

Buku Ajar Kimia Pangan

Buku kimia pangan ini merupakan buku pegangan dan buku ajar untuk mata kuliah kimia pangan. Di dalam buku ini disajikan materi sesuai dengan Rencana Pengajaran Semester (RPS) dan di jelaskan secara lugas disertai contoh soal dan rangkuman. Buku ini merupakan revisi dari buku terdahulu yang didalamnya ditambahkan materi mengenai mineral, vitamin, enzim dan peranya dalam tubuh.

Buku ini sebagai materi dasar pada mata kuliah kimia pangan untuk mahasiswa semester 3 pada prodi teknologi pangan Universitas Islam Indragiri, walaupun begitu buku ini juga bisa digunakan oleh pemerhati, praktisi kimia pangan. Dalam memahami struktur, fungsi dan peran nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral. Diakhir seroga buku ini dapat menambah khasanah dan penjelasan dalam memudahkan mahasiswa memahami tentang materi kimia pangan.

Ke Lihon Anggoro, S2, MP

BUKU AJAR KIMIA PANGAN



Buku Ajar Kimia Pangan



Dr. Mulono Apriyanto, STP, MP



Jl. Nyi Widy Adisono RJ.0301 Petemisan
Prenggan Kota gede, Yogyakarta. 55172
Email Marketing Os.: nutamedjogja@gmail.com
KAPR No. 1358YY2021



ISBN: 978-623-6040-87-4
9 786236 040874



Buku Ajar:
KIMIA PANGAN

Dr. Mulono Apriyanto, STP. MP



**Buku Ajar :
KIMIA PANGAN**

Nuta Media, Yogyakarta
Ukuran. 16 x 24
Halaman 80 + iv

Cetakan : I, Mei 2021
ISBN : xxx-xxx-xxxxx-x-x

Penulis : Dr. Mulono Apriyanto, STP. MP

Editor : Faidah Azuz
Sampul : NuNaNev
Layout : NuNaNev

Diterbitkan oleh :
Nuta Media
Jl. P. Romo, No. 19 Kotagede Jogjakarta/
Jl. Nyi Wiji Adhisoro, Prenggan Kotagede Yogyakarta
nutamediajogja@gmail.com; 081228153789

@2020, Hak Cipta dilindungi undang-undang, dilarang keras menterjemahkan,
memfotokopi atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari penerbit

ISI DI LUAR TANGGUNGJAWAB PENERBIT DAN PERCETRAKAN
dicetak olah : Nuta Media

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT' atas segala rahmatNya sehingga buku bahan ajar KIMIA PANGAN edisi revisi ini dapat tersusun. Buku ajar ini merevisi buku KIMIA PANGAN sebelumnya yang diterbitkan tahun 2019. Buku ajar ini diharapkan dapat bermanfaat bagi tenaga pengajar maupun peserta didik jurusan Teknologi Pangan. Buku ajar ini merupakan salah satu upaya meningkatkan mutu hasil pendidikan. Buku ajar ini diberikan sebagai mata kuliah dasar keahlian guna menunjang mata kuliah keahlian lainnya terutama kimia klinik, mikrobiologi, serta analisis makanan dan minuman.

Substansi yang disampaikan meliputi kimia organik dasar, struktur, dan fungsi karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin dan enzim serta peranan dalam tubuh manusia. Substansi materi ini berfokus pada metabolisme protein, karbohidrat, dan lemak serta peranan enzim, hormon dan vitamin dalam tubuh manusia. Buku ajar ini diharapkan peserta didik mampu memahami dan menjelaskan senyawa kimia dalam tubuh manusia serta menerapkan konsep biokimia dalam pemeriksaan-pemeriksaan di laboratorium kesehatan. Kami menghargai dan mengucapkan terima kasih atas usaha penyusunan sehingga bahan ajar ini dapat diterbitkan.

Kami menyadari buku ajar ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kami harapkan dari semua pihak untuk memberi sumbangan pemikiran baik kritik maupun saran untuk perbaikan bahan ajar ini sehingga pada penyusunan berikutnya akan lebih baik.

Indragiri Hilir, 1 Juni 2021

Penyusun

Daftar Isi

| | Halaman |
|--------------------------------|---------|
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi..... | iv |
| Sinopsis | v |
| Bab 1. Karbohidrat..... | 1 - 33 |
| Bab 2. Protein | 34-44 |
| Bab 3. Lemak | 35-54 |
| Bab 4. Enzim dan Koenzim | 55-71 |
| Bab 5. Vitamin | 72-89 |
| Bab 6. Mineral..... | 90-129 |

Sinopsis

Buku kimia pangan ini merupakan buku pegangan dan buku ajar untuk mata kuliah kimia pangan. Di dalam buku ini disajikan materi sesuai dengan Rencana Pengajaran Semester (RPS) dan di jelaskan secara lugas disertai contoh soal dan rangkuman. Buku ini merupakan revisi dari buku terdahulu yang didalamnya ditambahkan materi mengenai mineral, vitamin, enzim dan peranya dalam tubuh.

Buku ini sebagai materi dasar pada mata kuliah kimia pangan untuk mahasiswa semester 3 pada prodi teknologi pangan Universitas Islam Indragiri, walaupun begitu buku ini juga bisa digunakan oleh pemerhati, praktisi kimia pangan. Dalam memahami struktur, fungsi dan peran nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein , vitamin dan mineral.

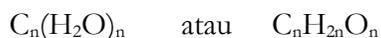
Diakhir semoga buku ini dapat menambah khasanah dan penjelasan dalam memudahkan mahasiswa memahami tentang materi kimia pangan.

BAB 1. KARBOHIDRAT

| No | Tujuan Instruksional Khusus | Pokok Bahasan | Sub pokok Bahasan |
|----|---|-----------------------------|--|
| 1 | Mahasiswa menjelaskan pengertian tentang karbohidrat, klasifikasi, sifat kimia serta metabolisme karbohidrat dalam tubuh dan kaitannya dengan kehidupan manusia | Karbohidrat dan metabolisme | 1.1. Pendahuluan 1.2. Klasifikasi Karbohidrat 1.3. Fungsi Karbohidrat 1.4. Sifat Kimia Karbohidrat 1.5. Metabolisme karbohidrat 1.6. Identifikasi Karbohidrat 1.7. Korelasi Klinis |

1.1 Pendahuluan

Karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Contoh : glukosa $C_6H_{12}O_6$, sukrosa $C_{12}H_{22}O_{11}$, selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$. Karena komposisi yang demikian, senyawa ini pernah disangka sebagai hidrat karbon, tetapi sejak 1880, senyawa tersebut bukan hidrat dari karbon. Nama lain dari karbohidrat adalah sakarida, berasal dari bahasa Arab "sakkar" artinya gula. Karbohidrat sederhana mempunyai rasa manis sehingga dikaitkan dengan gula. Melihat struktur molekulnya, karbohidrat lebih tepat didefinisikan sebagai suatu polihidroksi aldehyd atau polihidroksiketon. Contoh: glukosa yang merupakan polihidroksi aldehyd karena mempunyai satu gugus aldehyda dan 5 gugus hidroksil (OH). Adapun rumus umum dari karbohidrat adalah:



Karbohidrat yang berasal dari makanan di dalam tubuh mengalami perubahan atau metabolisme. Hasil metabolisme karbohidrat antara lain glukosa yang terdapat dalam darah, sedangkan glikogen adalah karbohidrat yang disintesis dalam hati dan digunakan oleh sel-sel pada jaringan otot sebagai sumber energi. Energi yang terkandung dalam karbohidrat itu pada dasarnya berasal dari energi matahari. Karbohidrat dalam hal ini glukosa dibentuk dari karbon dioksida dan air dengan bantuan sinar matahari dan klorofil dalam daun. Selanjutnya glukosa yang terjadi diubah menjadi amilum dan disimpan pada bagian lain, misalnya pada buah atau umbi. Zat tersebut terbentuk oleh proses fotosintesis, yang melibatkan kegiatan sinar matahari terhadap hijauan daun. Hijauan daun

merupakan zat foto sintetik aktif pada tumbuh-tumbuhan. Suatu reaksi kimiawi sederhana yang memperlihatkan suatu karbohidrat (glukosa) disintesis oleh fotosintesis dalam tumbuh-tumbuhan adalah sebagai berikut :

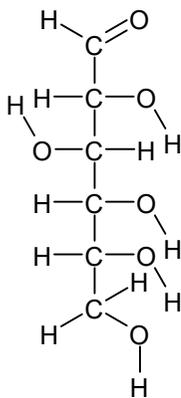


1.2 Klasifikasi Karbohidrat

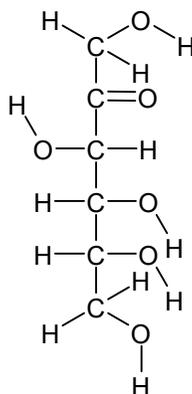
Karbohidrat dapat dikelompokkan menurut jumlah unit monosakarida, ukuran dari rantai karbon, lokasi gugus karbonil ($-\text{C}=\text{O}$), serta stereo kimia. Berdasarkan jumlah unit monosakarida dalam rantai, karbohidrat digolongkan menjadi 4 golongan utama yaitu:

a. Monosakarida (terdiri atas 1 unit gula)

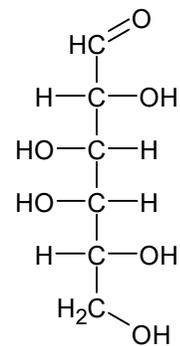
Monosakarida adalah karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana karena molekulnya hanya terdiri atas beberapa atom C. Monosakarida dibedakan menjadi aldosa dan ketosa. Contoh dari aldosa yaitu glukosa dan galaktosa dan contoh ketosa yaitu fruktosa.



D- Glucose



D- Fructose



D- Galactose

b. Disakarida (terdiri atas 2 unit gula)

Disakarida adalah karbohidrat yang mengandung dua molekul monosakarida. Mempunyai formula umum $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Disakarida yang sangat penting

yaitu glikolisis, oksidasi piruvat, siklus asam sitrat (siklus Kreb's), glikogenesis, glikogenolisis serta glukoneogenesis. Secara ringkas, jalur-jalur metabolisme karbohidrat dijelaskan sebagai berikut:

1. Glukosa sebagai bahan bakar utama akan mengalami glikolisis (dipecah) menjadi 2 piruvat jika tersedia oksigen. Dalam tahap ini dihasilkan energi berupa ATP.
2. Selanjutnya masing-masing piruvat dioksidasi menjadi asetil KoA. Dalam tahap ini dihasilkan energi berupa ATP.
3. Asetil KoA akan masuk ke jalur persimpangan yaitu siklus asam sitrat. Dalam tahap ini dihasilkan energi berupa ATP.
4. Jika sumber glukosa berlebihan, melebihi kebutuhan energi kita maka glukosa tidak dipecah, melainkan akan dirangkai menjadi polimer glukosa (disebut glikogen). Glikogen ini disimpan di hati dan otot sebagai cadangan energi jangka pendek. Jika kapasitas penyimpanan glikogen sudah penuh, maka karbohidrat harus dikonversi menjadi jaringan lipid sebagai cadangan energi jangka panjang.
5. Jika terjadi kekurangan glukosa dari diet sebagai sumber energi, maka glikogen dipecah menjadi glukosa. Selanjutnya glukosa mengalami glikolisis, diikuti dengan oksidasi piruvat sampai dengan siklus asam sitrat.
6. Jika glukosa dari diet tak tersedia dan cadangan glikogenpun juga habis, maka sumber energi non karbohidrat yaitu lipid dan protein harus digunakan. Jalur ini dinamakan glukoneogenesis (pembentukan glukosa baru) karena dianggap lipid dan protein harus diubah menjadi glukosa baru yang selanjutnya mengalami katabolisme untuk memperoleh energi.

SOAL

1. Sebutkan klasifikasi karbohidrat beserta contohnya.
2. Jelaskan metabolisme karbohidrat menjadi glukosa.

TUGAS

Gambarkan struktur senyawa berikut :

- a. D-glukosa
- b. Fruktosa
- c. Maltosa
- d. Laktosa
- e. Sukrosa

Daftar Pustaka :

Lehninger A, Nelson D , Cox M M . 1993. Principles of Biochemistry 2nd . - : -

Panil, Zulbadar. 2007. Memahami Teori dan Praktik Biokimia Dasar Medis untuk Mahasiswa Kedokteran, Keperawatan, Gizi dan Analisis Kesehatan. Jakarta: EGC Poedjadi, Anne. 1994. Dasar-Dasar Biokimia. Jakarta: UI Press
Apriyanto, M. (2020). Kimia Pangan. Truss Media Yogyakarta

BAB II PROTEIN

| No | Tujuan Instruksional Khusus | Pokok Bahasan | Sub pokok Bahasan |
|----|---|------------------------|--|
| 2 | Mahasiswa menjelaskan pengertian tentang protein dan asam amino yang meliputi klasifikasi, struktur, sifat kimia serta metabolisme dalam tubuh dan kaitannya dengan kehidupan manusia | Protein dan Asam Amino | 2.1. Pendahuluan 2.2. Fungsi protein 2.3. Komponen penyusun protein 2.4. Ikatan peptida 2.5. Tingkat Struktur Protein 2.6. Denaturasi 2.7. Metabolisme Asam Amino 2.8. Pencernaan Protein |

2.1. Pendahuluan

Protein berasal dari kata Yunani yaitu *proteios* yang berarti barisan pertama atau yang paling utama, kata ini diciptakan oleh J.J. Barzelius tahun 1938 untuk menyatakan pentingnya golongan ini dalam sel hidup. Protein adalah senyawa organik kompleks yang mempunyai bobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Protein merupakan makromolekul yang paling berlimpah dalam sel hidup. Semua organisme menggunakan protein untuk melakukan sejumlah fungsi penting metabolisme kehidupan. Sebagai makromolekul protein berperan sebagai katalisator, molekul karier, reseptor sinyal biologis dan sebagai komponen struktural.

2.2. Fungsi protein

Protein memegang peranan penting dalam berbagai proses biologi. Peran-peran tersebut antara lain:

1. Katalisis enzimatik

Hampir semua reaksi kimia dalam sistem biologi dikatalisis oleh enzim dan hampir semua enzim adalah protein.

2. Transportasi dan penyimpanan

Berbagai molekul kecil dan ion-ion ditanspor oleh protein spesifik. Misalnya transportasi oksigen di dalam eritrosit oleh hemoglobin dan transportasi oksigen di dalam otot oleh mioglobin.

3. Koordinasi gerak

Kontraksi otot dapat terjadi karena pergeseran dua filamen protein. Contohnya pergerakan kromosom saat proses mitosis dan pergerakan sperma oleh flagela.

4. Penunjang mekanis

Ketegangan kulit dan tulang disebabkan oleh kolagen yang merupakan protein fibrosa

5. Proteksi imun

Antibodi merupakan protein yang sangat spesifik dan dapat mengenal serta berkombinasi dengan benda asing seperti virus, bakteri dan sel dari organisme lain.

