

Enzim adalah golongan protein yang paling banyak terdapat dalam sel hidup. Sekarang, kira-kira lebih dari 2.000 enzim telah teridentifikasi, yang masing-masing berfungsi sebagai katalisator reaksi kimia dalam sistem hidup. Sintesis enzim terjadi di dalam sel dan sebagian besar enzim dapat diperoleh dengan ekstraksi dari jaringan tanpa merusak fungsinya.

Hormon berasal dari kata Hormaein yang artinya memacu atau menggiatkan atau merangsang. Dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang tidak terlalu banyak (sedikit), tetapi jika kekurangan atau berlebihan akan mengakibatkan hal yang tidak baik (kelainan seperti penyakit) sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan serta proses metabolisme tubuh. Hormon merupakan senyawa kimia, berupa protein yang mempunyai fungsi untuk memacu atau menggiatkan proses metabolisme tubuh. Dengan adanya hormon dalam tubuh maka organ akan berfungsi menjadi lebih baik

Hormonologi :yaitu ilmu yang mempelajari mengenai seluk beluk hormon. Pada makhluk hidup, khususnya manusia hormon dihasilkan oleh kelenjar yang tersebar dalam tubuh.

Vitamin dan mineral adalah zat yang sangatlah penting untuk menunjang kehidupan manusia. Zat – zat tersebut berperan penting dalam proses – proses kimia dalam tubuh dan berpengaruh dalam mempertahankan fungsi tubuh, karena vitamin dan mineral merupakan faktor yang berdampak besar terhadap berjalannya fungsi fisiologi tubuh, dan umumnya kekurangan, kelebihan ataupun kesalahan penggunaan vitamin dapat berdampak terhadap patologi tubuh.

UNIT PENELITIAN  
POLITEKNIK KESEHATAN MASYARAKAT

ISBN 978-623-5648-11-8



BUKU AJAR FARMAKOLOGI III Jumain & Sisilia TR Dewi



# BUKU AJAR FARMAKOLOGI II

HORMON, ENZIM, VITAMIN, DAN MINERAL

*Untuk Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Farmasi*

DRS. JUMAIN, M. KES., APT  
DR. SISILIA TR DEWI, S. SI., M. KES., APT

**BUKU AJAR**  
**FARMAKOLOGI II**  
**untuk Mahasiswa Prodi Sarjana Terapa Farmasi**

**JUMAIN**  
**SISILIA TERESIA ROSMALA DEWI**

**UNIT PENELITIAN POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR**  
**2021**

**BUKU AJAR  
FARMAKOLOGI II**

**untuk Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Farmasi**

Susunan Penulis : Jumain  
Sisilia Teresia Rosmala Dewi

ISBN : 978-623-5648-11-8

Editor : Sisilia Teresia Rosmala Dewi

Desain Grafis : Sisilia Teresia Rosmala Dewi

Lay Out : Sisilia Teresia Rosmala Dewi

Penerbit : Unit Penelitian Politeknik  
KesehatanMakassar  
Jl. Wijaya Kusuma Raya No. 46  
Banta-Bantaeng  
Makassar 90222  
Telp. (0411) 869826  
Fax. : (0411) 841862  
Email : [info@poltekkes-mks.ac.id](mailto:info@poltekkes-mks.ac.id)

Redaksi : Jl. Wijaya Kusuma Raya No. 46  
Banta-Bantaeng  
Makassar 90222  
Telp : 081245994037

Distributor Tunggal : Unit Penelitian Politeknik  
KesehatanMakassar

Cetakan Pertama, Desember 2021

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa seizin dari  
penulis

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur kami panjatkan selalu kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmatNya yang sudah diberikan sehingga kami bisa menyelesaikan buku ajar yang berjudul “**FARMAKOLOGI II untuk Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Farmasi**” dengan tepat waktu. Tujuan dari penulisan buku ini tidak lain adalah untuk membantu para mahasiswa di dalam memahami tentang materi antara lain : Enzim, Hormon, Vitamin dan Mineral. Buku ajar ini ditulis bagi mahasiswa Jurusan Farmasi Program Studi D.IV tingkat III Jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Makassar.

Setiap bab dalam buku ini disajikan Ringkasan dan Soal-soal Evaluasi masing-masing 10 soal pilihan ganda. Kami sadr bahwa penulisan buku ini bukan merupakan buah hasil kerja keras kami sendiri. Ada banyak pihak Kesuksesan berawal dari kemauan dan ditunjang oleh berbagai sarana salah satu diantaranya adalah buku. Harapan kami buku ini dapat membantu mahasiswa dalam belajar selama era pandemi covid 19.

Akhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menerbitkan buku ini .

Makassar, November 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN ISBN</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>BAB 1 ENZIM</b>	<b>1</b>
A. Pengertian Enzim	1
B. Fungsi Enzim	1
C. Mekanisme Kerja Enzim	2
D. Tatanama Enzim	3
E. Enzim-enzim yang digunakan untuk Diagnosis	3
F. Pemeriksaan Enzim	4
G. Ringkasan	8
H. Soal-soal Evaluasi	9
<b>BAB 2 HORMON</b>	<b>12</b>
A. Latar Belakang	12
B. Pengertian Hormon	12
C. Macam-macam Kelenjar	13
D. Macam-macam Hormon yang dihasilkan	14
E. Hubungan Sistem Hormon Dengan Sistem Saraf	19
F. Ringkasan	20
J. Soal-soal Evaluasi	21
<b>BAB 3 VITAMIN DAN MINERAL</b>	<b>27</b>
A. Latar Belakang	27
B. Pengertian Vitamin	27
C. Penggolongan Vitamin	28
D. Mineral	44
E. Ringkasan	46
F. Soal-soal Evaluasi	46

## BAB 1

### ENZIM

Enzim adalah golongan protein yang paling banyak terdapat dalam sel hidup. Sekarang, kira-kira lebih dari 2.000 enzim telah teridentifikasi, yang masing-masing berfungsi sebagai katalisator reaksi kimia dalam sistem hidup. Sintesis enzim terjadi di dalam sel dan sebagian besar enzim dapat diperoleh dengan ekstraksi dari jaringan tanpa merusak fungsinya.

