang membentuk membran sel dan prekursor hormon-hormon

seksual. Lipid juga ada yang berperan sebagai vitamin yaitu A,D,E,K. Vitamin-vitamin ini mempunyai struktur kimia yang berbeda satu sama lain, namun mempunyai satu kesamaan yaitu sukar larut di dalam air namun mudah larut dalam pelarut organik. Lipid merupakan sumber energi dan memiliki sifat mudah larut dalam pelarut organik dan sukar larut dalam air.

Lipid merupakan kelompok senyawa yang penting sebagai sumber cadangan energi utama bagi makhluk hidup, seperti triasilgliserol. Disamping itu juga berperan sebagai insulator yang berfungsi sebagai penahan panas agar suhu tubuh dapat dipertahankan dalam keadaan normal. Fosfolipid dan kolesterol, senyawa-senyawa penting yang membentuk membran sel dan prekursor hormon seksual. Lipid juga ada yang berperan sebagai vitamin yaitu vitamin-vitamin yang larut dalam lipid seperti A, D, E, K. Lemak adalah kelompok senyawa heterogen yang berkaitan, baik secara aktual maupun potensial dengan asam lemak.

Lipid mempunyai sifat umum yang relatif tidak larut dalam air dan larut dalam pelarut non polar seperti eter, kloroform, dan benzena. Dalam tubuh, lemak berfungsi sebagai sumber energi yang efisien secara langsung dan secara potensial bila disimpan dalam jaringan adiposa. Lemak berfungsi sebagai penyekat panas dalam jaringan subkutan dan sekeliling organ-organ tertentu, dan lipin nonpolar bekerja sebagai penyekat listrik yang memungkinkan perambatan cepat gelombang depolarisasi sepanjang syaraf bermialin.

Klasifikasi lemak terdiri dari : lemak sederhana, lemak campuran dan lemak turunan (derived lipid). Lemak sederhana adalah ester asam lemak dengan berbagai alkohol. Lemak sederhana terdiri dari lemak dan lilin. Lemak merupakan ester asam lemak dengan gliserol. Lemak dalam tingkat cairan dikenal sebagai minyak oli. Lilin (waxes) adalah ester asam lemak dengan alkohol monohidrat yang mempunyai berat molekul lebih besar.



Gambar 4. Struktur molekul lipid yang terdiri dari lemak dan gliserol

### 3) Protein

Protein merupakan komponen kimiawi sel yang memiliki susunan sangat kompleks. Pada sel hidup protein memiliki dua peran penting, yaitu peran katalitik dan peran mekanik. Peran katalitik ditunjukkan oleh enzim, sedangkan peran mekanik ditunjukkan oleh protein otot.

Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul besar yang terdiri dari asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang kala sulfur serta fosfor. Protein berperan penting dalam pembentukan struktur, fungsi, regulasi sel-sel makhluk hidup dan virus. Protein juga bekerja sebagai neurotransmitter dan pembawa oksigen dalam darah (hemoglobin). Protein juga berguna sebagai sumber energi tubuh. Protein merupakan salah satu biomolekul raksasa, selain polisakarida, lipid, dan polinukleotida, yang merupakan penyusun utama semua makhluk hidup. Pada manusia, protein menyumbang dari 20% berat total tubuh. Protein ibaratnya seperti sebuah mesin, mesin yang menjaga dan menjalankan fungsi tubuh semua makhluk hidup. Tubuh manusia terdiri dari sekitar 100 trilyun sel, masing-masing sel memiliki fungsi yang spesifik. Setiap sel memiliki ribuan protein berbeda, yang bersama-sama membuat sel melakukan tugasnya. Protein tersusun dari monomer-monomer asam amino. Di dalamnya memiliki gugus karboksil dan gugus amino.