6. Membangkitkan dan menghantarkan impuls saraf

Respon sel saraf terhadap rangsang spesifik diperantarai oleh protein reseptor. Misalnya rodopsin adalah protein yang sensitif terhadap cahaya ditemukan pada sel batang retina. Contoh lainnya adalah protein reseptor pada sinapsis

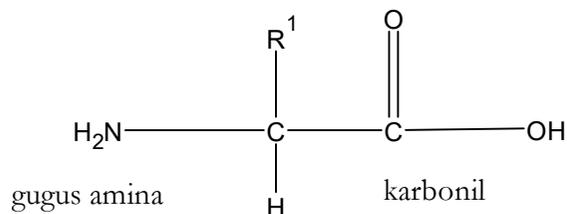
7. Pengaturan pertumbuhan dan diferensiasi

Pada organisme tingkat tinggi, pertumbuhan dan diferensiasi diatur oleh protein faktor pertumbuhan. Misalnya faktor pertumbuhan saraf mengendalikan pertumbuhan jaringan saraf. Selain itu, banyak hormon merupakan protein.

2.3. Komponen penyusun protein

Unit dasar penyusun struktur protein adalah asam amino. Protein merupakan polimer asam L- α -amino, yaitu protein tersusun atas asam-asam amino yang saling berikatan. Asam amino adalah suatu senyawa yang mengandung gugus amino dan gugus karboksil pada atom C yang sama yaitu C- α .

Struktur asam amino :



Gambar 1 Struktur asam amino

Pada proses anabolisme terjadi sintesis protein, dari 20 macam asam amino dasar yang 10 macam adalah asam amino esensial akan membentuk produk khusus .

Pada keadaan asam amino dari makanan berlebihan digunakan untuk :

1. Sintesis protein
2. Untuk sintesis produk khusus (serotonin), dan lain – lain
3. Senyawa sisa maka dikatabolisme, nitrogen diubah menjadi urea, senyawa dengan kerangka C diubah menjadi senyawa amfibolik (misalnya anggota siklus asam sitrat) kemudian disintesis lemak dan sintesis glikogen

Pada keadaan kelaparan maka penguraian (katabolisme) asam amino meningkat, nitrogen di ubah menjadi urea, kerangka C diubah menjadi senyawa amfibolik yang kemudian dibentuk energi dan di sintesis glukosa.

SOAL LATIHAN PROTEIN

1. Gambarkan struktur protein secara umum.
2. Sebutkan jenis-jenis asam amino, minimal 7 jenis.
3. Jelaskan istilah berikut :
 - a. Ikatan peptida
 - b. Denaturasi protein
 - c. Struktur primer protein
4. Jelaskan cara-cara identifikasi protein.

SOAL TUGAS PROTEIN

Jelaskan tentang jenis asam amino yang terdapat dalam tubuh manusia beserta kegunaannya.

Daftar Rujukan

- Murray R K, et al. Harper's Biochemistry 25th ed. Appleton & Lange. America 2000 : Stryer L .1995. Biochemistry 4th , page 603 – 623 .
- Panil, Zulbadar . 2007. Memahami Teori dan Praktik Biokimia Dasar Medis untuk Mahasiswa Kedokteran, Keperawatan, Gizi dan Analisis Kesehatan. Jakarta: EGC.
- Apriyanto M, 2019. Kimia Pangan. Truss Media Yogyakarta

BAB III. LEMAK

| No | Tujuan Instruksional Khusus | Pokok Bahasan | Sub pokok Bahasan |
|----|--|---------------|--|
| 3 | Mahasiswa menjelaskan pengertian tentang lipid, struktur lipid, penggolongan lipid, metabolisme lipid. | Lipid | 3.1 Pendahuluan 3.2 Golongan lipid, struktur lipid, sifat lipid 3.3 Metabolisme Lipid 3.4 Oksidasi Asam Lemak 3.5 Sintesis Asam Lemak. |

3.1 Pendahuluan

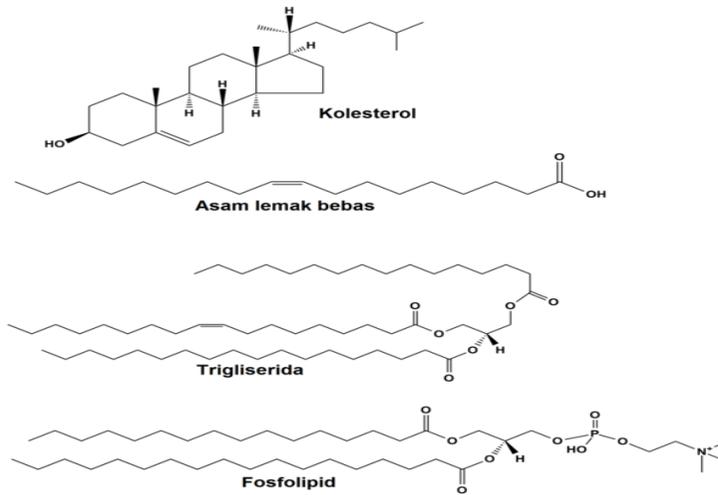
Lipid atau yang biasa kita kenal lemak adalah senyawa kimia yang amat penting bagi tubuh kita selain karbohidrat. Atau disebut juga senyawa biologis yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari gugus nonpolar. Fungsi struktur lipid yaitu mengisi struktur tubuh dibawah kulit, seperti di sekitar organ-organ tubuh yang halus, lunak dan vital, mengisi rongga-rongga yang kosong dan memperindah bentuk tubuh terutama pada wanita. Selain itu berfungsi juga sebagai isolator tubuh, baik terhadap perubahan suhu maupun terhadap benturan-benturan. Lipid banyak terdapat pada jaringan syaraf dan otak.

3.2 Golongan lipid, struktur lipid, sifat lipid

Lipid terdiri dari beberapa golongan senyawa, namun mempunyai sifat umum yang sama dalam hal kelarutannya. Umumnya lipid tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik. Identifikasi untuk mengenali hasil-hasil hidrolisisnya, dan dari hasil hidrolisis lipid dapat digolongkan. Struktur beberapa lipid umum. Di bagian atas adalah kolesterol dan asam oleat. Struktur bagian tengah adalah trigliserida yang terdiri dari rantai oleoil, stearoil, dan palmitoil yang melekat pada kerangka gliserol. Di bagian bawah adalah fosfolipid yang umum, fosfatidilkolina.

a. Lipid sederhana

Yang termasuk lipid sederhana adalah ester asam-asam lemak dengan berbagai jenis alkohol. Lipid sederhana terbagi lemak dan minyak yang merupakan ester- ester asam lemak dengan gliserol. Dan yang kedua wax yaitu ester asam-asam lemak dengan alkohol monohidroksi berantai panjang.



Gambar. 1. Struktur Lipid dan Penggolongannya

b. Lipid majemuk

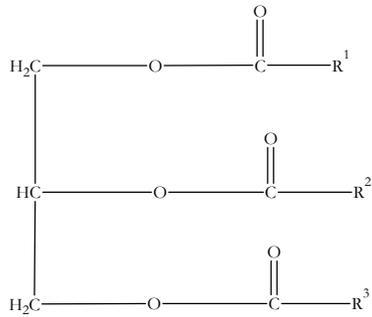
Adalah ester-ester asam lemak yang mengandung gugus lain selain alkohol dan asam lemak, terbagi menjadi tiga golongan.

- a) Fosfolipid
 - b) Selebrisida (glikolipid)
 - c) Lipid majemuk.
- c. Turunan lipid

Adalah senyawa-senyawa hasil hidrolisis kedua kelas diatas. Kelarutannya secara umum merupai lipid namun tidak dapat dihidrolisis lagi.

Struktur dan tata nama

Lemak adalah ester dari gliserol dengan asam-asam karboksilat suku tinggi. Asam penyusun lemak disebut asam lemak. Asam lemak yang terdapat di alam adalah asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$), asam stearat ($C_{17}H_{35}COOH$), asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$), dan asam linoleat ($C_{17}H_{29}COOH$). Pada lemak, satu molekul gliserol mengikat tiga molekul asam lemak, oleh karena itu lemak adalah suatu trigliserida. mengikat tiga molekul asam lemak, oleh karena itu lemak adalah suatu trigliserida. Struktur umum molekul lemak seperti terlihat pada ilustrasi di bawah ini:



Gambar 2. Struktur umum asam lemak

Pada rumus struktur lemak di atas, $R_1\text{-COOH}$, $R_2\text{-COOH}$, dan $R_3\text{-COOH}$ adalah molekul asam lemak yang terikat pada gliserol. Ketiga molekul asam lemak itu boleh sama (disebut asam lemak sederhana) dan boleh berbeda (disebut lemak campuran). Tetapi pada umumnya, molekul lemak terbentuk dari dua atau lebih macam asam lemak.

a. Lemak, minyak dan malam

Molekul lemak adalah suatu gliserol yakni ester dengan asam lemaknya. Asam lemaknya adalah asam karboksilat jenuh dengan jumlah atom karbon genap antara 4 – 24 atom C. Berdasarkan jumlah gugus OH dari gliserol yang teresterkan oleh asam lemak, gliserida-gliserida dinamai monoasilgliserol, diasilgliserol dan triasilgliserol, begitu juga penamaan pada gliserida.

b. Fosfolipid.

Adalah golongan senyawa turunan ester gliserol monofosfat yakni asam fosfatidat. Berdasarkan ester fosfatnya fosfolipid dibedakan atas :

1. Asam fosfatidat
 2. Fosfatidilkolin
 3. Fosfatidiletanolamin
 4. Fosfatidilinositol
 5. Fosfatidilserin
 6. Lisofosfolipid
 7. Fosfoliserasetal
 8. Sfingomielin.
- c. Serebrosida
- d. Steroid
- e. Senyawa-senyawa poliprenoid

Sifat-sifat lipid sederhana

a. Sifat fisik

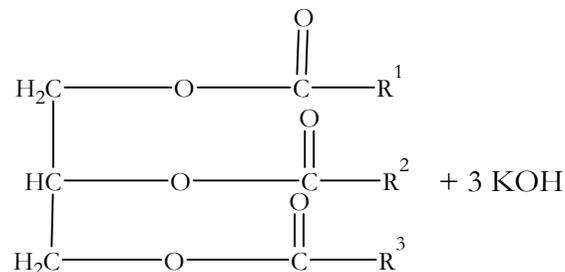
Molekul lemak, minyak dan malam mengandung atom C antara 15-60 buah. Sifat senyawa ini serupa dengan parafin, yakni non polar, titik lelehnya rendah, tidak larut dalam air dan larut dalam pelarut-pelarut organik. Berat jenisnya lebih kecil dari air (0,86-0,93). Bila minyak digosok dengan air akan terbentuk emulsi yang tidak stabil.

b. Reaksi – reaksi kimia

Reaksi- reaksi kimia yang lazim dijumpai :

1. Hidrolisis
2. Saponifikasi

Reaksi Penyabunan atau Saponifikasi (Latin, sapo = sabun). Lemak dan minyak dapat mengalami ketengikan karena dapat terhidrolisis dan teroksidasi bila dibiarkan terlalu lama kontak dengan udara. Hidrolisis yang paling umum adalah dengan alkali atau enzim lipase. Hidrolisis dengan alkali disebut penyabunan karena salah satu hasilnya adalah garam asam lemak yang disebut sabun.



3. Hidrogenasi
4. Ketengikan
5. Pirolisis
6. Oksidasi spontan

Sabun dan deterjen

Jika minyak dan air dikocok dalam tabung reaksi maka terjadi emulsi yang tidak stabil. Minyak dan air akan bersatu kembali. Jika dalam pengocokan diberikan sabun maka akan terjadi emulsi minyak dalam air yang stabil. Bagi molekul sabun yang non polar masuk ke dalam butiran emulsi minyak dan bagian molekulnya yang polar berada di luar permukaan butiran minyak (dalam medium air). Begitu juga halnya jika menggunakan deterjen struktur zat aktif permukaan dalam deterjen terdiri dari bagian non polar sebagai gugus hidrofobiknya dan bagian polar sebagai gugus hidrofiliknya.

protein tersebut ke lokasi-lokasinya pada membran . Ketiga, asam lemak merupakan molekul bahan bakar. Asam lemak disimpan dalam bentuk triasilgliserol, yang merupakan ester gliserol yang tidak bermuatan. Triasilgliserol disebut juga lemak netral atau trigliserida. Keempat, derivat asam lemak berperan sebagai hormon dan cakra intrasel.

LATIHAN

1. Sebutkan proses Ketogenesis Asetil KoA yang terbentuk pada oksidasi asam lemak ?
2. Asam lemak yang memiliki jumlah karbon ganjil merupakan spesies jarang, mengapa ?

TUGAS

Sebutkan proses oksidasi asam lemak tak jenuh dan proses oksidasi asam lemak jenuh !

Daftar Rujukan

- Murray R K, et al. Harper's Biochemistry 25th ed. Appleton & Lange. America 2000 : Stryer L .1995. Biochemistry 4th , page 603 – 623 .
- Panil, Zulbadar . 2007. Memahami Teori dan Praktik Biokimia Dasar Medis untuk Mahasiswa Kedokteran, Keperawatan, Gizi dan Analisis Kesehatan. Jakarta: EGC.
- Apriyanto Mulono. 2019. Kimia Pangan. Truss Media

Bab IV. ENZIM DAN KOENZIM

| No | Tujuan Instruksional Khusus | Pokok Bahasan | Sub pokok Bahasan |
|----|---|-------------------|--|
| 4 | Mahasiswa menjelaskan pengertian tentang enzim, struktur enzim, klasifikasi enzim, mekanisme kerja enzim. | Enzim dan Koenzim | 4.1 Pendahuluan 4.2 Daya katalitik enzim 4.3 Spesifitas enzim 4.4 Klasifikasi enzim 4.5 Cara kerja Enzim 4.6 Struktur Enzim 4.7 Aktivitas Enzim 4.8 Koenzim 4.9 Enzim-Enzim Indikator Kesehatan |

4.1 Pendahuluan

Enzim adalah protein yang dihasilkan oleh sel hidup yang mempengaruhi reaksi kimia. Ditinjau dari fungsinya enzim merupakan katalis dalam sistem biologi. Katalis adalah molekul yang berfungsi mempercepat reaksi kimia. Hampir semua enzim merupakan protein. Dua sifat penting enzim adalah memiliki daya katalitik yang sangat besar dan sangat spesifik.

4.2. Daya katalitik enzim

Daya katalitik enzim sangat besar, yaitu mampu mempercepat reaksi kimia minimal sejuta kali. Tanpa enzim, kecepatan sebagian besar reaksi kimia di dalam sistem biologi sangatlah rendah sehingga tak dapat diukur. Bahkan reaksi yang sederhana sekalipun seperti hidrasi CO₂ harus dikatalisis oleh enzim karbonat anhidrase.



biologi. Katalis adalah molekul yang berfungsi mempercepat reaksi kimia. Hampir semua enzim merupakan protein. Dua sifat penting enzim adalah memiliki daya katalitik yang sangat besar dan sangat spesifik. Enzim memiliki daya katalitik yang sangat besar, yaitu mampu mempercepat reaksi kimia minimal sejuta kali. Selain itu, suatu enzim biasanya mengkatalisis satu jenis reaksi kimia saja, atau seperangkat reaksi yang sejenis. Enzim memiliki situs/sisi aktif, yaitu tempat tertentu pada molekul enzim untuk mengikat substrat, yang diumpamakan oleh Emil Fischer sebagai anak kunci dan kunci. Sisi aktif enzim ini memiliki 2 bagian yang penting, yaitu bagian yang mengenal substrat kemudian mengikatnya dan bagian yang mengkatalisis reaksi setelah substrat diikat oleh enzim. Enzim diklasifikasikan berdasarkan tipe reaksi dan mekanisme reaksi yang dikatalisis. Ada 6 kelas utama dalam pengklasifikasian enzim, yaitu :

1. Oksidoreduktase.
2. Transferase
3. Hidrolase
4. Liase
5. Isomerase
6. Ligase

Molekul enzim selalu bergerak dan bertumbukan satu sama lain. Jika suatu molekul substrat menumbuk molekul enzim yang tepat, substrat akan menempel pada enzim. Ada dua teori mengenai kerja enzim, yaitu teori lock and key (gembok – anak kunci) dan induced fit (kecocokan terinduksi). Suatu molekul enzim dapat terdiri dari protein saja, seperti pepsin dan tripsin. Tetapi ada juga enzim yang juga memerlukan komponen selain enzim, seperti ion logam atau molekul organik, yang dinamakan kofaktor.