Sebagai katalisator, enzim berbeda dengan katalisator anorganik dan organik sederhana yang umumnya dapat mengatalisis berbagai reaksi kimia, Enzim memiliki spesifitas yang sangat tinggi, baik terhadap reaktan (substrat) maupun jenis reaksi yang dikatalisis. Pada umumnya, suatu enzim hanya mengatalisis satu jenis reaksi dan bekerja pada suatu substrat tertentu. Kemudian, enzim dapat meningkatkan laju reaksi yang luar biasa tanpa pembentukan produk samping dan molekul berfungsi dalam larutan encer pada keadaan biasa (fisiologis) tekanan, suhu, dan pH normal. Hanya sedikit katalisator nonbiologi yang dilengkapi sifat-sifat demikian.

#### A. Pengertian Enzim

Enzim adalah molekul protein yang mengatalisis reaksi kimia tanpa mengalami perubahan secara kimiawi. Enzim mengatur metabolisme dengan ikut serta pada hampir pada semua fungsi sel. Setiap enzim bersifat spesifik bagi substrat yang diubahnya menjadisuatu produk tertentu. Pada dasarnya, terdapat ribuan enzim yang berlainan, tetapi hanya beberapa yang secara rutin diperiksa untuk diagnosis klinis.

Karena enzim terdapat di dalam sel, adanya peningkatan jumlah suatu enzim dalam serum atau plasma umumnya merupakan konskuensi dari cedera sel sehingga molekul- molekul intrasel dapat lolos keluar. Dengan demikian, jumlah enzim yang sangat berlimpah dalam serum digunakan secara klinis sebagai bukti adanya kerusakan organ. Enzim-enzim yang dibebaskan ke dalam sirkulasi tidak memiliki fisiologik di sana dan secara bertahap dibersihkan melalui rute ekskresi normal.

Pada keadaan abnormal atau aktivitas berlebihan suatu enzim dapat menimbulkan penyakit. Analisis enzim dalam serum dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit, seperti: infarktus otot jantung, prostat, hepatitis, dan lain-lain. Ditemukannya suatu enzim dalam darah dengan tingkat berlebihan seringkali menunjukkan adanya kerusakan sel di dalam organ yang sakit. Penyakit tertentu seperti hepatitis terinfeksi menyebabkan jaringan hati mengalami kerusakan akibat infeksi, sehingga terjadi pelepasan enzim hati ke dalam darah.

#### B. Fungsi Enzim

Fungsi suatu enzim yaitu sebagai katalisis untuk proses reaksi biokimia yang terjadidalam sel maupun di luar sel. Suatu enzim dapat berfungsi sebagai katalis yang sangat efisien, disamping itu mempunyai derajat kekhasan yang tinggi, seperti katalis lainnya maka enzim dapat menurunkan energi aktivasi suatu reaksi kimia.

Enzim mempunyai dua fungsi pokok sebagai berikut :

1. Mempercepat atau memperlambat reaksi kimia
2. Mengatur sejumlah reaksi yang berbeda-beda dalam waktu yang sama

➤ **Fungsi biologis enzim**

Enzim mempunyai berbagai fungsi biologis dalam tubuh organisme hidup. Enzim berperan dalam transduksi signal dan regulasi sel, seringkali melalui enzim kinase dan fosfatase. Enzim juga berperan dalam menghasilkan pergerakan tubuh, dengan miosin menghidrolisis ATP untuk menghasilkan kontraksi otot. ATP selainnya dalam membran sel umumnya adalah pompa ion yang terlibat dalam transpor aktif. Enzim juga terlibat dalam fungsi-fungsi yang khas, seperti lusiferase yang menghasilkan cahaya pada kunang-kunang. Virus juga mengandung enzim yang dapat menyerang sel, misalnya HIV integrase dan transkriptase balik.

**C. Mekanisme Kerja Enzim**

Enzim tersusun atas dua bagian. Apabila enzim dipisahkan satu sama lainnya menyebabkan enzim tidak aktif. Namun keduanya dapat digabungkan menjadi satu, yang disebut holoenzim. Kedua bagian enzim tersebut yaitu apoenzim dan koenzim.

**a) Apoenzim**

Apoenzim adalah bagian protein dari enzim, bersifat tidak tahan panas, dan berfungsi menentukan kekhususan dari enzim. Contoh, dari substrat yang sama dapat menjadi senyawa yang berlainan, tergantung dari enzimnya.

**b) Koenzim**

Koenzim disebut gugus prostetik apabila terikat sangat erat pada apoenzim. Akan tetapi, koenzim tidak begitu erat dan mudah dipisahkan dari apoenzim. Koenzim bersifat termotabil (tahan panas), mengandung ribose dan fosfat. Fungsinya menentukan sifat dari reaksinya. Misalnya, Apabila koenzim NADP (Nicotiamida Adenin Denukleotid Fosfat) maka reaksi yang terjadi adalah dehidrogenase. Disini NADP berfungsi sebagai akseptor hidrogen.

Ada dua cara kerja enzim, yaitu model kunci gembok dan induksi pas.:

**a) Model kunci gembok (*lock and key*)**

Enzim dimisalkan sebagai gembok karena memiliki sebuah bagian kecil yang dapat berikatan dengan substrat. bagian tersebut disebut sisi aktif. Substrat dimisalkan sebagai kunci karena dapat berikatan secara pas dengan sisi aktif enzim (gembok). Setiap enzim memiliki sisi aktif yang tersusun dari sejumlah asam amino. Bentuk sisi aktif ini sangat spesifik, sehingga hanya molekul dengan bentuk tertentu yang dapat menjadi substrat bagi enzim.

**b) Induksi pas (*model induced fit*)**

model ini sisi aktif enzim dapat berubah bentuk sesuai dengan bentuk substratnya. Sisi aktif enzim merupakan bentuk yang tidak kaku (fleksibel). Ketika substrat memasuki sisi aktif enzim, bentuk sisi aktif berubah bentuk sesuai dengan bentuk substrat kemudian terbentuk kompleks enzim-substrat. Pada saat produk sudah terlepas dari kompleks, maka enzim lepas dan kembali bereaksi dengan substrat yang lain.