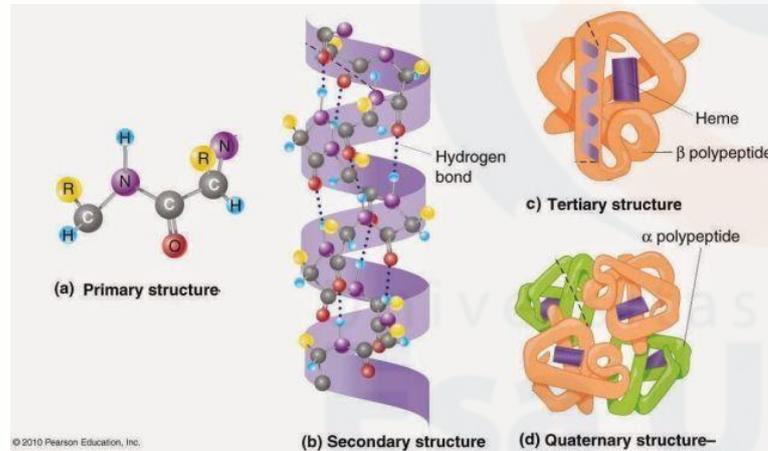
Protein adalah biomakromolekul selain karbohidrat dan lipid yang memiliki peranan penting dalam kehidupan. Peran dan fungsi protein sebagai pertahanan tubuh, protein transport, protein struktural, enzim, hormon, reseptor, pertahanan tubuh dan cadangan energi.

Protein merupakan makromolekul yang menyusun lebih dari separuh bagian dari sel. Protein menentukan ukuran dan struktur sel, komponen utama dari sistem komunikasi antar sel serta sebagai katalis berbagai reaksi biokimia di dalam sel. Karena itulah sebagian besar aktivitas penelitian biokimia tertuju pada protein, khususnya hormon, antibodi dan enzim. Semua jenis protein terdiri dari rangkaian dan kombinasi dari 20 asam amino.

Setiap jenis protein mempunyai jumlah dan urutan asam amino yang khas. Di dalam sel, protein terdapat baik pada membran plasma maupun membran internal yang menyusun organel sel seperti mitokondria, retikulum endoplasma, nukleus dan badan golgi dengan fungsi yang berbeda-beda tergantung pada tempatnya. Protein-protein yang terlibat dalam reaksi biokimia sebagian besar berupa enzim banyak terdapat di dalam sitoplasma dan sebagian terdapat pada kompartemen dari organel sel.

Protein merupakan kelompok biomakromolekul yang sangat heterogen. Ketika berada di luar makhluk hidup atau sel, protein sangat tidak stabil. Protein merupakan

komponen utama bagi semua benda hidup termasuk mikroorganisme, hewan dan tumbuhan. Protein merupakan rangkaian gabungan 22 jenis asam amino. Protein ini memainkan berbagai peranan dalam benda hidup dan bertanggungjawab untuk fungsi dan ciri-ciri benda hidup.

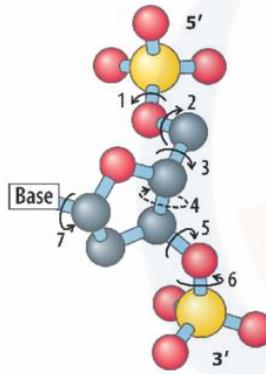


Gambar 5. Struktur senyawa protein

#### 4) Asam Nukleat

Dalam komponen kimiawi sel, asam nukleat merupakan materi inti. Ada dua macam asam nukleat, yaitu asam ribonukleat (RNA) dan asam deoksiribonukleat (DNA). Fungsi asam nukleat adalah untuk mengontrol aktivitas sel dan membawa informasi genetik. Asam nukleat merupakan polimer nukleotida. Hidrolisis nukleotida akan menghasilkan fosfat, gula pentosa (yaitu ribosa atau deoksiribosa), serta basa nitrogen (basa organik).