Seperti halnya katalisator, enzim dapat mempercepat reaksi kimia dengan menurunkan energi aktivasinya. Enzim tersebut akan bergabung sementara dengan reaktan sehingga mencapai keadaan transisi dengan energi aktivasi yang lebih rendah daripada energi aktivasi yang diperlukan untuk mencapai keadaan transisi tanpa bantuan katalisator atau enzim.

Isoenzim adalah protein yang dapat mengkatalisis reaksi yang sama dan terjadi pada spesies yang sama, tetapi mempunyai sifat-sifat fisika dan kimia yang berbeda. Dapat berasal dari : beberapa organ yg berbeda, bagian sel yang berbeda,

satu bagian yang sama. Enzim yang berada dalam aliran darah sangat kecil, jadi apabila ada peningkatan kadar suatu enzim di darah, biasanya merupakan indikasi kematian sel, kerusakan sel atau merupakan pertanda penyakit tertentu. Berikut ini contoh enzim-enzim indikator kesehatan, diantaranya :

1. Acid Phosphatase
2. Prostate Spesific Antigen (PSA)
3. Alanine Aminotransferase (ALT = SGPT)
4. Aspartate Amino Transferase (AST = SGOT)
5. Alkali Phosphatase (ALP)
6. Creatinin Kinase (CK/CPK)
7. Lactic Acid Dehidrogenase (LD / LDH)
8. Lipase

LATIHAN

1. Jelaskan pengklasifikasian enzim!
2. Jelaskan teori mengenai kerja enzim!

TUGAS

Jelaskan enzim-enzim indikator kesehatan!

Daftar Rujukan

Murray R K, et al. Harper's Biochemistry 25th ed. Appleton & Lange.

America 2000 : Stryer L .1995. Biochemistry 4th , page 603 – 623 .

Panil, Zulbadar . 2007. Memahami Teori dan Praktik Biokimia Dasar Medis untuk Mahasiswa Kedokteran, Keperawatan, Gizi dan Analisis Kesehatan. Jakarta: EGC.

BAB V. VITAMIN

| No | Tujuan Instruksional Khusus | Pokok Bahasan | Sub pokok Bahasan |
|----|--|---|--|
| 5. | Mahasiswa menjelaskan pengertian vitamin, klasifikasi vitamin, struktur vitamin , fungsi vitamin, sifat vitamin, metabolisme vitamin dan kelainan/penyakit akibat defisiensi vitamin | Pengolongan Vitamin dan Kelainan Akibat Defisiensinya | 5.1 Pendahuluan 5.2 Klasifikasi Vitamin 5.3 Vitamin A 5.4 Vitamin D 5.5 Vitamin E 5.6 Vitamin K 5.7 Vitamin C 5.8 Vitamin B |

5.1 Pendahuluan

Vitamin adalah suatu zat senyawa kompleks yang sangat dibutuhkan oleh tubuh kita yang berfungsi untuk membantu pengaturan atau proses kegiatan tubuh. Tanpa vitamin manusia, hewan dan makhluk hidup lainnya tidak akan dapat melakukan aktifitas hidup dan kekurangan vitamin dapat menyebabkan memperbesar peluang terkena penyakit pada tubuh kita.

5.2 Klasifikasi Vitamin

Vitamin dikelompokkan menjadi 2 golongan utama yaitu vitamin yang larut dalam lemak yaitu vitamin A, D, E, dan K serta vitamin yang larut dalam air yaitu vitamin C dan B. Vitamin yang larut dalam lemak banyak terdapat dalam daging, ikan, minyak ikan, dan biji-bijian. Sumber minyak seperti kacang tanah, kacang kedelai dan sebagainya. Vitamin tersebut disimpan dalam hati atau jaringan-jaringan lemak. Karena sifatnya yang tidak larut dalam air, vitamin tersebut tidak dikeluarkan akibatnya ditimbun dalam tubuh bila dikonsumsi terlalu banyak. Kekurangan vitamin yang larut dalam lemak terjadi bila daya serap tubuh terhadap lemak tidak baik atau tubuh terlalu banyak mengkonsumsi minyak mineral. Vitamin2 yg larut dalam air bebas bergerak dalam tubuh, darah, dan limpa. Karena sifatnya yang larut dalam air, vitamin mudah rusak dalam pengolahan dan mudah hilang karena tercuci atau terlarut oleh air keluar dari bahan makanan. Fungsi vitamin adalah sebagai koenzim dan kofaktor untuk membantu kerja enzim-enzim tertentu dalam reaksi biokimia tertentu dalam sel.

RANGKUMAN

Vitamin adalah suatu zat senyawa kompleks yang sangat dibutuhkan oleh tubuh kita yang berfungsi untuk membantu pengaturan atau proses kegiatan tubuh. Vitamin dibedakan berdasarkan kelarutannya di dalam air :

- Vitamin yang larut di dalam air : Vitamin B dan Vitamin C
- Vitamin yang tidak larut di dalam air : Vitamin A, D, E, dan K atau disingkat Vitamin ADEK.

LATIHAN

1. Jelaskan pengklasifikasian vitamin!
2. Sebutkan struktur vitamin-vitamin A, D, E, K, C dan B!

TUGAS

Jelaskan sumber dan penyakit yang ditimbulkan akibat kekurangan vitamin A, D, E, K, C, dan B!

Daftar Rujukan

- Murray R K, et al. Harper's Biochemistry 25th ed. Appleton & Lange. America 2000 : Stryer L .1995. Biochemistry 4th , page 603 – 623 .
- Panil, Zulbadar . 2007. Memahami Teori dan Praktik Biokimia Dasar Medis untuk Mahasiswa Kedokteran, Keperawatan, Gizi dan Analisis Kesehatan. Jakarta: EGC.

BAB VI. MINERAL

| No | Tujuan Instruksional Khusus | Pokok Bahasan | Sub pokok Bahasan |
|----|---|---------------|--|
| 6 | Mahasiswa menjelaskan pengertian mineral, penggolongan mineral, jenis-jenis mineral, fungsi, dan penyakit/kelainan akibat defisiensi mineral. | MINERAL | 6.1. Pendahuluan 6.2. Fungsi mineral 6.3. Mineral-mineral esensial 6.4. Kalsium 6.5. Magnesium 6.6. Natrium klorida 6.7. Fosfor 6.8. Kalium 6.9. Belerang 6.10. Kobalt 6.11. Tembaga 6.12. Flour 6.13. Iodium 6.14. Mangan 6.15. Molibdenum 6.16. Silikon 6.17. Seng |

6.1 Pendahuluan

Mineral menempati 4% bagian dari penyusun tubuh manusia. Menurut salah satu referensi, mineral dibedakan atas 2 golongan besar yaitu makro elemen yang berjumlah relatif besar di dalam tubuh, serta mikro elemen yang berjumlah relatif lebih sedikit. Selain 2 kelompok tersebut masih ada lagi kelompok unsur kelumit (trace elements), yang dibutuhkan dalam jumlah sangat sedikit. Trace elements ini sebenarnya dapat dimasukkan ke dalam kelompok mikro elemen. Pada bahasan ini kita merujuk pada referensi lain yang membagi mineral atas (1) essential minerals (mineral esensial) dan (2) trace elements (unsur kelumit).

Mineral adalah unsur-unsur yang berada dalam bentuk sederhana. Dalam ilmu gizi biasanya disebut unsur-unsur mineral atau nutrient/ zat gizi anorganik / nutrien (zat gizi) esensial yang dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah kecil, supaya tubuh dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Mineral yang kita butuhkan dapat ditemukan dalam makanan. Dalam berbagai macam

makanan, seperti daging, sereal, ikan, susu, sayur mayur, buah-buahan dan kacang-kacangan dapat kita temukan mineral dalam berbagai jumlah. Berikut ini adalah mineral-mineral esensial yang diperlukan oleh tubuh:

1. Kalsium (Calcium = Ca)
2. Magnesium (Mg)
3. Fosfor (Phosphorus = P)
4. Kalium (K) = Potassium
5. Natrium (Na) = Sodium
6. Belerang (Sulphur = S)
7. Klorin (Chlorine = Cl)
8. Besi (Ferrum = Fe)

Trace elements juga merupakan nutrisi esensial yang penting bagi kelancaran fungsi tubuh, tetapi dibutuhkan dalam jumlah lebih kecil dibandingkan dengan vitamin dan mineral. Trace elements ditemukan dalam jumlah kecil pada berbagai macam makanan seperti daging, ikan, sereal, susu, sayur dan kacang-kacangan.

Berikut ini adalah trace element yang diperlukan oleh tubuh:

1. Boron (Bo)
2. Kobalt (Cobalt = Co)
3. Tembaga (Copper = Cu)
4. Kromium (Chromium = Cr)
5. Fluor (Fluoride = F)
6. Iodium (Iodine = I)
7. Mangan (Manganese = Mn)
8. Molibdenum (Molybdenum = Mo)
9. Selenium (Se)
10. Silikon (Silicon = Si)
11. Seng (Zinc = Zn)

6.2 Fungsi mineral

Mineral memiliki 3 fungsi utama yaitu:

1. Membangun tulang dan gigi
2. Mengontrol keseimbangan cairan di dalam dan di luar sel
3. Berperan dalam proses pembentukan energi dari makanan

Fungsi- fungsi lainnya :

1. Sebagai katalis berbagai reaksi biokimiawi dalam tubuh

2. Transmisi sinyal / pesan pada sel saraf
3. Produksi hormon
4. Pencernaan dan penggunaan makanan
5. Bagian dari organ vital seperti tulang, darah, dan gigi

Mineral sebagai kofaktor :

1. Min Banyak enzim yang mengandung ion metal = Metaloenzim
2. Ion tersebut berfungsi mirip dengan coenzim
3. Fungsi dari metal tersebut dalam enzim sangat bervariasi
4. Bisa sebagai katalis : Zn
5. Kadang untuk meningkatkan efisiensi enzim = ATP-Mg

| 11.6 Metals and trace elements important as enzymatic cofactors | | |
|---|-------------------------|---|
| al | Example of Enzyme | Role of Metal |
| | Cytochrome oxidase | Oxidation–reduction |
| | Ascorbic acid oxidase | Oxidation–reduction |
| | Alcohol dehydrogenase | Helps bind NAD ⁺ |
| | Histidine ammonia-lyase | Aids in catalysis by electron withdrawal |
| | Glutamate mutase | Co is part of cobalamin coenzyme |
| | Urease | Catalytic site |
| | Xanthine oxidase | Oxidation–reduction |
| | Nitrate reductase | Oxidation–reduction |
| | Glutathione peroxidase | Replaces S in one cysteine in active site |

Gambar 6.1 Unsur mineral yang dapat berperan sebagai kofaktor enzim

Tabel 6.1 Mineral yang dapat berperan sebagai kofaktor enzim

| | |
|------------------|--|
| Zn ²⁺ | Karbonik anhidrase, karboksipeptidase |
| Mg ²⁺ | EcoRV, heksokinase |
| Ni ²⁺ | |
| Mo | Urease |
| Se | Nitrat reduktase Glutation peroksidase Superoksid dismutase |
| Mn ²⁺ | |
| K ⁺ | Propionil KoA karboksilase |

6.3 Mineral-mineral Esensial

6.3.1 Kalsium (Calcium = Ca)

Kalsium berkaitan sangat erat dengan fosfor dalam tubuh. Metabolisme kedua unsur ini berhubungan dengan sejumlah mekanisme fisiologis tubuh. Tubuh kita mengandung lebih banyak kalsium dari pada mineral yang lain. Diperkirakan 2 % berat badan orang dewasa atau sekitar 1,0 – 1,4 kg terdiri dari kalsium. Meskipun pada bayi hanya terdapat sedikit kalsium (25-30g), setelah usia 20 tahun secara normal akan terjadi penempatan sekitar 1.200 g kalsium dalam tubuhnya. Kadar kalsium mencapai jumlah 39% dari seluruh mineral yang ada dalam tubuh dan 99% kalsium tersebut berada dalam jaringan keras, tulang dan gigi. Sebanyak 1% kalsium berada dalam darah, cairan diluar sel dan dalam sel jaringan lunak dimana kalsium mengatur berbagai fungsi metabolik yang penting.

Keperluan kalsium terbesar pada waktu pertumbuhan, tetapi juga keperluan kalsium masih diteruskan meskipun sudah mencapai usia dewasa. Pada pembentukan tulang, bila tulang baru dibentuk, maka tulang yang tua dihancurkan secara simultan. Kalsium yang berada dalam sirkulasi darah dan jaringan tubuh berperan dalam berbagai kegiatan, diantaranya untuk transmisi impuls syaraf, kontraksi otot, pengumpulan darah, pengaturan permeabilitas membrane sel, serta keaktifan enzim. Tulang merupakan jaringan pengikat yang sangat khusus bentuknya. Tulang dibentuk dalam dua proses yang terpisah, yaitu pembentukan matriks dan penempatan mineral ke dalam matriks tersebut. Tiga jenis komponen seluler terlibat didalamnya dengan fungsi yang berbeda-beda yaitu osteoblast dalam pembentukan tulang, osteocyte dalam pemeliharaan tulang, dan osteoclast dalam penyerapan kembali tulang. Osteoblast membentuk kolagen tempat mineral-mineral melekat.

Mineral utama didalam tulang adalah kalsium dan fosfor, sedangkan mineral lain dalam jumlah kecil adalah natrium, magnesium dan flour. Penelitian yang dilakukan dengan kalsium radioaktif menunjukkan bahwa tulang secara terus menerus dibentuk dan dirombak secara simultan. Diperkirakan sekitar 20% kalsium tulang orang dewasa diserap dan diganti lagi setiap tahun. Kontraksi otot menyebabkan terjadinya lepasnya ion-ion kalsium dari tempat penyimpanannya dalam sel. Keluarnya ion kalsium menstimulasi enzim ATP-ase dalam miosin, yang mengakibatkan pecahnya ATP yang menghasilkan energi dan terbentuk ikatan silang antara miosin dan aktin yang disebut aktomiosin dan terjadilah kontraksi. Setelah terjadi pengendoran otot, ion kalsium dipompa kembali ke tempat penyimpanan-nya dalam sel.

Penyerapan kalsium sangat bervariasi tergantung umur dan kondisi badan. Pada waktu kanak-kanak atau pertumbuhan, sekitar 50-70% kalsium yang dicerna diserap, tetapi waktu dewasa hanya sekitar 10-40% yang diserap. Karena garam kalsium lebih larut dalam asam, maka penyerapan kalsium terjadi pada bagian atas usus kecil, tepat setelah lambung. Absorpsi kalsium dibantu oleh vitamin D, Vitamin C dan laktosa. faktor yang dapat menghalangi penyerapan kalsium adalah adanya zat organik yang dapat bergabung dengan kalsium dan membentuk garam yang tidak larut. Contoh: asam oksalat dan asam fitat.