Enzim mengkatalis reaksi dengan cara meningkatkan laju reaksi. Enzim meningkatkan laju reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi (energi yang

diperlukan untuk reaksi). Suatu enzim dapat mempercepat reaksi sampai kali lebih cepat dari pada jika reaksi tersebut dilakukan tanpa katalis. Penurunan energi aktivasi dilakukan dengan membentuk kompleks dengan substrat. Setelah produk dihasilkan, kemudian enzim dilepaskan. Enzim bebas untuk membentuk kompleks baru dengan substrat yang lain.

Enzim memiliki sisi aktif, yaitu bagian enzim yang berfungsi sebagai katalis. Pada sisi ini, terdapat gugus prostetik yang diduga berfungsi sebagai zat elektrofilik sehingga dapat mengkatalis reaksi yang diinginkan. Bentuk sisi aktif sangat spesifik sehingga diperlukan enzim yang spesifik pula. Hanya molekul dengan bentuk tertentu yang dapat menjadi substrat bagi enzim. Agar dapat bereaksi, enzim dan substrat harus saling komplementer.

#### D. Tatanama Enzim

Lebih dari 5000 macam enzim telah ditemukan pada organisme hidup, dan masih bertambah terus sejalan dengan berlangsungnya penelitian. Tiap enzim dinamai menurut sistem baku dan juga diberi nama umum yang sederhana. Pada kedua sistem tersebut nama enzim pada umumnya diakhiri dengan ase dan mencirikan substrat yang terlibat dan jenis reaksi yang dikatalisis. Sebagai contoh, *sitokrom oksidase*, suatu enzim utama dalam respirasi, mengoksidasi molekul sitokrom. *Asam malat dehidrogenase* melepaskan dua atom hidrogen dari asam malat. Namun contoh di atas tidak menjelaskan siapakah penerima elektron atau atom hidrogen yang dilepaskan.

Persatuan Internasional Biokimia memberi nama yang lebih panjang tapi lebih deskriptif dan baku bagi semua enzim yang telah dicirikan dengan jelas. Sebagai contoh, sitokrom oksidase dinamakan sitokrom c: O<sub>2</sub> *oksidoreduktase*, menunjukkan bahwa elektron dilepaskan dari sitokrom tertentu, yakni jenis c dan molekul oksigen adalah penerima elektron. Dehidrogenase asam malat disebut L-malat : NAD oksidoreduktase, menunjukkan enzim tersebut khas untuk bentuk L-asam malat terionisasi, dan molekul yang disingkat NAD adalah penerima atom hidrogen. Tabel berikut mencantumkan enam kelas utama enzim berdasarkan tipe reaksi yang dikatalisis, disertai beberapa contoh.

Tabel 1.1 Klasifikasi enzim menurut jenis reaksi yang dipacu

Kelas dan sub kelas	Jenis reaksi
Oksidoreduktase	Melepas dan menambah elektron atau elektron dan hidrogen
Oksidase	Mentransfer elektron atau hidrogen hanya kepada oksigen
Reduktase	Menambahkan elektron atau hidrogen
Dehidrogenase	Melepaskan hidrogen
Transferase	Memindahkan gugus senyawa kimia
Kinase	Memindahkan gugus fosfat, terutama dari ATP
Hidrolase	Memutuskan ikatan kimia dengan penambahan air
Proteinase	Menghidrolisis protein (ikatan peptida)
Ribonuklease	Menghidrolisis RNA



Deoksiribonuklease	Menghidrolisis DNA
Lipase	Menghidrolisis lemak
Liase	Membentuk ikatan rangkap dengan melepaskan satu gugus kimia
Isomerase	Menata kembali atom-atom pada suatu molekul untuk membentuk isomer
Ligase atau sintetase	Menggabungkan 2 molekul yang disertai dengan hidrolisis ATP atau nukleosida fosfat + lainnya
Polimerase	Menggabungkan subunit (monomer) sehingga terbentuk polimer

#### E. Enzim-enzim yang digunakan untuk diagnosis

Tidak semua enzim, baik yang bekerja ekstrasel maupun intrasel, dapat digunakan untuk tujuan memastikan diagnosis suatu penyakit atau menilai suatu keadaan fisiologis berjalan sebagaimana mestinya. Selain kekhasan enzim atau isozim bagi suatu jaringan seperti yang telah dibicarakan, kemudahan cara pengukuran menjadi pertimbangan yang tidak dapat ditinggalkan demikian saja. Selain itu, keserasian atau keterbiasaan dengan suatu enzim yang telah dikenal baik kinerjanya sebagai petanda proses juga merupakan suatu hal yang selalu dipertimbangkan dalam pemilihan.

Beberapa enzim umum sekali digunakan untuk tujuan diagnosis :

1. Alanin aminotransferase (ALT) atau glutamat piruvat transaminase (GPT)
2. Aldolase
3. Amylase- $\alpha$
4. Aspartat aminotransferase (AST) atau glutamate oksaloasetat transaminase (GOT)
5. Fosfatase alkali
6. Fosfatase asam-glutamil transferase
7. Glutamate dehidrogenase
8. isositrat dehidrogenase
9. kimotripsin
10. kolinesterase
11. kreatinkinase
12. laktat dehidrogenase (LDH)
13. lipase
14. 5'-nukleotidase
15. Tripsin

Beberapa enzim lain juga sering diukur untuk menilai suatu keadaan. Enzim glukosa-6 fosfat dehidrogenase (G6PDH) dalam sel darah merah sering dinilai untuk memastikan penyebab hemolisis tertentu. Enzim superoksida dismutase (SOD) dan glutation peroksidase dismutase (GSH-Px) sering pula diukur untuk menilai status antioksidan suatu objek.

## F. Pemeriksaan Enzim

### 1. Pemeriksaan serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) / Aminotransferase Aspartat (AST)

Aminotransferase aspartat/transaminase oksaloasetat glutamat serum (AST/SGOT) merupakan enzim yang sebagian besar ditemukan dalam otot jantung dan hati, sementara dalam konsentrasi sedang dapat ditemukan pada otot rangka, ginjal, dan pankreas. Konsentrasinya yang rendah terdapat dalam darah, kecuali jika terjadi cederaselular, kemudian dalam jumlah yang banyak, dilepas ke dalam sirkulasi.