Hasil ekspresi dari terjemahan dari susunan basa DNA dalam gen akan membentuk rangkaian asam amino. Asam amino adalah unit dasar dari struktur protein. Semua asam amino sekurang-kurangnya mempunyai satu gugus asam karboksil (-COOH) satu gugus amino (-NH<sub>2</sub>) pada posisi alfa dari rantai karbon yang asimetris, sehingga dapat terjadi beberapa isomer. Walaupun lebih dari 100 jenis asam amino yang berbeda yang telah diisolasi dari bahan-bahan biologi, tapi hanya ada 25 jenis yang sering dijumpai dalam protein. Dengan adanya dua gugusan tersebut, asam amino dapat bertindak sebagai buffer yang berfungsi menahan perubahan pH. Seperti halnya karbohidrat sederhana, asam amino mempunyai sifat optik aktif dengan adanya isomerisasi. Asam amino dalam larutan bersifat amfoter yaitu dapat bereaksi dengan asam basa tergantung dari lingkungannya. Struktur asam amino terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7 Struktur asam nukleat yang terdiri dari basa-basa

## 5) Air

Air adalah senyawa utama komponen kimiawi sel yang jumlahnya terbesar dalam menyusun sel (50 – 65% berat sel). Air adalah komponen esensial cairan tubuh yang terdiri dari plasma darah, cairan intrasel (sitoplasma), dan cairan ekstrasel. Air dalam sel berfungsi sebagai pelarut dan katalisator beberapa reaksi biologis.

Air merupakan produk akhir utama dari metabolisme oksidatif makanan. Dalam reaksi-reaksi metabolik, air berfungsi sebagai reaktan tetapi juga sebagai produk. Air juga menjadi pelarut biologis yang ideal. Air sangat mempengaruhi semua interaksi molekuler dalam sistem biologi.

Air mempunyai 2 sifat penting secara biologis yaitu sifat polar dan sifat kohesif.

a. Air merupakan molekul polar.

Secara tiga dimensi, air merupakan molekul tetrahedron tak beraturan dengan oksigen pada bagian pusatnya. Dua buah ikatan dengan hidrogen diarahkan ke dua sudut tetrahedron, sementara elektron-elektron yang tidak dipakai bersama pada kedua orbital terhibridasi  $sp^3$  menempati 2 sudut sisanya. Molekul air membentuk molekul bipolar (dua kutub). Sisi oksigen yang berlawanan dengan dua atom hidrogen cenderung bermuatan negatif karena mengandung lebih banyak elektron. Sedangkan di sisi hidrogen cenderung bermuatan positif.

b. Air bersifat sangat kohesif.

Molekul-molekul air yang berdekatan memiliki afinitas yang tinggi satu sama lainnya. Daerah bermuatan positif dan satu molekul air cenderung akan mengarahkan diri kepada daerah bermuatan negatif pada salah satu molekul didekatnya. Air beku mempunyai struktur kristal yang sangat teratur di mana seluruh ikatan hidrogen potensial memang terbentuk. Air cair mempunyai struktur yang setengah teratur dengan kelompok-kelompok molekul berikatan hidrogen yang secara terus menerus terbentuk dan terpecah

Air merupakan pelarut yang sangat baik bagi molekul-molekul polar. Air sangat memperlemah ikatan ionik dan ikatan hidrogen antara molekul-molekul polar dengan cara

bersaing daya tarik. Di dalam sel, air terdapat dalam dua bentuk, yaitu bentuk bebas dan bentuk terikat. Air dalam bentuk bebas mencakup 95% dari total air di dalam sel. Umumnya air berperan sebagai pelarut dan sebagai medium dispersi sistem koloid. Air dalam bentuk terikat mencakup 4-5% dari total air di dalam sel. Kandungan air pada berbagai jenis sel bervariasi di antara tipe sel yang berbeda.