Asam oksalat dan kalsium membentuk garam yang tidak larut, yaitu kalsium oksalat. Asam oksalat banyak ditemukan didalam bit yang masih hijau, bayam rhubarb, dan coklat. Asam fitat terdapat pada bekatul gandum. Bila konsumsi kalsium menurun dapat terjadi kekurangan kalsium yang menyebabkan osteomalasia. Pada Osteomalasia, tulang menjadi lunak karena matriknya kekurangan kalsium. Sebab utama osteomalasia yang sesungguhnya adalah kekurangan vitamin D. Di samping itu bila keseimbangan kalsium negatif, osteoporosis atau masa tulang menurun dapat terjadi. Hal ini disebabkan konsumsi kalsium rendah, absorpsi yang rendah, atau terlalu banyak kalsium yang terbuang bersama urin.



Gambar 6.2 Kalsium juga terdapat dalam susu

Sumber:

Sumber Kalsium yang baik adalah susu, keju dan sejenisnya, sayuran hijau (seperti brokoli, kol, tetapi tidak untuk bayam), kedelai, roti, ikan dan sebagainya.

Kebutuhan:

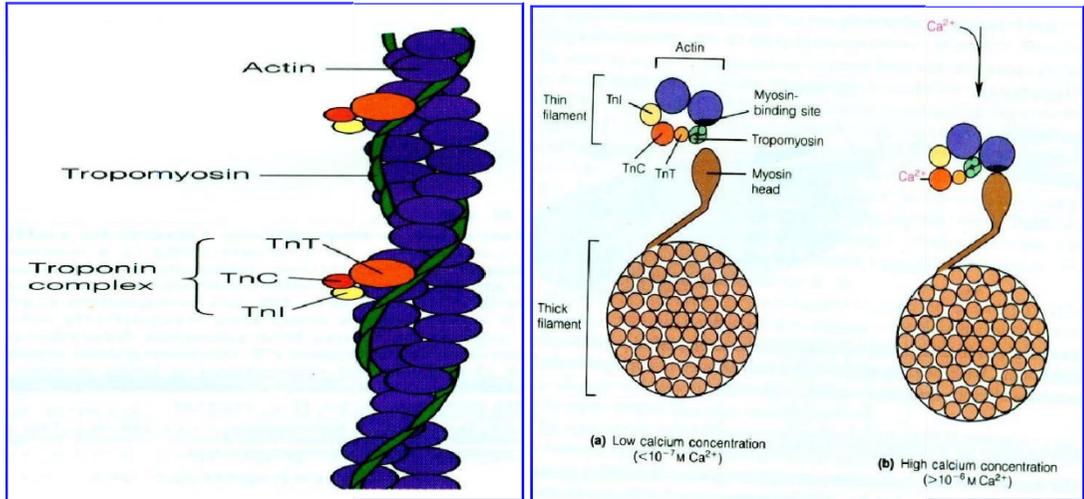
Orang dewasa membutuhkan Kalsium 700 mg / 0,7 g per hari. Anak dibawah 10 tahun sebanyak 0,5 g perhari.

Fungsi:

1. Membantu membangun tulang dan gigi
2. Mengatur kontraksi otot, termasuk denyut jantung
3. Berperan dalam proses pembekuan darah
4. Secondary messenger

5. Pembentukan tulang dan otot Koagulasi darah
6. Pemecahan glikogen dan aktivator siklus kreb

Untuk melakukan kontraksi □ otot membutuhkan ATP (dlm myofibril).
Tapi yang menstimulasi terjadinya kontraksi = C



Gambar 6.3. Kalsium

Selain itu diduga kalsium membantu menurunkan tekanan darah tinggi serta mencegah terjadinya kanker kolon dan payudara.

Sifat kalsium:

Kalsium adalah unsur yang agak lembut, kelabu dan kelogaman yang dapat disaring melalui elektrolisis kalsium fluorida. Kalsium terbakar dengan nyala kuning-kemerahan dan membentuk silatan nitrida putih apabila terpapar dengan udara dan hidrogen serta membentuk kalsium hidroksida.

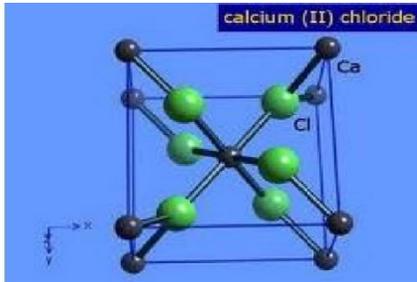
Akibat konsumsi terlalu banyak:

Mengonsumsi Kalsium berdosisi tinggi dapat menyebabkan nyeri lambung dan diare.

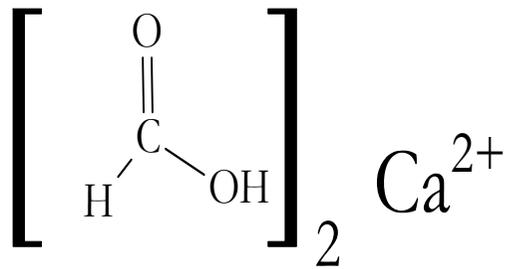
Saran:

Seharusnya Kalsium didapatkan dengan diet yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika mengonsumsi suplemen Kalsium, seharusnya tidak terlalu banyak. Konsumsi suplemen Kalsium 1500 mg atau kurang per hari, mungkin tidak menyebabkan gangguan.

Struktur kalsium



Struktur Ca



Gambar 6.4 Struktur kalsium (Ca)

6.3.2 Magnesium (Mg)

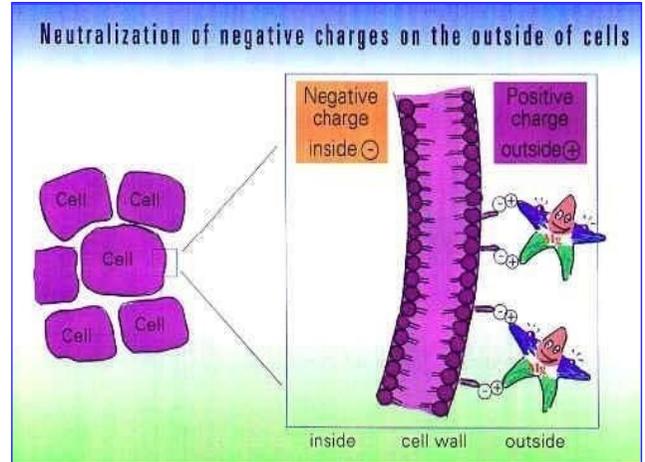
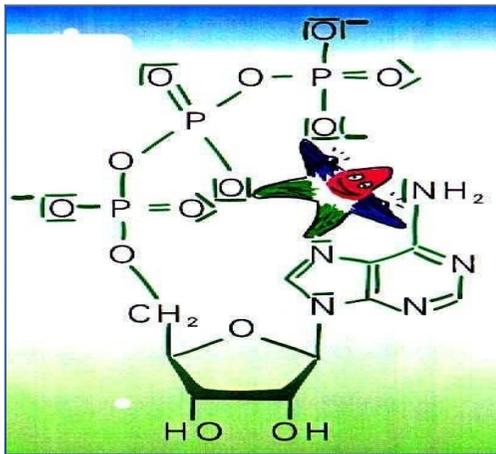
Pada tubuh orang dewasa terkandung 20-25 gram magnesium. Separuh dari jumlah tersebut terkandung dalam tulang dan selebihnya terkandung dalam jaringan lemak seperti otot dan hati, serta cairan ekstra seluler. Magnesium merupakan aktivator enzim peptidase dan enzim lain yang kerjanya memecah dan memindahkan gugus fosfat (fosfatase). Magnesium diserap di usus kecil, dan diduga hanya seper tiga dari yang tercerna akan diserap. Karena kelarutan garam magnesium rendah, maka magnesium sulfat (garam Inggris) sering digunakan sebagai obat pencuci perut (laxative) yaitu dengan dikonsumsi dalam jumlah besar (± 30 g) Magnesium sulfat tersebut akan meningkatkan tekanan osmosis sehingga menarik air ke dalam usus kecil, akibatnya menjadi lebih mudah buang air besar.

Magnesium juga merupakan:

- Merupakan kation bivalent = cenderung berfungsi sebagai “chelator”
- Mineral penting, selain Ca dan fosfor
- Di intra seluler sering ditemukan berikatan dengan ATP = berperan sebagai kofaktor

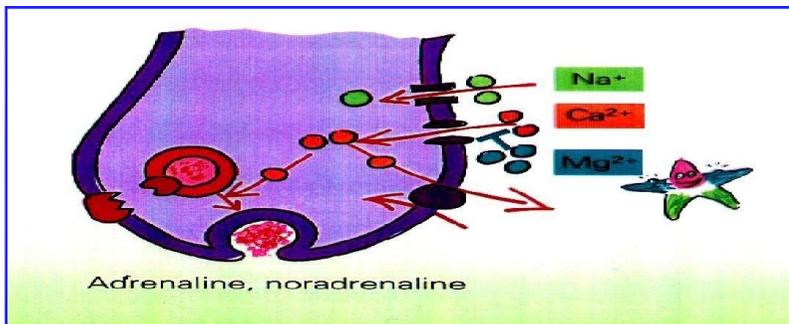
ATP yang berikatan dengan Mg = merupakan substrat yang lebih efektif bagi enzim – enzim yang membutuhkan ATP.

- Mg penting bagi manusia krn berperan dlm reaksi penghasilan energi
- Pompa Na/K yg mengatur konsentrasi elektrolit dlm sel = dikontrol oleh ATP keseimbangan elektrolit di dalam sel tergantung pada Mg
- Food processing = menghilangkan Mg dalam makanan
- Pompa Na/K yg mengatur konsentrasi elektrolit dlm sel = dikontrol oleh ATP keseimbangan elektrolit di dalam sel tergantung pada Mg
- Food processing = menghilangkan Mg dalam makanan



Gambar 6.5 Kofaktor yang berikatan dengan Mg

Berfungsi pula menghambat kalsium di sinopsis sel saraf = mencegah ekskresi neurotransmitter terutama adrenalin, nor adrenalin.



Gambar 6.6 Adrenaline, noradrenaline

Kekurangan :

Kekurangan magnesium akan menyebabkan hypomagnesemia dengan gejala denyut jantung tidak teratur, insomnia, lemah otot, kejang kaki, serta telapak kaki dan tangan gemetar. Pemberian magnesium sulfat kepada pasien yang kekurangan magnesium dapat membantu mengurangi getaran otot seperti terlihat dari hasil percobaan tanda tangan pasien sebelum dan sesudah diberi pengobatan $MgSO_4$.

Sumber:

Magnesium adalah mineral yang terdapat di dalam banyak ragam makanan. Sumber Magnesium terkaya adalah sayuran hijau (seperti bayam) dan kacang-kacangan. Sumber Magnesium yang baik adalah roti, ikan, daging dan lain-lain.



Gambar 6.7 Sumber mineral Mg

Kebutuhan:

Kebutuhan Magnesium adalah 300 mg perhari untuk pria dan 270 mg per hari untuk wanita.

Fungsi:

Magnesium memiliki sejumlah fungsi penting, contohnya:

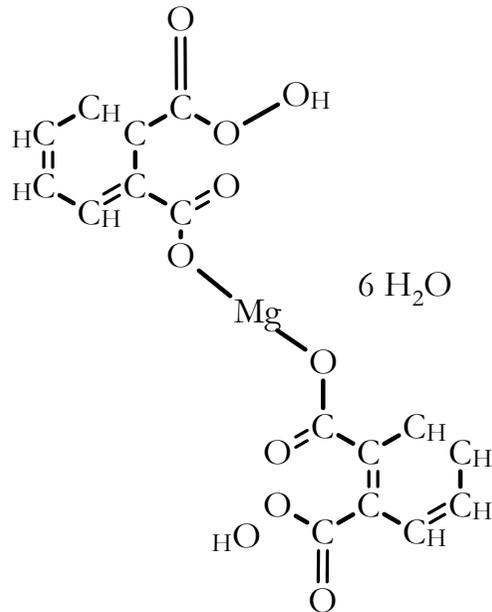
1. Membantu proses pembentukan energi dari makanan
2. Mendukung fungsi kelenjar paratiroid. Kelenjar paratiroid menghasilkan hormon yang penting bagi kesehatan tulang

Sifat Magnesium

Magnesium agak kuat, berwarna putih keperakan dan ringan (satu pertiga lebih ringan daripada aluminium). Magnesium berubah kusam apabila terdedah kepada udara, tetapi berlainan dengan logam-logam alkali, penyimpanan dalam persekitaran yang bebas oksigen tidaklah diperlukan kerana ia akan membentuk satu lapisan pelindung oksida yang sukar ditembus atau diasingkan. Dalam bentuk serbuk, logam ini terbakar dengan nyalaan putih apabila terdedah kepada keadaan lembap. Magnesium sukar terbakar jika dalam bentuk pukal, dan lebih mudah untuk dibakar jika dipotong dalam bentuk jalur nipis. Sangat susah untuk memamatkan pembakaran magnesium karena itu mudah terbakar bersama nitrogen (membentuk magnesium nitrida), dan karbon dioksida (membentuk magnesium oksida dan karbon). Pembakaran pita magnesium akan tetap terus jika pita direndam dalam air, sehingga pita magnesium habis terbakar. Magnesium menghasilkan cahaya putih yang terang apabila dibakar dalam udara. Ini digunakan pada zaman awal fotografi di mana serbuk magnesium

digunakan sebagai sumber pencahayaan (serbuk kilat). Kemudian, pita magnesium digunakan dalam mentol denyar yang dinyala secara elektrik. Serbuk magnesium masih digunakan dalam pembuatan mercun dan nyala marin apabila cahaya putih terang diperlukan.

Struktur Magnesium



Gambar 6.8 Struktur mineral magnesium

Akibat konsumsi terlalu banyak

Konsumsi Magnesium dosis tinggi dalam waktu singkat dapat menyebabkan diare.

Saran:

Magnesium seharusnya diperoleh dengan cara mengkonsumsi makanan secara bervariasi dan seimbang. Tetapi jika mengkonsumsi suplemen Magnesium disarankan tidak terlalu banyak. Konsumsi Mg 400 mg atau kurang per hari, mungkin tidak menyebabkan gangguan.

6.3.3 Natrium Klorida (Sodium chloride = Natrium Chloride = NaCl)

Keduanya sangat erat, terutama dalam hal keseimbangan air dan elektrolit atau keseimbangan asam basa. Natrium didapat dalam plasma darah dan dalam cairan diluar sel (ekstraseluler), beberapa di antaranya juga terdapat dalam tulang. Jumlah natrium dalam badan manusia diperkirakan sekitar 100-110 g. Konsumsi garam

perorangan per hari diperkirakan sekitar 6-18 g NaCl. Klorida juga banyak terdapat pada plasma darah, serta banyak ditemukan dalam kelenjar pencernaan lambung sebagai asam klorida. Ion – ion klorida mengaktifkan enzim amilase dalam mulut untuk memecahkan pati yang dikonsumsi. Sebagian terbesar dari cairan ekstraseluler, natrium dan klorida juga membantu mempertahankan tekanan osmotik, di samping juga membantu menjaga keseimbangan asam dan basa. Natrium bersama kalsium, magnesium serta kalium dalam cairan ekstraseluler mempunyai reaksi alkalis, sedangkan klorida bersama fosfat, karbonat, sulfat, asam- asam organik, dan protein yang mempunyai reaksi asam. Sebanyak 95% natrium yang dicerna akan diserap oleh tubuh. Sebagian besar pengeluaran natrium terjadi melalui ginjal. Disamping itu natrium dikeluarkan juga melalui keringat. Setiap liter keringat mengandung 0,5 sampai 3,0 g natrium.