Kadar AST serum tinggi dapat ditemukan setelah terjadi infark miokardium (MI) akut dan kerusakan hati. 6 sampai 10 jam setelah MI akut, AST akan keluar dari otot jantung dan memuncak dalam 24 sampai 48 jam setelah terjadi infark. Kadar AST serum akan kembali normal dalam 4 sampai 6 hari kemudian, jika terjadi proses infark tambahan. Kadar AST serum biasanya dibandingkan dengan kadar enzim-jantung yang

lain (kreatin kinase [creatin kinase, CK], laktat dehidrogenase [lactate dehydrogenase, LDH]).

### 2. Pemeriksaan Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) / Aminotransferase Alanin (ALT)

Aminotransferase alanin (ALT)/SGPT merupakan enzim yang utama banyak ditemukan pada sel hati serta efektif dalam mendiagnosis destruksi hepatoselular. Enzim ini juga ditemukan dalam jumlah sedikit pada otot jantung, ginjal, serta otot rangka.

Kadar ALT serum dapat lebih tinggi dari kadar sekelompok transferase lainnya (transaminase), aminotransferase aspartat (aspartate aminotransferase, AST)/serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT), dalam kasus hepatitis akut serta kerusakan hati akibat penggunaan obat dan zat kimia, dengan setiap serum mencapai 200-4000 U/l. ALT digunakan untuk membedakan antara penyebab karena kerusakan hati dan ikterik hemolitik. Meninjau ikterik, kadar ALT serum yang berasal dari hati, temuannya bernilai lebih tinggi dari 300 unit; yang berasal dari bukan hati, temuan bernilai <300 unit. Kadar ALT serum biasanya meningkat sebelum tampak ikterik.

Kadar ALT/SGPT sering kali dibandingkan dengan AST/SGOT untuk tujuan diagnostik. ALT meningkat lebih khas dari pada AST pada kasus nekrosis hati dan hepatitis akut, sedangkan AST meningkat lebih khas pada nekrosis miokardium (infark miokardium akut), sirosis, kanker hati, hepatitis kronis, dan kongesti hati. Kadar AST ditemukan normal atau meningkat sedikit pada kasus nekrosis miokardium. Kadar ALT kembali lebih lambat ke kisaran normal daripada kadar AST pada kasus hati.

### 3. Pemeriksaan Amilase Dengan Isoenzim (serum)

Amilase adalah enzim yang berasal dari pankreas, kelenjar ludah, dan hepar. Fungsinya adalah mengubah zat tepung menjadi gula. Pada pankreatitis akut, kadar amilase serum meningkat menjadi dua kali lipat kadar normalnya.

Peningkatan kadarnya dimulai 2 sampai 12 jam setelah awitan, memuncak dalam 20 sampai 30 jam, dan kembali ke kadar normalnya dalam 2 sampai 4 hari. Pankreatitis akut sering dikaitkan dengan inflamasi, nyeri yang berat, dan nekrosis akibat enzim pencernaan (termasuk amilase) yang keluar ke jaringan di sekitarnya.

Enzim ini dihasilkan oleh sejumlah organ, seperti kelenjar liur, kelenjar pancreas, kelenjar air mata, kelenjar prostat, cairan semen, testis, ovarium, tuba falopi, uterus, paru-paru, susu, otot lurik dan jaringan lemak.

Peningkatan kadar amilase serum dapat terjadi setelah pembedahan abdomen yang mengenai kandung empedu (batu atau saluran empedu) dan lambung (gastrektomi parsial). Setelah pembedahan abdomen, beberapa dokter bedah mungkin akan menganjurkan pemeriksaan amilase serum secara rutin selama 2 hari untuk memastikan apakah pankreas mengalami cedera.

Kadar amilase urin sangat membantu untuk menetapkan signifikansi kadar amilase serum apakah normal atau agak naik, terutama jika klien menunjukkan gejala pankreatitis. Kadar amilase juga dapat diperoleh dari cairan abdomen, cairan asites, efusi pleura, dan saliva.

Ada dua jenis isoenzim amilase, jenis P (berasal dari pankreas) dan jenis S (berasal dari saliva). Peningkatan jenis P lebih sering terjadi pada pankreatitis akut. Peningkatan jenis S dapat terjadi akibat parotitis, dan tumor ovarium dan bronkogenik. Isoenzim amilase biasanya diperlukan untuk menentukan apakah peningkatan kadar amilase serum berasal bukan dari pankreas.

#### 4. Pemeriksaan Lipase (serum)

Lipase adalah enzim hidrolase yang menguraikan ikatan ester dalam lemak, yang terbentuk antara gliserol dan asam lemak rantai panjang. Ikatan ester yang diuraikan adalah yang terdapat antara asam lemak tersebut dengan atom C $\alpha$ , yaitu atom C1 atau 3. Sebagai hasilnya, terbentuklah dua asam lemak bebas dan  $\beta$  atau 2-monoasilgliserol. Lipase, merupakan enzim yang disekresikan oleh pankreas, dan membantu pencernaan lemak. Lipase, seperti halnya amilase, muncul pada aliran darah setelah terjadi kerusakan pada pankreas. Pankreas akut merupakan penyebab terumumpeningkatan kadar lipase serum. Kadar lipase dan amilase meningkat pada awal penyakit, tetapi lipase serum dapat meningkat sampai 14 hari setelah episode akut, sedangkan kadar amilase serum kembali normal setelah kira-kira 3 hari. Lipase serum berguna untuk diagnosis akhir pankreatitis akut.

#### 5. Pemeriksaan Fosfatase Asam

Fosfatase asam (*acid phosphatase*, ACP). Fosfatase asam bekerja pada pH yang lebih kecil dari 7. Rentangan pH yang memenuhi syarat ini tentu saja banyak sekali. Akan tetapi, enzim terpenting di dalam kelompok ini, yaitu fosfatase asam yang berasal dari kelenjar prostat, bekerja pada pH tertentu, yaitu disekitar 5. Enzim ini adalah enzim lisosom, sehingga terdapat di semua sel yang mempunyai lisosom, kecuali sel darah merah.

Konsentrasi enzim fosfatase asam yang tinggi (ACP) dapat di temukan pada kelenjar prostat dan semen. Konsentrasinya agak berkurang di dalam sum-sum tulang, sel darah merah, hati, dan limpa. Kenaikan ACP serum tertinggi terjadi pada

kasus kanker prostat. Pada hipertrofi prostat yang jinak (benign prostatic hypertrophy, BPH), kadarnya juga di atas normal. Peningkatan kadar fosfatase alkalin yang cukup tinggi dapat menyebabkan kadar serum ACP tinggi yang keliru.