Air merupakan medium tempat berlangsungnya transpor nutrisi, reaksi-reaksi enzimatik metabolisme sel dan transpor energi kimia. Di dalam sel hidup, kebanyakan senyawa biokimia dan sebagian besar dari reaksi-reaksinya berlangsung dalam lingkungan cair. Air berperan aktif dalam banyak reaksi biokimia dan merupakan penentu penting dari sifat-sifat makromolekul seperti protein.

Karena struktur air mempunyai produk ionisasinya seperti ion  $O^+$  dan  $H^-$  maka sangat mempengaruhi berbagai sifat komponen penting sel seperti enzim, protein, asam nukleat, dan lipida. Hal yang sering muncul sebagai contoh, aktivitas katalitik enzim sangat tergantung pada konsentrasi ion  $H^+$  dan  $OH^-$ . Karena itulah, semua aspek dari struktur dan fungsi sel harus beradaptasi dengan sifat-sifat fisik dan kimia air.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa air merupakan komponen sel yang dominan dan berfungsi untuk: Pelarut berbagai zat organik dan anorganik, misalnya berbagai jenis ion-ion, glukosa, sukrosa, asam amino, serta berbagai jenis vitamin.

- 1) Bahan peng suspensi zat-zat organik dengan molekul besar seperti protein, lemak, dan pati. Dalam hal tersebut, air merupakan medium dispersi dari sistem koloid protoplasma.
- 2) Air merupakan media transpor berbagai zat yang terlarut atau yang tersuspensi untuk berdifusi atau bergerak dari suatu bagian sel ke bagian sel yang lain.
- 3) Air merupakan media berbagai proses reaksi-reaksi enzimatik yang berlangsung di dalam sel.
- 4) Air digunakan untuk mengabsorpsi panas dan mencegah perubahan temperatur yang drastis atau mendadak di dalam sel.
- 5) Air sebagai bahan baku untuk reaksi hidrolisis dan sintesis karbohidrat misal dalam fotosintesis.

Sisi oksigen yang berhadapan dengan dua hidrogen relatif kaya akan elektron, sedangkan pada sisi lainnya, inti hidrogen yang relatif tidak ditutupi membentuk daerah dengan muatan positif sehingga dikatakan bahwa molekul air bersifat dipolar atau dwi kutub karena pemisahan muatan tersebut maka dua molekul air dapat tertarik satu dengan yang lainnya oleh gaya elektrostatik di antara muatan negatif sebagian pada atom oksigen dari suatu molekul air dan muatan positif sebagian pada atom hidrogen dari molekul air yang lain.

Jenis interaksi elektrostatik ini disebut ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen segera terbentuk antara atom yang bersifat elektronegatif, biasanya atom oksigen atau nitrogen, dan suatu atom hidrogen yang berikatan kovalen dengan atom elektronegatif lainnya pada molekul yang sama atau molekul lain. Atom hidrogen yang berikatan dengan atom elektronegatif kuat seperti oksigen cenderung mempunyai muatan positif kuat sebagian. Akan tetapi, atom hidrogen yang berikatan kovalen dengan atom karbon yang tidak bersifat elektronegatif tidak berpartisipasi dalam pembentukan ikatan hidrogen.