Tubuh manusia mengandung 83-97 g natrium, 30-40% dari seluruh natrium terletak di tulang, dan 65-70% dari natrium yang ada dalam tulang tersebut tidak mengalami pertukaran atau lambat sekali pertukarannya dengan cairan tubuh. Diperkirakan sebanyak 65% dari seluruh kandungan natrium dalam tubuh mengalami pertukaran, hal ini tidak tampak berbeda dengan bertambahnya usia atau perbedaan jenis kelamin pada orang dewasa normal. Tubuh manusia mengandung kira-kira 82 g klorida, dan sebagian besar sebagai ion-ion ekstraseluler. Beberapa di antara klorida juga bersifat intra seluler, dan butir-butir darah merah mempunyai konsentrasi yang paling tinggi, diikuti oleh mukosa lambung, gonad, dan kulit.



Gambar 6.9 Mineral NaCl

Sumber:

Natrium Klorida umumnya disebut sebagai garam. Garam ditemukan secara alamiah dalam jumlah kecil pada semua makanan, tetapi dalam jumlah besar ditambahkan pada makanan olahan seperti daging, sereal sarapan, keju, roti serta berbagai macam snack.

Kebutuhan:

Sangat sulit untuk makan terlalu sedikit garam. Sebagai contoh di Inggris masyarakat garam melebihi jumlah yang seharusnya. Rata-rata kita mengonsumsi 9,5 g garam (berkisar 3,7 g Natrium) per hari, tetapi kita seharusnya mengonsumsi tak lebih dari 6 g garam (2,5g Natrium).

Tubuh manusia mengandung 83-97 g natrium, 30-40% dari seluruh natrium terletak di tulang, dan 65-70% dari natrium yang ada dalam tulang tersebut tidak mengalami pertukaran atau lambat sekali pertukarannya dengan cairan tubuh. Diperkirakan sebanyak 65% dari seluruh kandungan natrium dalam tubuh mengalami pertukaran, hal ini tidak tampak berbeda dengan bertambahnya usia atau perbedaan jenis kelamin pada orang dewasa normal.

Tubuh manusia mengandung kira-kira 82 g klorida, dan sebagian besar sebagai ion-ion ekstraseluler. Beberapa di antara klorida juga bersifat intraseluler, dan butir-butir darah merah mempunyai konsentrasi yang paling tinggi, diikuti oleh mukosa lambung, gonad, dan kulit.

Sumber:

Natrium Klorida umumnya disebut sebagai garam. Garam ditemukan secara alamiah dalam jumlah kecil pada semua makanan, tetapi dalam jumlah besar ditambahkan pada makanan olahan seperti daging, sereal sarapan, keju, roti serta berbagai macam snack.

Kebutuhan:

Sangat sulit untuk makan terlalu sedikit garam. Sebagai contoh di Inggris masyarakat garam melebihi jumlah yang seharusnya. Rata-rata kita mengonsumsi 9,5 g garam (berkisar 3,7 g Natrium) per hari, tetapi kita seharusnya mengonsumsi tak lebih dari 6 g garam (2,5g Natrium).

Tip-tip praktis untuk cutting down on salt:

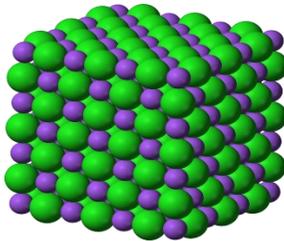
1. Cek label makanan untuk memilih yang rendah garam
2. Pilih sayuran kaleng yang tidak mengandung penambahan garam jika mungkin
3. Hindari saus, karena umumnya sering berkadar garam tinggi
4. Kurangi makan snack bergaram, seperti krispi dan kacang-kacangan bergaram
5. Kurangi garam saat memasak, gunakan herba dan rempah-rempah untuk menambah aroma
6. Pilih mangkuk stok rendah garam atau buatlah stok sendiri

7. Cicipi dulu masakan dan jangan langsung menambahkan garam

Fungsi:

1. Natrium dan Klorida membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh.
2. Klorida membantu proses pencernaan makanan karena unsur ini merupakan komponen esensial dari getah lambung dan usus.

Struktur NaCl :



Gambar 6.10. Struktur NaCl

Akibat konsumsi terlalu banyak Konsumsi garam terlalu banyak dapat meningkatkan tekanan darah (hipertension) dan hal ini beresiko terhadap stroke dan serangan jantung.

Kekurangan natrium

Pada orang sehat jarang sekali ditemukan kasus kekurangan natrium. Tanda pertama kekurangan natrium ialah rasa haus. Bila terjadi banyak kehilangan natrium, maka cairan ekstraseluler berkurang, akibatnya tekanan osmotik dalam cairan tubuh menurun. Hal ini menyebabkan air dari cairan ekstraseluler masuk ke dalam sel, sehingga tekanan osmotik dari cairan ekstraseluler meningkat. Volume cairan, termasuk darah akan menurun, mengakibatkan penurunan tekanan darah. Aldosteron, hormon yang ada di korteks adrenal, membantu menahan natrium dengan cara menyerap kembali natrium bersama air dalam ginjal. Dengan cara ini volumen cairan ekstraseluler dalam sirkulasi darah kembali normal. Aldosteron juga membantu meningkatkan pengeluaran kalium melalui ginjal.

Bagi orang yang tinggal di daerah tropis atau bekerja pada udara panas biasanya konsumsi makanannya sudah cukup mengandung garam (NaCl) yang diperkirakan cukup untuk memproduksi 4 liter keringat, tanpa mengganggu kadar NaCl di dalam badan. Pada keadaan hilangnya banyak natrium, orang akan

muntah-muntah atau diare karena cairan yang ada dalam usus banyak mengandung natrium.

Saran:

Rata-rata, setiap hari kita mengonsumsi 3.5 g garam lebih banyak daripada seharusnya. Disarankan masyarakat mengurangi garam dan NaCl seharusnya tak digunakan dalam suplemen.

6.3.4 Fosfor (Phosphorus = P)

Mineral ini menempati kadar nomor dua dalam tubuh kita setelah kalsium, yaitu 22% dari seluruh mineral yang ada. Kurang lebih 80% berada dalam bentuk kalsium fosfat kristal yang tidak larut, yang memberikan kekuatan pada gigi. Adapun sisanya 20% didistribusi dalam tiap sel dan dalam cairan di luar sel bersama dengan karbohidrat, lipid, protein serta senyawa lainnya. DNA dan RNA terdiri dari fosfor dalam bentuk fosfat, demikian juga membran sel yang membantu menjaga permeabilitas sel. Senyawa seperti ATP dan keratin fosfat, koenzim dari golongan vitamin B, protein konjugasi, fosfolipid, merupakan contoh senyawa fosfat yang penting dalam tubuh kita.

Biasanya kira-kira 70 % dari fosfor yang berada dalam makanan dapat diserap oleh tubuh. Penyerapan fosfor dibantu oleh vitamin D dan diekresi melalui urine.



Gambar 6.11 Unsur fosfor di dalam beras

Sumber:

Fosfor adalah mineral yang dapat dijumpai di dalam daging merah, makanan- makanan bersusu, ikan, unggas, roti, beras dan gandum.

Kebutuhan:

Kita seharusnya sudah mendapatkan seluruh kebutuhan fosfor dari makanan sehari-hari. Kebutuhan Fosfor orang dewasa adalah 550 mg per hari.

Fungsi:

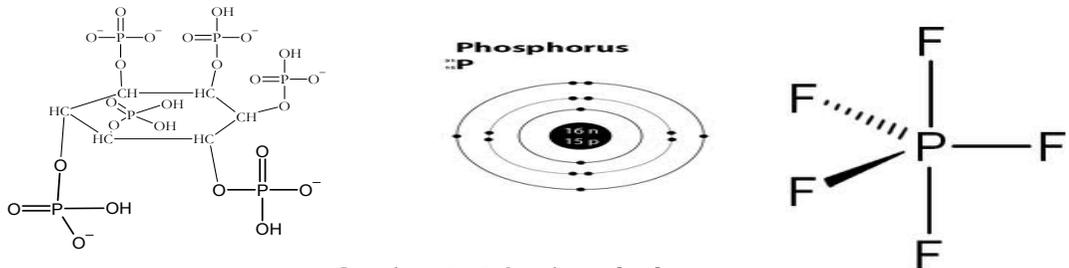
Fosfor memiliki beberapa peran penting dalam tubuh. Sebagai contoh di antaranya:

1. Membantu membangun tulang dan gigi
2. Membantu menghasilkan energi dari makanan yang kita makan

Sifat Fosfor:

Berwarna putih, kekuning-kuningan, merah dan hitam. Fosfor putih memiliki dua tipe: alfa dan beta. Walaupun memiliki tiga warna, dalam kondisi murni zat ini tak berwarna atau transparan. Zat ini tak dapat larut dalam air, tapi terurai dalam CS₂. Sifat fosfor putih cepat bereaksi jika terekspos ke udara dan siap berubah menjadi fosfor pentoksida. Zat ini mudah terbakar pada temperatur 10-15°C di atas suhu normal. Pada kondisi gelap, fosfor akan terlihat terang. Reaksi kimia ini baru akan habis ketika fosfor terbakar sempurna atau tidak ada oksigen.

Struktur fosfor:



Gambar 6.12 Struktur fosfor

Akibat konsumsi terlalu banyak

Mengonsumsi suplemen Fosfor dosis tinggi dalam waktu singkat, dapat mengakibatkan diare atau nyeri lambung. Sedangkan konsumsi dosis tinggi dalam waktu lama dapat menurunkan jumlah Kalsium dalam tubuh, sehingga tulang lebih beresiko terhadap fraktur.

Kekurangan fosfor.

Mengakibatkan demineralisasi tulang dan terjadi pertumbuhan yang kurang baik.

Saran:

Kita seharusnya sudah dapat memenuhi kebutuhan Fosfor dari makanan yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika kita memutuskan untuk mengonsumsi suplemen Fosfor, penting untuk membatasi agar tidak terlalu banyak, karena dapat menimbulkan gangguan. Konsumsi suplemen Fosfor 250 mg per hari atau kurang, mungkin tidak menyebabkan gangguan.

6.3.5 Kalium (Potassium = K)

Tubuh seorang dewasa mengandung kalium (250g) dua kali lebih banyak dari natrium (110 gram). Konsumsi kalium lebih sedikit dari pada natrium. Konsumsi per orang per hari di Amerika 2-6 gram kalium. Berbeda dengan natrium, kalium biasanya lebih banyak berada di dalam sel dari pada di luar sel, karena itu lebih mudah menyimpan dan menjaganya. Komposisi kalium biasanya tetap, sehingga digunakan sebagai indeks untuk lean mass (bagian badan tanpa lemak).

Kalium menjaga tekanan osmotik dalam cairan intraseluler, dan sebagian terikat dengan protein. Kalium juga membantu mengaktivasi reaksi enzim, seperti piruvat kinase yang dapat menghasilkan asam piruvat dalam proses metabolisme karbohidrat. Kalium mudah sekali diserap tubuh, diperkirakan 90% dari yang dicerna akan diserap dalam usus kecil.

Sumber:

Kalium adalah mineral yang dapat ditemukan pada mayoritas makanan. Sumber Kalium yang baik antara lain buah-buahan (seperti pisang), sayur mayur, kacang-kacangan dan biji-bijian, susu, ikan, kerang-kerangan, daging sapi, ayam, beef, chicken, kalkun dan roti.



Gambar 6.13 Kalium terdapat dalam pisang

Kebutuhan:

Kita seharusnya sudah mendapatkan seluruh kebutuhan Kalium dari makanan sehari-hari. Kebutuhan Kalium orang dewasa adalah 3500 mg per hari.

Fungsi:

Kalium memiliki beberapa peran penting, di antaranya:

1. Mengendalikan keseimbangan cairan tubuh
2. Mungkin juga menurunkan tekanan darah
3. Menjaga potensial membran sel
4. Kofaktor enzim. Contoh : piruvat kinase (metabolisme karbohidrat)
5. Menjaga potensial membran
 - a. K – kation utama di dalam sel, N – kation utama di luar sel
 - b. K di dalam sel : 30 X lebih tinggi dibanding luar sel

- c. Na di luar sel : 10 X lebih tinggi dibanding dalam sel
- d. Perbedaan konsentrasi = gradien elektro kimiawi membran potensial membran
- e. Potensial membran penting dalam penyampaian sinyal untuk komunikasi antar sel : sel saraf
- 6. Fungsi utama : bergabung dengan protein dan tembaga = membentuk hemoglobin (transport O₂ dari paru-paru ke jaringan yang membutuhkan).
- 7. Penting pula untuk pembentukan myoglobin (pengangkut O₂ di dalam otot)

Sifat Kalium:

Kalium berbentuk logam lunak berwarna putih keperakan dan termasuk golongan alkali tanah. Secara alami, kalium ditemukan sebagai senyawa dengan unsur lain dalam air laut atau mineral lainnya. Kalium teroksidasi dengan sangat cepat dengan udara, sangat reaktif terutama dalam air, dan secara kimiawi memiliki sifat yang mirip dengan natrium. Dalam bahasa Inggris, Kalium sering disebut Potassium

Akibat konsumsi terlalu banyak: Konsumsi terlalu banyak Kalium dapat menyebabkan nyeri lambung, mual dan diare.

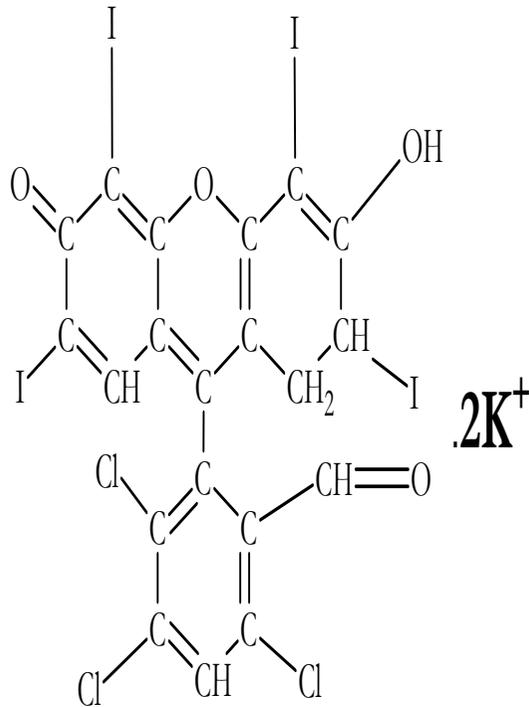
Kekurangan kalium

Kekurangan kalium dari ransum. Biasanya disebabkan sakit hati, ciirhosis, terlalu banyak muntah-muntah, luka bakar, atau KKP (Kurang Kalori Protein) yang berat. Gejala kekurangan kalium biasanya pelunakan otot. Orang yang terbakar banyak kehilangan kalium dan mempunyai keseimbangan kalium yang negatif. Karena itu diperlukan konsumsi kalium yang tinggi yaitu dengan perbandingan kalium nitrogen 6:1 (pada badan normal hanya memerlukan perbandingan 4:1). Dalam keadaan lapar gizi, banyak sekali kalium hilang dari otot. Dalam waktu puasa terjadi kekurangan kalium dan terjadi toleransi glukosa yang abnormal.