#### 6. Pemeriksaan Fosfatase Alkali (Alkaline Phosphatase, ALP) Dengan Isoenzim (serum)

Fosfatase alkali (ALP) merupakan enzim yang diproduksi terutama oleh hati dan tulang; enzim ini juga dapat berasal dari usus, ginjal, dan plasenta. Pengujian ALP berguna untuk menentukan apakah terdapat penyakit hati dan tulang. Jika terjadi kerusakan ringan pada sel hati, kadar ALP mungkin agak naik, tetapi peningkatan yang jelas terlihat pada penyakit hati akut. Begitu fase akut terlampaui, kadar serum akan segera menurun, sementara kadar bilirubin serum tetap meningkat. Untuk menentukan apakah sudah terjadi disfungsi hati, terdapat beberapa pengujian laboratorium yang perlu dilakukan (mis., bilirubin, meusin aminopeptidase (LAP), 5'-nukleotidase [5'-NT], dan gamma-glutamyl transpeptidase [GGTP]).

Metode paling muda dan paling sering digunakan untuk membedakan isoenzim- isoenzim ALP adalah fraksinasi panas, yang sampel serumnya dipanaskan 56°C selama 15 menit dan kemudian diperiksa untuk mendeteksi sisa aktivitas ALP. Hasilnya dibandingkan dengan aktivitas ALP dari sampel yang sama yang tidak dipanasi. ALP tulang sangat labil dan setelah pemanasan mungkin hanya mengemukakan aktivitas 10-20% dari aktivitas semula, sedangkan ALP hati relatif stabil dan mempertahankan 30-50% aktivitasnya. ALP plasenta sangat stabil panas dan pada dasarnya dapat mempertahankan semua aktivitas setelah dipanaskan. Dalam keadaan normal serum mengandung aktivitas ALP dari berbagai jaringan, sehingga hasil fraksinasi panas dapat membingungkan. Inhibisi kimiawi dengan urea (menghambat fraksi plasenta) atau fenilalanin (menghambat fraksi hati dan tulang) jugamemungkinkan kita membedakan isoenzim ALP.

Pada kasus kelainan tulang, kadar ALP meningkat karena aktivitas osteoblastik (pembentukan sel tulang) yang abnormal. Jika ditemukan kadar ALP yang tinggi pada anak, baik sebelum maupun sesudah pubertas, hal ini adalah normal akibat pertumbuhan tulang.

Isoenzim ALP digunakan untuk membedakan penyakit hati dengan penyakit tulang, ALP<sup>1</sup> menandakan penyakit yang disebabkan oleh hati, sementara ALP<sup>2</sup> oleh tulang.

#### 7. Pemeriksaan Laktat Dehidrogenase (LDH)

Laktat Dehidrogenase (*Lactic Dehydrogenase*, LDH) adalah enzim intraseluler yang terdapat hampir semua sel yang bermetabolisme, dengan konsentrasi tertinggi ditemukan di jantung, otot rangka, hati, ginjal, otak, dan sel darah merah (SDM). LDH memiliki dua subunit yang berbeda-O (otot) dan J (Jantung). Subunit ini berkombinasi dalam bentuk yang berbeda untuk membuat lima isoenzim.

- LDH<sub>1</sub>: fraksi jantung ; J, J, J, J; di jantung, SDM, ginjal, otak (beberapa).
- LDH<sub>2</sub> : fraksi jantung ; J, J, J, O; di jantung, SDM, ginjal, otak (beberapa).
- LDH<sub>3</sub> : fraksi paru ; J, J, O, O; di paru-paru dan jaringan lain, limpa,



pankreas, adrenal, tiroid, limfatik.

- LDH<sub>4</sub> : fraksi hati ; J, O, O, O; di hati, otot rangka, ginjal, dan otak (sebagian)

- LDH<sub>5</sub> : fraksi hati ; O, O, O, O; di hati, otot rangka, ginjal (beberapa).

#### **8. Pemeriksaan Kreatin Fosfokinase (serum), Isoenzim CPK (serum) Kreatin Kinase (CK)**

Kreatin fosfokinase (*Creatine Phosphokinase*, CPK) juga dikenal sebagai kreatin kinase (*creatine kinase*, CK), merupakan enzim yang ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada otot jantung dan otot rangka dan dalam konsentrasi rendah pada jaringan otak. CPK/CK serum biasanya meningkat akibat penyakit otot rangka, MCI akut, penyakit serebrovaskular, aktifitas berat, injeksi intramuskular (IM), dan hipokalemia (akibat ketidakseimbangan elektrolit). CPK/CK memiliki dua jenis isoenzim : M yang berkaitan dengan otot (*muscle*), dan berkaitan dengan otak (*brain*). Proses elektroforesis dapat memisahkan isoenzim menjadi tiga subdivisi : MM (dalam otot rangka dan beberapa di jantung), MB (di dalam jantung), dan BB (dalam jaringan otak). Jika kadar CPK/CK meningkat, elektroforesis CPK dilakukan untuk memastikan kelompok isoenzim mana yang meningkat. Peningkatan CPK-MB isoenzim dapat menandakan terjadinya kerusakan pada sel miokardium.

CPK/CK dan CPK-MB serum meningkat dalam 4 sampai 6 jam setelah MCI akut, mencapai puncaknya dalam 18 sampai 24 jam (>6 kali kadar normalnya) dan kembali normal dalam 3 sampai 4 hari, kecuali terjadi nekrosis atau kerusakan jaringan yang baru. Jika pengobatan untuk MCI akut harus diberikan per parenteral (misalnya morfin), akan lebih baik jika pengobatan diberikan per intravena daripada per intramuskular sehingga cedera otot ringan (akibat suntikan diberikan per IM) tidak akan meningkatkan kadar CPK ; namun, injeksi hanya sedikit atau bahkan tidak berpengaruh sama sekali terhadap kadar CPK-MB. Pengambilan darah untuk uji kadar CPK/CK serum sebaiknya dilakukan sebelum injeksi IM.