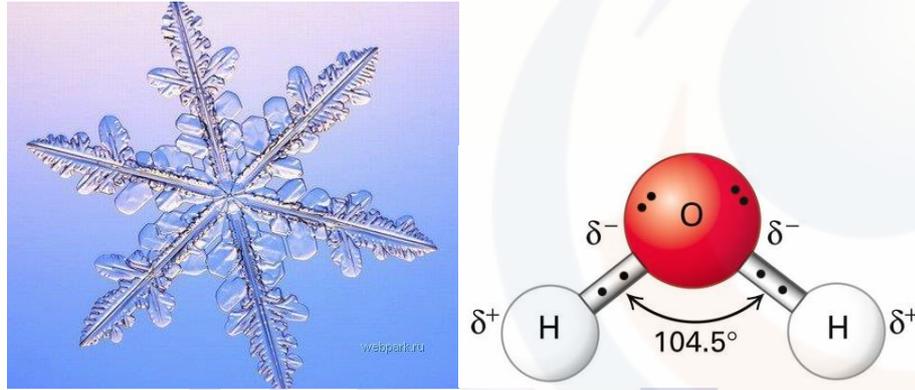
Pada es, molekul H<sub>2</sub>O terikat secara ikatan hidrogen berjumlah 4 molekul H<sub>2</sub>O yang lain dalam suatu deretan tiga dimensi yang teratur sehingga es kurang padat dan memiliki massa lebih kecil dari pada air. Dalam sistem hidup, ikatan hidrogen berperan penting, contohnya protein dan asam nukleat. Sifat-sifat air yang tepat bagi sistem hidup adalah;

- 1) Kalor penguapan contohnya keringat
- 2) Kalor jenis contohnya air sebagai buffer panas yang baik
- 3) Titik didih contohnya air tetap cair walaupun pada suhu fisiologik .

Jumlah gugus polar akan mempengaruhi kelarutannya, contohnya glukosa yang mengandung lima gugus hidroksil dan cincin oksigen sangat larut dalam air. Tiap atom oksigen glukosa dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Penempelan karbohidrat ke sebagian molekul kurang larut, termasuk lipid dan basa-basa nukleotida menaikkan kelarutannya.

Saat membran pelarut permeabel memisahkan dua larutan yang mengandung konsentrasi yang berbeda, molekul pelarut berdifusi dari konsentrasi yang rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi. Proses ini disebut osmosis yang tekanannya tergantung pada konsentrasi zat terlarut dan bukan pada sifat kimianya. Dalam sel hidup, membran air permeabel memisahkan sitosol dari medium luar. Komposisi larutan intra sel cukup berbeda dari larutan ekstra sel. Contohnya sel hewan menyimpan glukosa dalam polimer glikogen yang mengandung 50.000 residu glukosa, tekanan osmotik dalam sel lebih besar sehingga

Aktivitas makhluk hidup tidak hanya bergantung pada biomolekul tetapi juga pada input energi. Makhluk hidup secara konstan mentransformasikan energi menjadi kerja yang berguna untuk mempertahankan diri, untuk tumbuh dan untuk reproduksi.



Gambar 8. Kristal molekul air dan senyawa molekul air (H<sub>2</sub>O)

## 6) Vitamin

Komponen kimiawi selanjutnya adalah vitamin. Vitamin memang dibutuhkan dalam jumlah kecil, akan tetapi ia harus ada untuk menunjang berbagai fungsi sel dalam proses metabolismenya. Peran vitamin adalah mempertahankan fungsi metabolisme, pertumbuhan, dan sebagai penghancur radikal bebas. Beberapa contoh vitamin yang saat ini telah ditemukan antara lain A, B1, B2, B3, B5, B6, B12, C, D, E, K dan H.

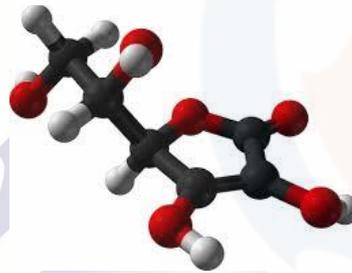
Tubuh membutuhkan Vitamin untuk tumbuh dan berkembang dengan normal. Ada 13 Vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh kita. Yaitu, Vitamin A, C, D, E, K dan Vitamin B (thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, biotin, vitamin B-6, vitamin B-12 dan folate). Vitamin bisa didapat dari makanan. Tubuh pun dapat membentuk vitamin D dan K. Namun, seseorang yang sedang menjalani diet vegetarian perlu mengonsumsi vitamin B-12 sebagai suplemen.