Saran:

Seharusnya Kalsium didapatkan dengan diet yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika mengkonsumsi suplemen Kalsium, seharusnya tidak terlalu banyak. Konsumsi suplemen Kalsium 1500 mg atau kurang per hari, mungkin tidak menyebabkan gangguan.

Struktur Kalium:



Gambar 6.14 Struktur Kalium

6.3.6 Belerang (Sulfur = Sulphur = S)

Berbentuk senyawa-senyawa esensial bagi tubuh, misalnya sebagai komponen vitamin B-1, Komponen asam amino esensial yang mengandung belerang(metionin), Komponen koenzim- ASH, komponen molekul anti koagulasi (heparin), komponen reduktor (glutathione), komponen hormone kelenjar pankreas (insulin), komponen vitamin (biotin), komponen vitamin lipoat, komponen vitamin (asam folat), dan lain-lain lagi. Dalam tubuh, dikenal pula suatu senyawa sulfat berenergi tinggi (suatu senyawa sulfat dalam bentuk “ adenosine-3,- phosphor-5,-phosphosulfat).

Bagian-bagian tubuh yang mengandung sulfur adalah jaringan pengikat, kulit, kuku, dan rambut.

Dalam urin dijumpai derivat senyawa sulfat berbentuk:

1. Sulfat anorganik
2. Sulfat eter
3. Sulfat netral

Jaringan sulfur sebagian besar diserap dalam bentuk organik sebagai asam amino. Bentuk sulfat anorganik (sedikit sekali dalam makanan) biasanya sulit

diserap oleh tubuh. Sulfur merupakan bagian yang penting dari mukopolisakarida misalnya khondroitin sulfat pada tulang rawan, tendon, tulang, kulit, dan klep-kep jantung. Sedangkan sulfolipida sangat banyak dijumpai pada jaringan-jaringan hati, ginjal, kelenjar ludah, dan bagian putih otak. Senyawa sulfur sangat berperan dalam berbagai reaksi oksidasi reduksi, diantaranya terdapat pada berbagai koenzim, misalnya koenzim A dan glutathion (tripeptida dari asam glutamate, sistein dan glisin). Konsentrasi glutathion sangat tinggi dalam butir darah merah. Metabolisme asam amino dalam sel dapat menghasilkan asam sulfat yang segera dinetralkan dan dikeluarkan dalam bentuk garam organik.

Sumber:

Belerang adalah mineral yang ditemukan secara alamiah dalam berbagai bentuk di dalam makanan. Belerang juga digunakan dalam bentuk sulfat dan sulfit sebagai zat aditif dalam makanan olahan.

Kebutuhan:

Kita dapat mencukupi kebutuhan belerang dari makanan sehari-hari. Fungsi: Belerang berperan dalam beberapa proses tubuh yang berbeda, di antaranya membantu penyusunan jaringan misalnya kartilago.

Sifat Belerang:

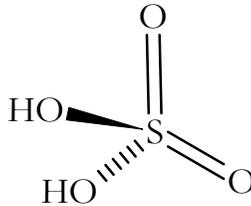
sifat-sifat fisik belerang adalah : Kristal belerang berwarna kuning, kuning kegelapan, dan kehitam-hitaman, karena pengaruh unsur pengotornya. Berat jenis : 2,05 - 2,09, kekerasan : 1,5 - 2,5 (skala Mohs), Ketahanan : getas/mudah hancur (brittle), pecahan :berbentuk konkoidal dan tidak rata. Kilap : damar Gores : berwarna putih.



Gambar 6.15 Kristal belerang

Sifat belerang lainnya adalah : tidak larut dalam air, atau H_2SO_4 . Titik lebur $129^{\circ}C$ dan titik didihnya $446^{\circ}C$. Mudah larut dalam CS_2 , CCl_4 , minyak bumi, minyak tanah, dan anilin, penghantar panas dan listrik yang buruk. Apabila dibakar apinya berwarna biru dan menghasilkan gas-gas SO_2 yang berbau busuk.

Struktur Belerang:



Gambar 6.16 Struktur belerang dalam ion sulfat

Kekurangan sulfur

Orang yang rendah konsumsi protein akan mengeluarkan sulfur lebih rendah. Cistinuria merupakan kelainan yang bersifat menurun pada seseorang. Sistin, lisin, dan ornitin banyak dikeluarkan dari tubuh karena ginjal tidak mampu menyerap kembali zat-zat tersebut. Karena zat-zat ini tidak larut, terbentuklah renal calculi.

Saran:

Kita sudah dapat memenuhi kebutuhan belerang dari makanan yang bervariasi dan seimbang.

6.3.7 Besi (Ferrum = Fe)

Kebanyakan dari besi esensial terdapat dalam hemoglobin, kira-kira 5% terdapat dalam otot (mioglobin), dan kurang dari 1% terdapat dalam sel tubuh sebagai bagian dari enzim oksidoreduktase. Kira-kira 20% disimpan dalam hati, sumsum tulang belakang dalam limpa sebagai feritin dan hemosiderin. Dalam plasma darah besi terdapat sebagai transferin. Unsur besi ini diserap melalui dinding usus dalam bentuk ion fero. Ion ini tidak langsung digunakan oleh tubuh, melainkan lebih dahulu disimpan dalam hati, limpa dan sumsum tulang belakang. Kemudian dibawa oleh plasma darah ke seluruh jaringan tubuh dalam bentuk kompleks besi protein diatas.

Penyerapan besi dibantu oleh keasaman cairan lambung dan vitamin C. Ion feri juga diserap tetapi tidak semudah ion fero. Penyerapan ion besi terbanyak berlangsung di duodenum bagian atas dan dikontrol oleh mukosa okspora intestine tetapi dalam jumlah terbatas juga terjadi pada jejunum dan ileum. Besi berperan dalam tubuh untuk melaksanakan transpor oksigen dari paru-paru ke jaringan dan dalam proses respirasi sel. Dalam pembentukan hemoglobin diperlukan adanya ion besi. Masa hidup butir darah merah termasuk hemoglobin adalah 120 hari. Di dalam tubuh terdapat sebanyak 20.000 milyar sel darah merah. Jangka hidup tersebut memberi gambaran bahwa sel-sel darah merah

dirusak dan diproduksi pada kecepatan 115 juta butir per menit. Perusakan sel darah merah terjadi di dalam limpa, dan besi yang telah lepas digunakan kembali dalam metabolisme.

Besi yang ada dalam tubuh berasal dari tiga sumber yaitu:

1. Besi yang diperoleh dari hasil perusakan sel-sel darah merah(hemolisis)
2. Besi yang diambil dari penyimpanan dalam badan
3. Besi yang diserap dari saluran pencernaan.

Dari ketiga sumber tersebut hasil hemolisis merupakan sumber utama. Sumber:

Besi merupakan mineral esensial. Sumber besi yang baik antara lain: hati, daging, kacang-kacangan, padi-padian, sereal yang telah difortifikasi, tepung kedelai, dan sayuran hijau gelap. Banyak orang memikirkan bahwa bayam adalah sumber besi yang baik, tetapi bayam mengandung bahan yang menyebabkan besi lebih sulit diserap. Meskipun hati adalah sumber besi yang baik, jika Anda sedang hamil hindarilah hati karena terlalu banyak vitamin A terkandung di dalamnya.

Kebutuhan:

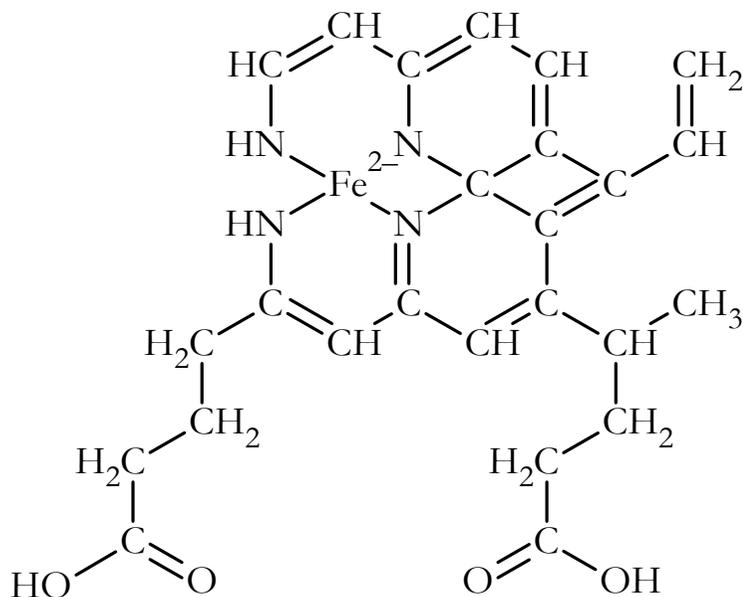
Kita sudah dapat memenuhi seluruh kebutuhan besi dari makanan sehari-hari. Kebutuhan besi kita adalah 8,7 mg per hari untuk pria dan 14,8 mg per hari untuk wanita. Mengonsumsi makanan yang mengandung vitamin C pada waktu bersamaan dengan makanan yang mengandung besi dari sumber non-daging akan membantu penyerapan besi. Sehingga Anda dapat mengonsumsi jus buah atau buah dengan, sereal terfortifikasi, atau sayuran dengan kacang-kacangan atau beras. Wanita yang kehilangan darah karena menstruasi mungkin memerlukan suplementasi besi.

Fungsi:

Besi memiliki sejumlah peran penting bagi tubuh. Sebagai contoh adalah berperan dalam pembentukan eritrosit, yang berfungsi membawa oksigen ke seluruh tubuh, keseimbangan antara Fe, Zn & Cu juga penting untuk menjaga dan thyroidism.

Unsur besi (ferrum) yang terdapat dalam bentuk Fe (II) atau Fe(III), ditemukan di dalam tubuh berasosiasi dengan protein. Unsur besi ini juga di dalam tubuh tersimpan dalam jumlah besar dalam protein dalam bentuk ferritin.

Dalam bentuk bebas di dalam tubuh, besi memiliki konsentrasi sangat rendah. Karena ion Ferri tidak larut dalam air. Ion ferro bersifat toksik bagi sel karena dapat bereaksi dengan hidrogen peroksida membentuk radikal hidroksil.



Gambar 6.17 Senyawa kompleks Fe

Makanan biasanya mengandung unsur besi dalam bentuk Fe (III), tetapi agar mudah diserap dalam tubuh harus dalam bentuk Fe (II). Reduksi Fe (III) menjadi Fe (II) dapat dilakukan dengan menggunakan asam askorbat (vit C) atau dengan suksinat.

Tabel 6.2 Jenis-jenis enzim besi (Fe) non heme

| Non heme iron enzyme | Function |
|--------------------------|--|
| Aconitase | Siklus kreb |
| Suksinat DH | Siklus kreb |
| NADH DH, CoQ reduktase | Rantai respirasi |
| Adrenodoksin | Sintesis hormon dlm kolesterol steroid |
| Desaturase | Sintesis asam lemak tak jenuh |
| Xathine DH | Katabolisme purine ring |
| Ribonukleotida reduktase | DNA sintesis |

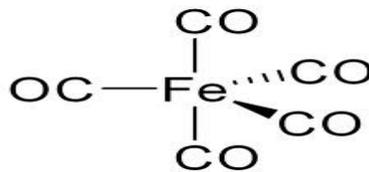
Sifat Besi:

Logam murni besi sangat reaktif secara kimiawi dan mudah terkorosi, khususnya di udara yang lembab atau ketika terdapat peningkatan suhu. Memiliki 4 bentuk allotroik ferit, yakni alfa, beta, gamma dan omega dengan suhu transisi 700, 928, dan 1530°C. Bentuk alfa bersifat magnetik, tapi ketika berubah

menjadi beta, sifat magnetnya menghilang meski pola geometris molekul tidak berubah. Hubungan antara bentuk-bentuk ini sangat aneh. Besi pig adalah alloy dengan 3% karbon dan sedikit tambahan sulfur, silikon, mangan dan fosfor.

Besi bersifat keras, rapuh, dan umumnya mudah dicampur, dan digunakan untuk menghasilkan alloy lainnya, termasuk baja. Besi tempa yang mengandung kurang dari 0.1% karbon, sangat kuat, dapat dibentuk, tidak mudah campur dan biasanya memiliki struktur berserat. Baja karbon adalah alloy besi dengan sedikit Mn, S, P, dan Si. Alloy baja adalah baja karbon dengan tambahan seperti nikel, khrom, vanadium dan lain-lain. Besi relatif murah, mudah didapat, sangat berguna dan merupakan logam yang sangat penting.

Struktur Besi:



Gambar 6.18 Senyawa alloy besi

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Efek samping kelebihan besi antara lain konstipasi, nausea, vomiting and nyeri lambung. Besi dengan dosis sangat tinggi dapat berakibat fatal, khususnya jika diberikan pada anak, sehingga jagalah selalu suplemen besi agar bebas dari jangkauan anak-anak.

Kekurangan Besi

Anemia gizi dapat diketahui dari kadar hemoglobin seseorang. Kadar hemoglobin normal pada pria dewasa 13 g/100 ml dan untuk wanita yang tidak sedang mengandung 12 g/100ml. Kekurangan besi banyak dialami bayi di bawah usia 2 tahun serta para ibu yang sedang mengandung, yang biasanya juga diikuti oleh kekurangan gizi yang lain.

Saran:

Mayoritas masyarakat sudah dapat memenuhi seluruh kebutuhan besi dengan mengkonsumsi makanan yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengkonsumsi suplemen besi, jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan. Mengkonsumsi suplemen besi 17 mg atau kurang

per hari mungkin tidak menyebabkan gangguan. Tetapi jika meneruskan ke dosis yang lebih tinggi harus berdasarkan saran dokter.

6.3.8 Boron (Bo) Sumber:

Boron adalah trace element yang dapat ditemukan secara luas di lingkungan. Boron dapat ditemukan di lautan, gunung, tanah dan tumbuhan. Makanan sumber Boron antara lain sayuran, buah dan kacang-kacangan.



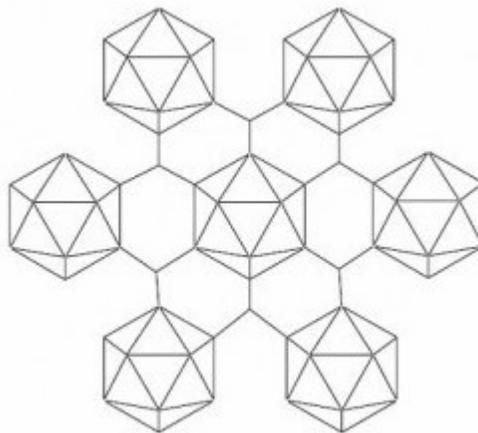
Gambar 6.19 Sayuran sumber Boron

Kebutuhan:

Kebutuhan Boron sudah dapat tercukupi dari diet sehari-hari. Fungsi: Boron berperan membantu proses penggunaan glukosa, lemak, estrogen dan mineral lainnya seperti kalsium, tembaga, magnesium di dalam makanan yang kita makan.

Sifat Boron:

Boron bersifat sangat keras dan menunjukkan sifat semikonduktor. Struktur Boron: Boron yang telah dimurnikan adalah padatan hitam dengan kilap logam. Sel satuan kristal boron mengandung 12, 50, atau 105 atom boron, dan satuan struktural ikosahedral B₁₂ terikat satu sama lain dengan ikatan 2 pusat 2 elektron (2c-2e) dan 3 pusat 2 elektron (3c-2e) (ikatan tuna elektron) antar atom boron (Gambar dibawah ini).