#### **9. Pemeriksaan Gamma-Glutamil Transferase (GGT) serum**

Enzim gamma-glutamil transferase (*gamma glutamyl transferase*, GGT) ditemukan terutama dalam hati dan ginjal, sementara kuantitas yang lebih rendah ditemukan dalam limpa, kelenjar prostat dan otot jantung. GGPT merupakan uji yang sensitif untuk mendeteksi beragam jenis penyakit parenkim hepar (hati). Kadarnya dalam serum akan meningkat lebih awal dan akan tetap meningkat selama kerusakan sel tetap berlangsung.

Enzim ini bekerja dengan memindahkan suatu gugus gamma-glutamil dari suatu peptide atau senyawa lain yang mengandung gugus ini, ke suatu molekul lain yang menerima (akseptor).

Kadar tinggi GGT terjadi setelah 12 sampai 24 jam bagi orang yang minum alkohol dalam jumlah banyak, dan mungkin akan tetap meningkat selama 2 sampai 3 minggu setelah asupan alkohol dihentikan. Beberapa program rehabilitasi pecandu alkohol menggunakan kadar GGPT sebagai arahan saat merencanakan asupan dikarenakan bagi pecandu alkohol.

Uji GGPT dipandang lebih sensitif untuk menentukan disfungsi hati daripada uji alkalin fosfatase (*alkaline phosphatase*, ALP).

## G. RINGKASAN

Enzim adalah molekul protein yang mengatalisis reaksi kimia tanpa mengalami perubahan secara kimiawi. Enzim mengatur metabolisme dengan ikut serta pada hampir pada semua fungsi sel. Setiap enzim bersifat spesifik bagi substrat yang diubahnya menjadisuatu produk tertentu.

Enzim mempunyai dua fungsi pokok sebagai berikut :

1. Mempercepat atau memperlambat reaksi kimia
2. Mengatur sejumlah reaksi yang berbeda-beda dalam waktu yang sama

Enzim mempunyai berbagai fungsi biologis dalam tubuh organisme hidup. Enzim berperan dalamtransduksi signal dan regulasi sel, seringkali melalui enzim kinas dan fosfatase Enzim juga berperan dalam menghasilkan pergerakan tubuh, dengan miosin menghidrolisis ATP untuk menghasilkankontraksi otot ATPase lainnya dalam membran sel umumnya adalah pompa ion yang terlibat dalamtranspor aktif.

Enzim yang umum digunakan dalam proses diagnosis yaitu

1. Serum Glutamic Oxaloacetic Transferase (SGOT) / Aminotransferase Asparat (AST).  
Tujuannya yaitu :
  - Untuk mendeteksi peningkatan Ast serum, enzim yang ditemukan, terutama dalamotot jantung dan hati, yang meningkat selama MI akut dan kerusakan hati.
  - Untuk membandingkan temuan AST dengan kadar CK dan LDH dalam mendiagnosis MI akut.
2. Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) / Aminotransferase Alanin (ALT).  
Tujuannya yaitu :
  - Untuk mendeteksi penyakit hati.
3. Amilase dengan isoenzim (serum)Tujuannya yaitu :
  - Untuk membantu dalam mendiagnosis pankreatitis akut dan masalah kesehatan lainnya (lihat masalah klinis).
4. Lipase (serum)  
Tujuannya yaitu :
  - Untuk mengetahui keberadaan pankreatitis akut atau gangguan pankreatik lainnya(lihat masalah klinis).
5. Fosfatase asam  
Tujuannya yaitu :
  - Untuk membandingkan uji ACP dengan hasil laboratorium lainnya, untuk mendiagnosis kanker prostat atau BPH.
6. Fosfatase alkali (alkaline phosphatase, ALP) dengan isoenzim (serum)Tujuannya yaitu :
  - Untuk menemukan apakah terjadi gangguan hati atau tulang.
  - Untuk membandingkan hasil pengujian ALP dengan pengujian laboratorium lain, guna memastikan apakah terjadi gangguan hati atau tulang.

7. Laktat dehidrogenase (LDH) Tujuannya yaitu :
  - Untuk mendiagnosis kerusakan otot miokardium atau otot rangka.
  - Untuk membandingkan temuan uji dengan uji enzim jantung lainnya (mis., CPK, AST).
  - Untuk memeriksa temuan isoenzim LDH, guna menentukan keterlibatan organ.
8. Kreatin fosfokinase (serum), isoenzim CPK (serum) kreatin kinase (CK) Tujuannya yaitu :
  - Untuk memastikan keberadaan penyakit miokardium atau otot rangka.
  - Untuk membandingkan temuan uji dengan kadar AST/SGOT dan dehidrogenase laktat (lactate dehydrogenase, LDH). Guna memastikan keberadaan kerusakan miokardium
9. Gamma-Glutamil Transferase (GGT) serum Tujuannya yaitu :
  - Untuk mendeteksi keberadaan gangguan hepar
  - Untuk memantau kadar enzim GGT selama terjadi gangguan hati dan selama pengobatan yang diberikan.
  - Untuk membandingkan kadar enzim ini dengan kadar enzim hati yang lain guna mengidentifikasi disfungsi hati.

#### H. SOAL-SOAL EVALUASI

1. molekul protein yang mengatalisis reaksi kimia tanpa mengalami perubahan secara kimiawi. Mengatur metabolisme dengan ikut serta pada hampir pada semua fungsi sel. Bersifat spesifik bagi substrat yang diubahnya menjadi suatu produk tertentu
  - a. Vitamin
  - b. Mineral
  - c. Enzim
  - d. Hormone
  - e. Hormone androgen
2. mekanisme kerja enzim :
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
6. model ini sisi aktif enzim dapat berubah bentuk sesuai dengan bentuk substratnya. Sisi aktif enzim merupakan bentuk yang tidak kaku (fleksibel). Ketika substrat memasuki sisi aktif enzim, bentuk sisi aktif berubah bentuk sesuai dengan bentuk substrat kemudian terbentuk kompleks enzim-substrat :
  - a. Apoenzim
  - b. koenzim
  - c. model kunci gembok (*lock and key*)
  - d. induksi pas
  - e. model induced fit