Setiap vitamin mempunyai fungsinya masing-masing. Bila anda kekurangan vitamin tertentu, anda bisa saja mengalami gejala penyakit tertentu. Sebagai contoh, bila anda kekurangan vitamin E, anda dapat mengalami gejala kulit kering ataupun rambut kasar. Beberapa vitamin dapat mencegah masalah kesehatan. Seperti, vitamin A yang sangat baik untuk mencegah mata rabun.

Cara terbaik untuk mendapatkan cukup vitamin adalah dengan mengonsumsi menu seimbang dengan berbagai macam makanan (karbohidrat bukan hanya dari nasi, namun jagung ataupun kentang sangat baik untuk memperkaya jenis makanan harian). Dalam kasus tertentu, anda mungkin memerlukan tambahan multivitamin untuk kesehatan yang optimal. Namun, dosis berlebihan dari beberapa vitamin pun dapat membuat anda sakit.

Vitamin terbagi kedalam kelompok larut air dan larut lemak. Memiliki peranan yang penting dalam pengaturan metabolisme dan jika defisiensi akan menyebabkan penyakit. Seperti halnya vitamin, mineral adalah nutrisi penting untuk pemeliharaan kesehatan dan

pengecahan penyakit. Mineral dan vitamin bertindak secara interaksi. Anda perlu vitamin agar mineral dapat bekerja dan sebaliknya.



Gambar 9. Struktur molekul vitamin C

## 7) Mineral

Mineral adalah komponen struktural sel yang berfungsi dalam pemeliharaan fungsi dan kerja metabolisme, pengaturan enzim, menjaga keseimbangan asam dan basa. Di dalam sel, mineral ada yang terkandung dengan jumlah yang besar (makroelemen) dan dalam jumlah sedikit (mikroelemen). Beberapa contoh mineral makroelemen misalnya kalsium, magnesium, fosfor, klor, natrium, dan belerang. Sedangkan contoh mineral mikroelemen antara lain zat besi, yodium, seng, kobalt, fluorin.

Kandungan garam-garam mineral pada berbagai tipe sel sangat bervariasi. Di dalam sel, garam-garam mineral dapat mengalami disosiasi menjadi anion dan kation. Bentuk-bentuk anion dan kation tersebut dinamakan ion. Ion-ion dapat terlarut di dalam cairan sel atau terikat secara khusus pada molekul-molekul lain seperti protein dan lipida. Secara umum, garam-garam mineral memiliki dua fungsi yaitu: a. Fungsi osmosis, dalam arti bahwa konsentrasi total garam-garam terlarut berpengaruh terhadap pelaluan air melintasi membran sel.

Fungsi yang lebih spesifik, yaitu peran seluler setiap ion terhadap struktur dan fungsi dari partikel-partikel seluler dan makromolekul. Unsur mineral merupakan salah satu komponen yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup di samping karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin, juga dikenal sebagai zat anorganik atau kadar abu. Sebagai contoh, bila bahan biologis dibakar, semua senyawa organik akan rusak; sebagian besar karbon berubah menjadi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen menjadi uap air, dan nitrogen menjadi uap nitrogen ( $\text{N}_2$ ).

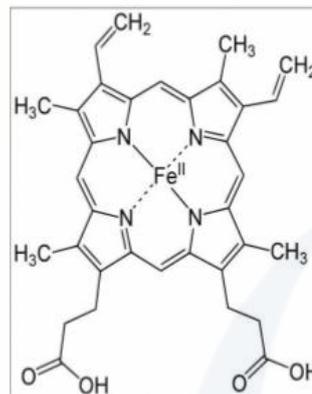
Sebagian besar mineral akan tertinggal dalam bentuk abu dalam bentuk senyawa anorganik sederhana, serta akan terjadi penggabungan antar individu atau dengan oksigen sehingga terbentuk garam anorganik. Berbagai unsur anorganik (mineral) terdapat dalam bahan biologi, tetapi tidak atau belum semua mineral tersebut terbukti esensial, sehingga ada mineral esensial dan nonesensial. Mineral esensial yaitu mineral yang sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja enzim atau

pembentukan organ. Unsur-unsur mineral esensial dalam tubuh terdiri atas dua golongan, yaitu mineral makro dan mineral mikro.