Gambar 6.20 Struktur Boron

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Konsumsi Boron dosis tinggi dalam waktu lama dapat mengurangi fertilitas pada pria.

Saran:

Kebutuhan Boron sudah dapat terpenuhi dengan mengkonsumsi makanan yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengkonsumsi suplemen Boron, sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menyebabkan gangguan. Mengkonsumsi Boron 6 mg atau kurang per hari mungkin tidak menimbulkan gangguan.

6.3.9. Kobalt (Cobalt = Co)

Kobalt merupakan komponen dari vitamin B12 yang merupakan satu-satunya fungsi kobalt yang diketahui. Vitamin ini penting untuk maturasi sel-sel darah merah dan untuk menjaga normalitas kerja semua sel. Defisiensi kobalt menyebabkan anemia pernisiiosa, yang sebenarnya disebabkan oleh gangguan penyerapan vitamin B12 biasanya diakibatkan oleh kelainan individual, yaitu ketidakmampuan mukosa lambung memproduksi mukoprotein yang penting untuk penyerapan vitamin B12 tersebut. Produksi vitamin B12 dilakukan oleh mikroorganisme di usus halus. Kobalt hanya sedikit sekali yang diserap melalui dinding usus dan dalam tubuh diketahui terdapat dalam limpa, hati, ginjal dan pankreas. Dalam darah kurang lebih berjumlah 1 mikro gram per ml.

Tumbuhan tidak memerlukan kobalt sehingga sumber utama kobalt bagi manusia adalah sumber hewani. Dengan bantuan mikroorganisme dalam tubuh kita, barulah kita peroleh vitamin B12. Diet yang terlalu banyak mengandung

kobalt organik diketahui menyebabkan polisitemia (produksi berlebihan sel-sel darah merah).

Sumber:

Kobalt adalah trace element yang banyak dijumpai di lingkungan. Sumber Kobalt yang baik antara lain ikan, kacang-kacangan, sayuran hijau (seperti brokoli dan bayam), dan sereal (misalnya gandum).

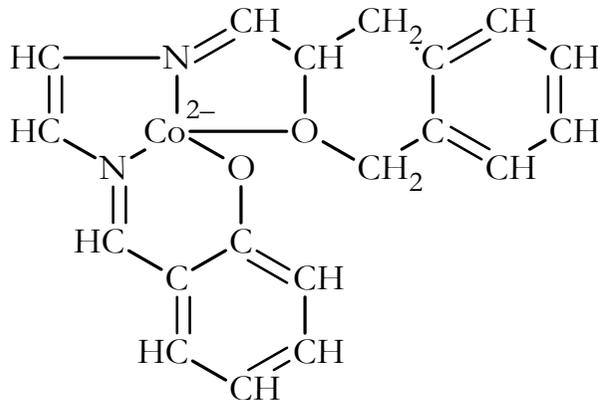


Gambar 6.21 Sumber unsur Kobalt

Kebutuhan:

Kebutuhan Kobalt seharusnya sudah dapat tercukupi dari diet sehari-hari. Kobalt adalah bagian besar dari struktur Vitamin B12 sehingga untuk memperoleh cukup Kobalt, kita perlu memastikan bisa memperoleh cukup Vitamin B12. Kebutuhan Kobalt orang dewasa kira-kira 0,0015 mg (1,5 mikrogram) vitamin B12 per hari.

Struktur Co:



Gambar 6.22 Struktur Kobalt

Fungsi:

Kobalt berperan membentuk bagian dari struktur Vitamin B12. Sifat Kobalt:

Unsur Kobalt berwarna sedikit berkilauan, metalik, keabu-abuan. Unsur kimia kobalt juga merupakan suatu unsur dengan sifat rapuh agak keras dan

mengandung metal serta kaya sifat magnetis yang serupa setrika. Unsur kimia kobalt adalah batu bintang. Deposit bijih. Cobalt-60 (^{60}Co) adalah suatu isotop yang diproduksi menggunakan suatu sumber sinar (radiasi unsur tinggi). Unsur kimia kobalt mewarnai gelas/kaca serta memiliki suatu keindahan warna kebiruan. Akibat konsumsi terlalu banyak:

Konsumsi Kobalt berjumlah besar dalam waktu lama dapat berpengaruh pada jantung dan mungkin menurunkan fertilitas pada pria.

Saran:

Konsumsi terlalu banyak Kobalt dapat menyebabkan gangguan. Tetapi, saat ini, suplemen Kobalt tidak tersedia dan Kobalt yang kita dapatkan dari makanan tidak berbahaya. Konsumsi suplemen Kobalt 1.4 mg atau kurang per hari mungkin tidak menyebabkan gangguan.

6.3.10 Tembaga (Copper, Cuprum = Cu)

Kebutuhan tubuh akan tembaga mula-mula ditunjukkan oleh Hart dan kawan-kawan dari Universitas Wisconsin, yaitu pada tikus dan kelinci. Bila binatang percobaan tersebut diberi susu saja, akan timbul gejala anemia yang tidak dapat disembuhkan dengan suplementasi besi. Keadannya dapat membaik hanya bila dalam ransumnya ditambahkan abu yang mengandung tembaga dari makanan tertentu. Kini diketahui bahwa sekitar 100-150 mg tembaga terdapat dalam tubuh orang dewasa, dan konsentrasi yang tinggi terdapat pada hati, ginjal, rambut dan otak.

Tembaga berperan khususnya dalam beberapa kegiatan enzim pernafasan sebagai kofaktor bagi enzim tirosinase dan sitokrom oksidase. Tirosinase mengatalis reaksi oksidasi tirosin menjadi pigmen melanin (pigmen gelap pada kulit dan rambut) Sitokrom oksidase, suatu enzim yang terdiri dari gugus heme dan atom-atom tembaga, dapat mereduksi oksigen. Askorbat oksidase merupakan suatu kompleks tembaga protein yang mengkatalisis perubahan asam askorbat menjadi asam dehidroaskorbat.

Tembaga juga diperlukan dalam proses pertumbuhan sel-sel darah merah yang masih muda. Bila kekurangan tembaga, sel darah merah yang dihasilkan akan berkurang. Dalam hewan percobaan, kekurangan tembaga akan menurunkan sintesis elastin. Elastin adalah jaringan protein yang membuat aorta dan jaringan urat (tendon) menjadi elastis. Dari hasil penelitian *in vitro* menggunakan media

kultur, diketahui bahwa elastin tidak dapat di sintesis tanpa adanya enzim amina oksidase yang mengandung tembaga (Gubler,1956).

Tembaga diserap dari usus kecil ke dalam saluran darah, tempat sebagian besar jaringan bergabung pada seruplasmin, yaitu protein yang berfungsi dalam penggunaan besi.

Sumber:

Sumber tembaga yang baik antara lain kacang-kacangan, kerang-kerangan dan organ dalam (jeroan dalam Bahasa Jawa). Tembaga juga diperlukan dalam proses pertumbuhan sel-sel darah merah yang masih muda. Bila kekurangan tembaga, sel darah merah yang dihasilkan akan berkurang.



Gambar 6.23 Kacang-kacangan sumber tembaga

Kebutuhan:

Kebutuhan tembaga sebenarnya dapat tercukupi dari diet sehari-hari. Orang dewasa membutuhkan tembaga 1.2 per hari.

Fungsi:

Tembaga memiliki sejumlah fungsi penting, contohnya:

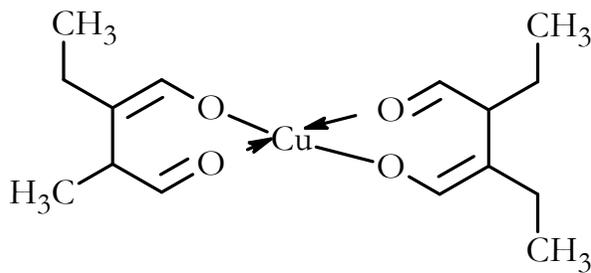
1. Membantu memproduksi eritrosit dan leukosit dan merangsang pelepasan besi untuk membentuk hemoglobin, suatu bahan pembawa oksigen ke seluruh tubuh.
2. Berperan penting bagi pertumbuhan bayi, perkembangan otak, sistem imun dan kekuatan tulang.

Sifat Cu:

Tembaga adalah logam kemerahan, dengan konduktivitas elektrik dan konduktivitas panas yang tinggi (antara semua logam-logam tulen dalam suhu bilik, hanya perak mempunyai konduktivitas elektrik yang lebih tinggi dari tembaga. Apabila dioksidakan, tembaga adalah besi lemah. Tembaga memiliki ciri

warna sebab struktur jalurnya, yaitu ia memantulkan cahaya merah dan jingga dan menyerap frekuensi- frekuensi lain dalam spektrum tampak. Tembaga adalah logam yang mudah tertempa. Dalam keadaan cair, suatu permukaan jelas (apabila tiada cahaya sekitar) logam itu kelihatan agak kehijauan. Apabila tembaga lebur berada dalam keadaan cahaya terang, kita dapat melihat kilau merah jambunya. Logam lebur tembaga tidak membasahkan permukaan dan mempunyai tegangan permukaan yang sangat kuat dan membentuk titisan hampir sfera apabila dituangkan pada suatu permukaan. Tembaga tidak larut dalam air (H₂O) dan isopropanol, atau isopropil alkohol.

Struktur Cu



Gambar 6.24 Struktur Cu

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Konsumsi tembaga dosis tinggi dapat menyebabkan nyeri lambung, penyakit dan diare. Kelebihan dosis dalam waktu lama dapat menyebabkan kerusakan hati dan ginjal.

Kekurangan tembaga

Banyak terjadi pada bayi usia 6-9 bulan. Khususnya bayi-bayi yang mengalami KKP. Bayi tersebut akan mengalami leukopenia (kurang sel darah putih) serta demineralisasi tulang. Hal ini dapat disembuhkan dengan pemberian tembaga. Orang dewasa jarang sekali menderita kekurangan tembaga, meskipun lama menderita KKP

Saran:

Kebutuhan tembaga dapat tercukupi dari makanan bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan mengonsumsi suplemen tembaga, sebaiknya tidak terlalu banyak karena bisa menyebabkan gangguan. Konsumsi suplemen tembaga 1 mg atau kurang per hari mungkin tidak menimbulkan gangguan.

6.3.11. Kromium (Chromium = Cr)

Kromium berperan dalam glucose darah tolerance pada manusia. Glukose tolerance adalah waktu yang diperlukan oleh gula dalam darah untuk kembali pada kadar normal bila manusia yang puasa mengkosumsi gula. Waktu tersebut secara normal sekitar 2 ½ jam. Bila lebih dari waktu tersebut dianggap glucose tolerance terganggu. Dengan pemberian kromium, glikose tolerance dapat diperbaiki.

Sumber:

Kromium adalah trace element yang banyak dijumpai di lingkungan, antara lain di udara, air, tanah, tumbuhan dan hewan. Sumber kromium yang baik di antaranya adalah daging, biji-bijian (misalnya gandum), rempah-rempah.

Kebutuhan:



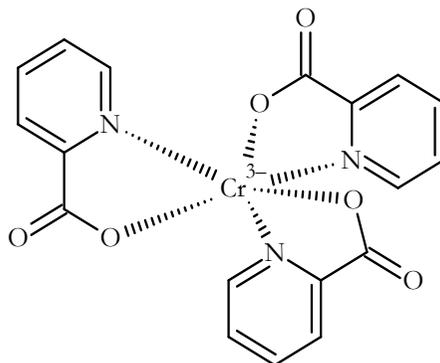
Gambar 6.25 Sumber unsur kromium pada gandum

Kebutuhan kromium seharusnya dapat tercukupi dengan diet bervariasi dan seimbang. Orang dewasa membutuhkan kromium sedikitnya 0,025 mg per hari.

Fungsi:

Kromium berpengaruh terhadap kerja insulin di dalam tubuh, sehingga kromium mungkin berpengaruh terhadap besarnya energi yang dihasilkan dari makanan.

Struktur Kromium:



Gambar 6.26 Struktur kromium

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Tak ada bukti untuk mengetahui efek yang dapat timbul akibat mengkonsumsi kromium dosis tinggi.

Saran:

Kebutuhan kromium dapat terpenuhi dari diet bervariasi dan seimbang. Jika Anda memutuskan untuk mengkonsumsi suplemen kromium, sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan. Konsumsi kromium dari makanan dan suplemen 10 mg atau kurang per hari mungkin tidak menimbulkan gangguan.

6.3.12 Fluor (Fluoride = F)

Fluor sangat penting dalam pertumbuhan dan pembentukan struktur gigi agar mempunyai daya tahan yang maksimal terhadap penyakit gigi (caries). Garam fluorida dengan kadar 1 ppm dalam air minum dianggap aman, ekonomis, dan merupakan cara yang efisien untuk menekan terjadinya sakit gigi. Beberapa Negara misalnya Kanada dan Amerika menganjurkan agar air minum mulai difluoridasi untuk profilaktis penyakit gigi. Fluoridasi air minum yang baik adalah sampai kadar 1,0-1,2 ppm untuk daerah subtropis dan untuk daerah panas adalah lebih sedikit yaitu 0,5-0,7 ppm.

Pada gigi dan juga tulang, konsentrasi fluorida meningkat dengan bertambahnya umur. Peningkatan konsentrasi tersebut dapat juga terjadi karena konsentrasi fluorida yang lebih tinggi dalam sumber air minum. Gigi yang menonjol keluar, penambahan fluorida dalam enamel terjadi hanya dengan kontak permukaan. Permukaan luar mengandung fluor sepuluh kali lebih banyak dari pada lapisan sebelah dalam. Kadar fluorida dalam ludah biasanya cukup dan penambahan kandungan fluorida terjadi akibat kontak permukaan gigi dengan air minum yang masuk mulut. Sesungguhnya yang terjadi adalah penggantian ion hidroksil pada Kristal apatit dengan fluorida dalam cairan di sekitar gigi. Hasilnya enamel menjadi lebih keras dan lebih tahan asam.

Sebaliknya gigi yang terkena terlalu banyak fluorida dalam air minum enamelnnya menjadi keruh dan berkapur, berkarat, kadang menjadi noda yang berwarna coklat sampai hitam. Ini dapat dicegah dengan mengurangi kandungan mineral dalam air minum. Dengan kadar fluoride 1 ppm dalam air minum, kerak dan noda pada gigi anak-anak yang menderita sakit gigi.

Sumber:

Fluor adalah trace element yang banyak ditemukan di lingkungan, antara lain pada hewan, tumbuhan serta air. Dalam jumlah sangat kecil, fluor terdapat di udara yang kita hirup. Sumber fluor yang baik adalah the dan ikan. Air minum dapat menjadi sumber kaya fluor dan kita juga mendapatkan fluor saat menggunakan produk-produk seperti pasta gigi dan obat kumur yang ditambahkan fluor di dalamnya.

Flour terdapat dalam tanaman dan makanan hasil ternak. Konsumsi florida dari bahan makanan sehari-hari diperkirakan 0,2-0,3 mg. Makanan dari laut mengandung 5-15 ppm fluorida dan the kering mengandung 75-100 ppm. Makanan juga dapat menyerap flourida bila dimasak pada air yang telah mengalami fluoridasi.

Kebutuhan:

Belum jelas berapa jumlah fluor yang kita butuhkan untuk kesehatan. Tetapi kita tahu bahwa masyarakat yang mengkonsumsi air minum yang mengandung fluor satu bagian per satu juta cenderung jarang mengalami kerusakan gigi daripada kelompok setara yang menggunakan air minum dengan konsentrasi fluor lebih rendah.