3. bagian protein dari enzim,bersifat tidak tahan panas, dan berfungsi menentukan kekhususan dari enzim. Contoh,dari substrat yang sama dapat menjadi senyawa yang berlainan, tergantung dari enzimnya, disebut :
  - a. apoenzim
  - b. koenzim
  - c. model kunci gembok (*block and key*)
  - d. induksi pas
  - e. model induced fit
4. Bersifat termostabil (tahan panas), mengandung ribose dan fosfat. Fungsinya menentukan sifat dari reaksinya. Misalnya, Apabila koenzim NADP (Nicotiamida Adenin Denukleotid Phosfat) maka reaksi yang terjadi adalah dehidrogenase. Disini NADPberfungsi sebagai akseptor hydrogen :
  - a. apoenzim
  - b. koenzim
  - c. model kunci gembok (*block and key*)
  - d. induksi pas
  - e. model induced fit
5. Setiap enzim memiliki sisi aktif yang tersusun dari sejumlah asam amino. Bentuk sisi aktif ini sangat spesifik, sehingga hanya molekul dengan bentuk tertentu yang dapat menjadi substrat apoenzim:
  - a. Koenzim
  - b. Model kunci gembok (*block and key*)
  - c. Model induced fit
  - d. Induksi pas
  - e. enzim
8. Untuk mendeteksi peningkatan Ast serum, enzim yang ditemukan, terutama dalam otot jantung dan hati, yang meningkat selama MI akut dan kerusakan hati.
  - a. GGT
  - b. ALP
  - c. SGOT
  - d. SGPT
  - e. LDH
9. Untuk mendiagnosis kerusakan otot miokardium atau otot rangka.
  - a. GGT
  - b. ALP
  - c. SGOT
  - d. SGPT
  - e. LDH
10. Untuk membandingkan kadar enzim ini dengan kadar enzim hati yang lain guna mengidentifikasi disfungsi hati.
  - a. GGT
  - b. ALP
  - c. SGOT
  - d. SGPT
  - e. LDH
11. Untuk menemukan apakah terjadi gangguan hati atau tulang.
  - a. GGT
  - b. ALP
  - c. SGOT
  - d. SGPT
  - e. LDH

#### DAFTAR PUSTAKA

Joyce LeFever Kee, *Pedoman Pemeriksaan Laboratorium & Diagnostik*, Edisi 6,EGC, Jakarta, 2007.



E.N. Kosasih & A.S. Kosasih, *Tafsiran Hasil Pemeriksaan Laboratorium Klinik*, Edisi 2, Karisma Publishing Group, Tangerang, 2008.

Mohamad Sadikin, DSc, *Biokimia Enzim*, Cetakan I, Jakarta WidyaMedika, 2002

## BAB 2

### HORMON

#### A. LATAR BELAKANG

Hormon berasal dari kata Hormaein yang artinya memacu atau menggiatkan atau merangsang. Dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang tidak terlalu banyak (sedikit), tetapi jika kekurangan atau berlebihan akan mengakibatkan hal yang tidak baik (kelainan seperti penyakit) sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan serta proses metabolisme tubuh. Hormon merupakan senyawa kimia, berupa protein yang mempunyai fungsi untuk memacu atau menggiatkan proses metabolisme tubuh. Dengan adanya hormon dalam tubuh maka organ akan berfungsi menjadi lebih baik

Hormonologi : yaitu ilmu yang mempelajari mengenai seluk beluk hormon. Pada makhluk hidup, khususnya manusia hormon dihasilkan oleh kelenjar yang tersebar dalam tubuh.

Cara kerja hormon di dalam tubuh tidak dapat diketahui secara cepat perubahannya, akan tetapi memerlukan waktu yang lama. Tidak seperti sistem saraf yang cara kerjanya dengan cepat dapat dilihat perubahannya. Hal ini karena hormon yang dihasilkan akan langsung diedarkan oleh darah melalui pembuluh darah, sehingga memerlukan waktu yang panjang. Kelenjar dalam tubuh manusia dibedakan menjadi 2 bagian yaitu : Kelenjar eksoktrin Kelenjar eksokrin yaitu kelenjar yang mempunyai saluran khusus dalam penyaluran hasil sekretnya/getahnya. Contoh: kelenjar-kelenjar pencernaan. Kelenjar endokrin Kelenjar endokrin yaitu kelenjar yang tidak mempunyai saluran khusus dalam penyaluran hasil sekretnya/getahnya. Contoh : kelenjar hipofisis, thyroid, thymus dll.

#### B. PENGERTIAN HORMON

Hormon (dari bahasa Yunani, ὁρμή: horman - "yang menggerakkan") adalah pembawa pesan kimiawi antar sel atau antarkelompok sel. Semua organisme multiselular, termasuk tumbuhan (lihat artikel hormon tumbuhan), memproduksi hormon. Hormon beredar di dalam sirkulasi darah dan fluida sell untuk mencari sel target. Ketika hormon menemukan sel target, hormon akan mengikat protein reseptor tertentu pada permukaan sel tersebut dan mengirimkan sinyal.

Reseptor protein akan menerima sinyal tersebut dan bereaksi baik dengan memengaruhi ekspresi genetik sel atau mengubah aktivitas protein selular, termasuk di antaranya adalah perangsangan atau penghambatan pertumbuhan serta apoptosis (kematian sel terprogram), pengaktifan atau penonaktifan sistem kekebalan, pengaturan metabolisme dan persiapan aktivitas baru (misalnya terbang, kawin, dan perawatan anak), atau fase kehidupan (misalnya pubertas dan menopause). Pada banyak kasus, satu hormon dapat mengatur produksi dan pelepasan hormon lainnya. Hormon juga mengatur siklus reproduksi pada hampir semua organisme multiselular. Pada hewan, hormon yang paling dikenal adalah hormon yang diproduksi oleh kelenjar endokrin vertebrata. Walaupun demikian, hormon dihasilkan oleh hampir semua

sistem organ dan jenis jaringan pada tubuh hewan.

Molekul hormon dilepaskan langsung ke aliran darah, walaupun ada juga jenis hormon - yang disebut ektohormon (ectohormone) - yang tidak langsung dialirkan ke aliran darah, melainkan melalui sirkulasi atau difusi ke sel target. Pada prinsipnya pengaturan produksi hormon dilakukan oleh hipotalamus (bagian dari otak). Hipotalamus mengontrol

sekresi banyak kelenjar yang lain, terutama melalui kelenjar pituitari, yang jugamengontrol kelenjar-kelenjar lain.