Mineral makro diperlukan untuk membentuk komponen organ di dalam tubuh. Mineral mikro yaitu mineral yang diperlukan dalam jumlah sangat sedikit dan pada umumnya terdapat dalam jaringan dengan konsentrasi sangat kecil. Mineral nonesensial adalah logam yang perannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui dan kandungannya dalam jaringan sangat kecil. Bila kandungannya tinggi dapat merusak organ tubuh makhluk hidup yang bersangkutan. Di samping mengakibatkan keracunan, logam juga dapat menyebabkan penyakit defisiensi.

Berbagai jenis garam-garam mineral sangat penting untuk kelangsungan aktivitas metabolisme sel, misalnya ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ , berperan dalam memelihara tekanan osmosis dan keseimbangan asam basa cairan sel. Retensi ion-ion menghasilkan peningkatan tekanan osmosis sebagai akibat masuknya air ke dalam sel. Beberapa ion-ion anorganik berperan sebagai kofaktor dalam aktivitas enzim, misalnya ion magnesium, ferrum fosfat anorganik digunakan dalam sintesis ATP yang mensuplai energi kimia untuk proses kehidupan dari sel melalui proses fosforilasi oksidatif.

Ion-ion kalsium dijumpai dalam sirkulasi darah dan di dalam sel. Di dalam tulang, ion-ion kalsium berkombinasi dengan ion-ion fosfat dan karbonat membentuk kristalin. Fosfat dijumpai di dalam darah dan di dalam cairan jaringan sebagai ion-ion bebas, tetapi fosfat di dalam tubuh banyak terikat dalam bentuk fosfolipida, nukleotida, fosfoprotein, dan gula-gula terfosforilasi.



Gambar 10. Struktur kimia Fe (besi)

### 3. Ikatan Kimia

Molekul di dalam tubuh, baik yang sederhana maupun yang kompleks, dapat terbentuk karena adanya ikatan kimia. Ikatan kimia digolongkan menjadi 2 yaitu ikatan kovalen dan ikatan non kovalen. Selanjutnya, ikatan non kovalen terdiri atas ikatan ionik, ikatan hidrogen dan ikatan Van Der Waals.

a. Ikatan kovalen

Ikatan kovalen adalah ikatan yang terbentuk oleh valensi dari masing-masing atom. Contoh dari ikatan kovalen adalah CO<sub>2</sub>. Dalam hal ini valensi C adalah 4 dan valensi O adalah 2. Ikatan kovalen terjadi ketika masing-masing atom dalam ikatan tidak mampu memenuhi aturan oktet, dengan pemakaian elektron bersama dalam ikatan kovalen, masing-masing atom memenuhi jumlah oktetnya.

Hal ini mendapat pengecualian untuk atom H yang menyesuaikan diri dengan konfigurasi atom dari He (2 $\bar{e}$  valensi) untuk mencapai tingkat kestabilannya. Selain itu, elektron-elektron yang tidak terlibat dalam ikatan kovalen disebut elektron bebas. Elektron bebas ini berpengaruh dalam menentukan bentuk dan geometri molekul.

b. Ikatan ionik

Ikatan ionik adalah ikatan antara dua gugus dengan muatan berlawanan. Contohnya adalah ikatan antara substrat dan enzim. Jarak optimal ikatan ini adalah 28 Angstrom. Elektrolit bukan satu-satunya zat hidrofil yang larut dalam air, molekul polar apapun memiliki tendensi untuk terlarut. Jumlah gugus polar dalam molekul mempengaruhi kelarutannya dalam air.