Fungsi:

1. Berkontribusi dalam menguatkan gigi
2. Meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan gigi

Di beberapa negara, fluor ditambahkan pada air minum untuk meningkatkan kesehatan gigi.

Saran:

Fluor tidak dibutuhkan sebagai suplemen makanan

6.3.13 Iodium (Iodine = I)

Iodium merupakan bagian dari hormon kelenjar tiroid, yakni tirosin dan triiodotirosin. Biasanya tubuh mengandung 20-30 mg iodium. Kira-kira 60% berda dalam kelenjar tiroid dan selebihnya tersebar di jaringan-jaringan tubuh, terutama di ovarium, otot dan darah. Iodium dalam bentuk ion iodide mudah diserap melalui dinding usus dan diekstresiterutama melalui urine. Hasil serapan dibawah oleh darah ke kelenjar tiroid untuk pembentukkan hormone dan lain-lain. Defisiensi iodium menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid yang

mengakibatkan pembengkakan pada bagian leher. Kekurangan iodium yang kronis menyebabkan terjadinya kretinisme dan terganggunya kecerdasan.

Sumber:

Iodium adalah trace element yang dapat dijumpai pada air laut, gunung dan beberapa jenis tanah. Sumber iodium yang baik antara lain ikan laut dan kerang-kerangan. Iodium dapat juga ditemukan pada tumbuhan seperti sereal dan padi-padian, tetapi tingkatannya beraneka ragam tergantung jumlah iodium yang ada di dalam tanah tempat tumbuhnya.



Gambar 6.27 Kerang-kerangan sumber unsur iodium

Kebutuhan:

Kebutuhan iodium seharusnya dapat tercukupi dari diet bervariasi dan seimbang. Orang dewasa membutuhkan 0,14 mg per hari. Anak-anak 50 mikro gram perhari, sedangkan bayi membutuhkan 20-40 mikro gram per hari. Kebutuhan iodium bagi wanita yang mengandung dan menyusui lebih besar dari pada orang dewasa pada umumnya.

Fungsi

Iodium membantu proses pembentukan hormon-hormon dari kelenjar tiroid. Hormon- hormon ini membantu menjaga kesehatan sel-sel dan metabolic rate.

Kekurangan

Dapat menyebabkan penyakit gondok. Pada umumnya wanita dan anak perempuan mempunyai kecenderungan lebih mudah kena penyakit gondok dari pada pria dan anak laki-laki. Masa paling peka terhadap kekurangan iodium terjadi pada waktu usia meningkat dewasa (puber).

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Konsumsi iodium dosis tinggi dalam waktu lama dapat mengubah cara kerja kelenjar tiroid. Hal ini dapat mengakibatkan gejala-gejala kelainan, sebagai contoh adalah kegemukan.

Saran:

Kebutuhan iodium sudah tercukupi dari makanan yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengonsumsi suplemen iodium, sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan. Mengonsumsi suplemen iodium 0.5 mg atau kurang per hari mungkin tidak menimbulkan gangguan.

6.3.14 Mangan (Manganese = Mn)

Mangan merupakan kofaktor beberapa enzim penting. Misalnya pada proses sintesis kolesterol dari asetil KOA, diperlukan enzim yang mengandung mangan yaitu: enzim mevalonat kinase. Protein salah satu enzim peptidase memerlukan ion mangan atau ion kobalt sebagai kofaktor. Dalam banyak reaksi enzim yang melibatkan ATP sebagai donor fosfat, bentuk enzim yang aktif terkumpul dengan magnesium, tetapi dalam beberapa reaksi tertentu kompleks tersebut terjadi dengan mangan.

Mangan sangat mudah diserap ke dalam tubuh, dan dalam darah mangan berikatan dengan sebuah molekul protein. Mangan di buang melalui feses bersama-sama hasil empedu (bilirubin dan beliverdin).

Sumber:

Mangan adalah trace element yang dapat dijumpai pada berbagai makanan, antara lain roti, kacang-kacangan, sereal dan sayuran hijau (seperti kapri dan kacang buncis). Juga dapat ditemukan pada teh, yang mungkin merupakan sumber mangan terbesar untuk masyarakat.



Gambar 6.28 Kacang buncis salah satu sumber unsur mangan

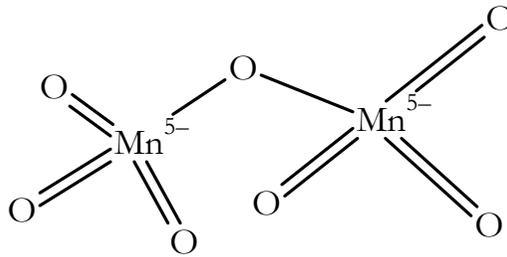
Kebutuhan:

Kebutuhan mangan sudah dapat dipenuhi dari makanan sehari-hari.

Fungsi:

Mangan membantu membuat dan mengaktifkan beberapa enzim di dalam tubuh kita.

Struktur Mangan:



Gambar 6.29 Struktur mangan

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Konsumsi mangan dosis tinggi dalam waktu lama dapat menyebabkan kerusakan saraf dan gejala neurologis seperti fatigue and depresi.

Saran:

Kebutuhan mangan seharusnya sudah tercukupi dari diet yang bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengonsumsi suplemen mangan, sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan.

Bagi mayoritas orang, mengonsumsi suplemen mangan 4 mg atau kurang per hari mungkin tidak menyebabkan gangguan. Bagi orang-orang yang lebih tua, mengonsumsi suplemen mangan 0.5 mg atau kurang per hari mungkin tidak menyebabkan gangguan. Ini merupakan jumlah yang lebih rendah karena orang-orang yang tua lebih sensitif terhadap mangan.

6.3.15 Molibdenum (Molybdenum= Mo)

Sumber:

Molibdenum adalah trace element yang dapat dijumpai pada berbagai macam makanan. Makanan-makanan yang di atas tanah-seperti kacang kapri, sayuran gelap (termasuk brokoli dan bayam) dan bunga kol-cenderung berkadar molibdenum lebih tinggi daripada daging dan makanan yang tumbuh di bawah tanah seperti kentang. Makanan- makanan yang berkadar molibdenum sangat tinggi antara lain kacang, sayuran kaleng, dan sereal misalnya gandum.

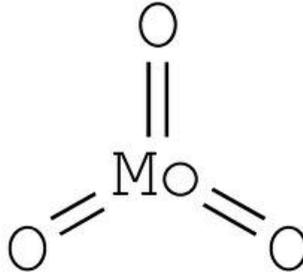
Kebutuhan:

Kebutuhan molibdenum sudah dapat tercukupi dengan diet sehari-hari.

Fungsi:

Molibdenum membantu membuat dan mengaktifkan beberapa enzim yang terlibat dalam perbaikan dan pembuatan materi genetik.

Struktur Molibdenum:



Gambar 6.30 Struktur Molibdenum

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Beberapa bukti menunjukkan bahwa mengonsumsi suplemen molibdenum dapat mengakibatkan nyeri sendi. Tak ada cukup bukti untuk mengetahui apa saja efek yang dapat timbul akibat mengonsumsi suplemen molibdenum.

Saran

Kebutuhan molibdenum sudah tercukupi dari diet bervariasi dan seimbang. Molibdenum yang kita peroleh dari makanan tidak menyebabkan gangguan.

6.3.16 Selenium (Se)

Peranan selenium pada hewan sudah banyak diketahui khususnya karena adanya keracunan selenium pada ternak yang disebut alkali disease. Penyakit ini diakibatkan tanah yang banyak mengandung selenium, sehingga rumput yang dimakan oleh ternak juga mengandung banyak selenium. Penyakit tersebut ditandai dengan rontoknya bulu, tanduk yang tidak normal bentuknya, kebutaan, dan kadang-kadang mati. Bagi manusia selenium diperkirakan meningkatkan kepekaan anak terhadap kerusakan gigi dan gingivitis. Untuk mendukung hal tersebut masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

Sumber:

Selenium adalah trace element yang banyak dijumpai di lingkungan. Sumber selenium yang baik antara lain kacang brazil, roti, ikan, daging dan telur.

Kebutuhan:

Jika Anda makan daging, ikan atau kacang, seharusnya kebutuhan selenium sudah tercukupi dari diet sehari-hari. Kebutuhan selenium untuk pria adalah 0,075 mg per hari, sedangkan untuk wanita 0,06 mg per hari.

Fungsi:

Selenium berperan penting pada fungsi sistem imun, metabolisme hormon tiroid dan reproduksi. Unsur ini juga merupakan bagian dari sistem pertahanan antioksidan tubuh, mencegah kerusakan sel dan jaringan.

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Terlalu banyak mengonsumsi selenium menimbulkan selenosis, suatu keadaan yang paling ringan mengalami kerontokan rambut, kulit dan kuku.

Saran:

Kebutuhan selenium sudah tercukupi dari diet bervariasi dan seimbang dengan jenis makanan daging, ikan atau kacang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengonsumsi suplemen selenium sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan. Mengonsumsi suplemen selenium 0,35 mg atau kurang per hari mungkin tidak menimbulkan gangguan.

6.3.17 Silikon (Silicon = Si)

Sumber:

Silikon adalah mineral yang dapat dijumpai dengan kadar tinggi pada padi-padian seperti gandum, barley dan padi. Selain itu juga dijumpai pada buah dan sayuran.



Gambar 6.31 Sumber unsur silikon dalam padi

Kebutuhan:

Kebutuhan silikon sudah tercukupi dari diet sehari-hari.

Fungsi:

Silikon memiliki 2 fungsi utama, yaitu:

1. Membantu menjaga kesehatan tulang
2. Membantu menjaga kesehatan jaringan ikat

Sifat :

Dalam bentuk hablurnya silikon berwarna kelabu gelap dengan kilauan logam. Walaupun ia secara bandingannya agak lengai, silikon masih dapat bertindak balas dengan halogen dan alkali cair, tetapi kebanyakan asid (kecuali gabungan asid nitrik dan asid hidrofluorik) tidak mempengaruhinya. Silikon keunsuran menghantar hampir 95% panjang gelombang cahaya inframerah. Silikon tulen mempunyai pekali suhu rintangan yang negatif, kerana bilangan cas bebas meningkat dengan suhu. Rintangan elektrik sebuah hablur silikon berubah dengan ketara sekali atas penegetasan mekanikal oleh sebab kesan rintangan piezo.

Akibat konsumsi terlalu banyak:

Tak ada cukup bukti untuk mengetahui efek apa saja yang terjadi akibat mengkonsumsi suplemen silikon dalam dosis tinggi.

Saran:

Kebutuhan silikon sebenarnya sudah tercukupi dari diet bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengkonsumsi suplemen silikon, sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan. Mengkonsumsi suplemen silikon 700 mg atau kurang per hari mungkin tidak menimbulkan gangguan.

6.3.18 Seng (Zinc = Zn)

Dalam tubuh manusia terkandung 2 gram zink, terutama terdapat pada rambut, tulang, mata, dan kelenjar alat kelamin pria. Zink merupakan komponen penting dari berbagai enzim. Paling sedikit 15-20 metalo-enzim yang mengandung zink telah diisolasi dan dimurnikan. Salah satu contohnya adalah enzim karbonat anhidrase yang terdapat dalam sel darah merah. Zink juga terdapat dalam karboksipeptidase dan dehidrogenase dalam hati. Sebagai kofaktor, zink dapat meningkatkan keaktifan enzim lainnya. Telah dibuktikan bahwa zink dalam protein nabati kurang tersedia dan lebih sulit digunakan tubuh manusia dari pada zink yang terdapat dalam protein hewani. Hal tersebut mungkin disebabkan karena adanya asam fitat yang mampu mengikat ion-

ion logam. Para ahli gizi berpendapat dengan mengkonsumsi jumlah protein hewani yang dianjurkan kebutuhan akan zink akan tercukupi.

Sumber:

Seng adalah trace element yang banyak dijumpai di lingkungan. Sumber seng yang baik antara lain daging, kerang-kerangan, susu dan makan bersusu misalnya keju, roti, dan produk sereal.



Gambar 5.32 Sumber unsur seng dalam produk sereal

Kebutuhan:

Kebutuhan seng seharusnya sudah terpenuhi dari diet sehari-hari. Kebutuhan tersebut kira-kira 5,5 sampai dengan 9,5 mg per hari untuk pria dan 4 sampai dengan 7 mg per hari untuk wanita. Kebutuhan zink sebanyak 15 mg bagi setiap anak di atas usia 11 tahun.

Fungsi:

Seng memiliki sejumlah fungsi penting antara lain:

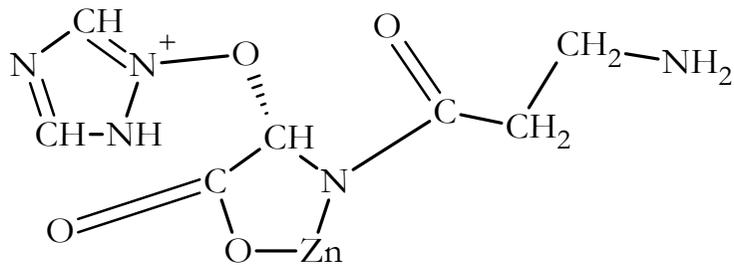
1. Membantu membuat sel baru dan enzim
2. Membantu pemrosesan karbohidrat, lemak dan protein dari makanan yang kita makan.
3. Membantu proses penutupan luka

Sifat:

Seng merupakan logam yang berwarna putih kebiruan, berkilau, dan bersifat diamagnetic, walau Seng sedikit kurang padat dari pada besi dan berstruktur Kristal heksagonal. Logam ini keras dan rapuh pada kebanyakan suhu, namun menjadi dapat ditempa antara 100 sampai dengan 150 °C. Di atas 210 °C, logam ini kembali menjadi rapuh dan dapat dihancurkan menjadi bubuk dengan memukul-mukulnya. Seng juga mampu menghantarkan listrik. Dibandingkan dengan logam-logam lainnya, seng memiliki titik lebur (420 °C) dan titik didih (900 °C) yang relatif rendah. Dan sebenarnya pun, titik lebur seng

merupakan yang terendah di antara semua logam-logam transisi selain raksa dan cadmium. Terdapat banyak sekali aloi yang mengandung seng. Salah satu contohnya adalah kuningan (aloi seng dan tembaga). Logam-logam lainnya yang juga diketahui dapat membentuk aloi dengan seng adalah aluminium, antimon, bismut, emas, besi, timbal, raksa, perak, timah, magnesium, kobalt, nikel, telurium, dan natrium. Walaupun seng maupun zirkonium tidak bersifat feromagnetik, aloi $ZrZn_2$ memperlihatkan feromagnetisme di bawah suhu 35 K.

Struktur :



Gambar 5.33 Struktur seng (Zn) Akibat konsumsi terlalu banyak:

Konsumsi seng dosis tinggi akan mengurangi jumlah tembaga yang dapat diserap dalam tubuh. Hal ini dapat menyebabkan anemia dan kerusakan tulang.

Saran:

Kebutuhan seng sudah tercukupi dari diet bervariasi dan seimbang. Tetapi jika Anda memutuskan untuk mengonsumsi suplemen seng, sebaiknya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan gangguan. Hindari mengonsumsi suplemen seng lebih dari 25 mg per hari. Tetapi jika Anda melanjutkan ke dosis yang lebih tinggi, harus dengan saran dokter.