Pembentukan ikatan ionik dilakukan dengan cara transfer elektron. Dalam hal ini, kation terionisasi dan melepaskan sejumlah elektron hingga mencapai jumlah oktet yang disyaratkan dalam aturan Lewis. Selanjutnya, elektron yang dilepaskan ini akan diterima oleh anion hingga mencapai jumlah oktet. Proses transfer elektron ini akan menghasilkan suatu ikatan ionik yang mempersatukan ion anion dan kation.

c. Ikatan hidrogen

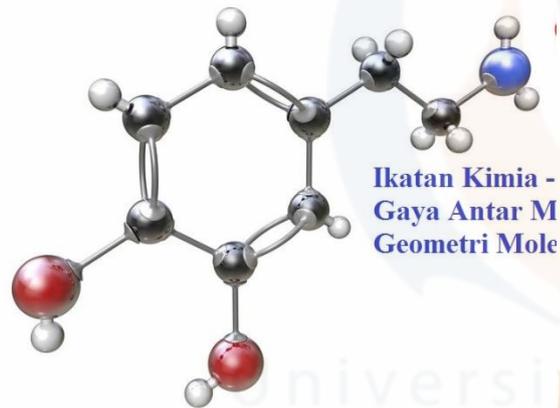
Ikatan hidrogen adalah pengikatan satu atom hidrogen oleh dua atom lain yang berbeda. Ikatan ini dapat dibentuk di antara molekul-molekul tidak bermuatan maupun molekul-molekul bermuatan. Atom yang mengikat hidrogen lebih kuat disebut donor hidrogen sedang lainnya dinamakan akseptor hidrogen. Ikatan hidrogen saat atom hidrogen terikat kovalen ke atom yang elektronegatif kuat seperti nitrogen atau oksigen.

Ikatan hidrogen ini terjadi pada ikatan antara atom H dengan atom N, O, dan F yang memiliki pasangan elektron bebas. Hidrogen dari molekul lain akan bereaksi dengan pasangan elektron bebas ini membentuk suatu ikatan hidrogen dengan besar ikatan bervariasi. Kekuatan ikatan hidrogen ini dipengaruhi oleh beda keelektronegatifan dari atom-atom penyusunnya. Semakin besar perbedaannya semakin besar pula ikatan hidrogen yang dibentuknya.

d. Ikatan Van Der Waals

Ikatan Van Der Waals adalah daya tarik non spesifik, yang berperan pada saat dua atom berjarak 3-4 Angstrom, terjadi pada saat dua atom berdekatan sehingga terjadi

penolakan dan penarikan bersifat dipolar atau elektrostatik dan jauh lebih lemah dari pada ikatan hidrogen.



**Ikatan Kimia -  
Gaya Antar Molekul  
Geometri Molekul**

Gambar 11. Ikatan kimia antar molekul

### C. Referensi

- Alberts, B. et al. 2010. *Molecular Biology of the Cell*. New York : Garland Publishing. Bogen, H.J. 2009. *Modern Biology*. London : Weidenfeld Nicolson., Subowo. 2012. *Biologi Sel*. Bandung : Pencetak/Penerbit Elstar Offset. Yatim W. 2013. *Biology Modern*. Bandung : Penerbit Transito. Yatim W. 2010. *Biologi Sel*. Bandung ; Penerbit Transito.
- Campbell, N.A, J.B Reece, L.A.Urry, M.L Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky, R.B. Jackson. 2008. *Biology*. 8th ed. Pearson Benjamin Cummings. San Fransisco
- Indrawan, M., Primack, R.B. and Supriatna, J., 2012. *Biologi Konservasi: Biologi Konservasi*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Krishnamurthy, K.V., 2003. *Textbook of biodiversity*. CRC Press
- Aprilyanto V, Sembiring L. 2017. *Bioinformatika*. Edisi ke 1. Penerbit Inosain, Yogyakarta: 494 hlm.