Fungsi Hormon adalah:

1. Memacu pertumbuhan dan metabolisme tubuh.
2. Memacu reproduksi. Mengatur keseimbangan cairan tubuh/homeostasis.
3. Mengatur tingkah laku.

### C. MACAM-MACAM KELENJAR

#### 1. Berdasarkan aktivitasnya :

- a. Kelenjar yang bekerja sepanjang masa. Kelenjar golongan ini akan bekerja terus menerus sepanjang kehidupan manusia dan akan berhenti jika sudah tidak ada kehidupan pada manusia tersebut. Sehingga tidak terbatas pada usia. Ex : Hormon metabolisme.
- b. Kelenjar yang bekerjanya mulai masa tertentu. Hormon golongan ini tidak akan dapat berfungsi jika belum mencapai proses perkembangan dalam diri manusia atau proses pendewasaan sel yang terjadi dalam tubuh manusia. Kedewasaan sel akan terjadi pada saat usia tertentu seperti pada saat usia pubertas. Ex : Hormon kelamin.
- c. Kelenjar yang bekerja sampai pada masa tertentu. Hormon golongan ini bekerja pada saatn manusia itu dilahirkan sampai pada usia tertentu. Pada usia tersebut terjadi proses pertumbuhan dari seluruh oragn-organ tubuh manusia sampai dengan penyempurnaan organ. Sehingga masing-masing organ tersebut dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Kecuali organ yang membutuhkan persyaratan kedewasaan sel. Hormon ini akan berhenti dihasilkan pada saat tubuh mulai memperlambat atau menghentikan proses pertumbuhan. Biasanya hormon ini bekerja pada kisaran usia 0 hari sampai 17 tahun (masa pertumbuhan). Ex : Hormon pertumbuhan, kelenjar tymus.

#### 2. Berdasarkan letaknya :

- a. Kelenjar hipophysis/pituitary di dasar cerebrum, dibawah hypothalamus.
- b. Kelenjar pineal/epiphysis di cerebrum.
- c. Kelenjar thyroid di daerah leher.
- d. Kelenjar parathyroid di dekat kelenjar thyroid.
- e. Kelenjar thymus di rongga dada.
- f. Kelenjar adrenal/suprarenalis di atas ren.
- g. Kelenjar pulau langerhans/pankreas di rongga perut.
- h. Kelenjar Usus dan lambung di rongga perut.
- i. Kelenjar kelamin : a. Ovarium di rongga perut. b. Testis di rongga perut bawah.

## MACAM KELENJAR ENDOKRIN :

### 1. Kelenjar PINEAL

Hormon melatonin : warna/pigmen kulit melanin. Hormon ini dapat juga mengatur rasa kantuk pada diri seseorang. Pada remaja hormon ini dihasilkan lebih banyak bila dibandingkan dengan orang dewasa. Hormon vasotocin (Mammalia) : mirip fungsinya dengan vasopresin dan oksitosin.

### 2. Kelenjar HIPOFISIS/PITUITARY/MASTER OF GLANDS LOBUS ANTERIOR/ADENOHYPOPHYSIS

Hormon yang dihasilkan oleh lobus anterior lebih didominasi oleh hormon yang mengatur mengenai pertumbuhan, reproduksi dan masalah stress.

## D. MACAM-MACAM HORMON YANG DIHASILKAN :

### 1. STH (*Somatotrof Hormone*)/GH (*Growth Hormon*)/Somatotropin

:Fungsi :

- a. Memacu pertumbuhan terutama pada peristiwa osifikasi, pada cakrawala epifise.
- b. Mengatur metabolisme lipid dan

karbohidrat. Hipersekresi :

Bila kelebihan hormon ini terjadi pada masa pertumbuhan akan mengakibatkan pertumbuhan yang tidak terkendali/menjadi lebih cepat. Pertumbuhan yang seperti ini dikenal dengan gigantisme. Sedangkan bila kelebihan hormon ini terjadi pada masa dewasa akan mengakibatkan pertumbuhan yang tidak normal pada beberapa bagian organ tubuh. Hal yang paling terlihat adalah pertumbuhan jari tangan yang tidak normal, seperti membesar seperti bengkok serta raut wajah yang kelihatan lebih tebal kulitnya, dagu memanjang. Pertumbuhan yang seperti ini dikenal dengan akromegali. Pertumbuhan akromegali biasanya terjadi di atas usia 25 tahun.

Hiposekresi :

Bila penghasilan hormon ini kurang akan menyebabkan pertumbuhan kretinisme/dwarfisme, yaitu pertumbuhan yang terhambat. Pertumbuhan ini berjalan normal, hanya saja pertumbuhan tulang sangat terhambat.

### 2. LTH (*Luteotropic Hormone*)/PROLACTIN/*Lactogenic Hormone*

Fungsi:

- a. Merangsang kelenjar mammae/kelenjar susu untuk menghasilkan air susu.
- b. Memacu ovarium untuk menghasilkan hormon estrogen dan progesterone. Mempunyai simbol PRL

### 3. TSH (*Thyroid Stimulating Hormone*)/TRETROP/Thyrotropin

Fungsi : Merangsang sekresi kelenjar thyroid.

### 4. ACTH (*Adrenocorticotrophic Hormone*)/ADRENOTROPIN/Corticotropin

Fungsi: Merangsang kerja kelenjar adrenal.

### 5. GONADOTROPIC/HORMON KELAMIN :

- FSH/*Folicle Stimulating Hormone* : memengaruhi pembentukan folikel sel ovum dan proses spermatogenesis
- LH (*Luteinizing Hormone*) atau ICSH (*Interstitial Cell Stimulating Hormone*) : Berfungsi untuk memacu sekresi hormon testosteron pada sel Leydig dan proses ovulasi sel ovum.



- **LOBUS INTERMEDIA**  
 MSH (Melanotropin Stimulating Hormone) atau INTERMEDIN :
    - Memacu pembentukan pigmen melanin kulit
    - Mengatur penyebaran pigmen melanin
  - **LOBUS POSTERIOR/NEUROHIPOPHYSIS**
    - a. **OKSITOSIN/OXYTOCIN** :
      - Merangsang kontraksi otot polos dinding uterus saat persalinan
      - Merangsang kontraksi sel-sel kontraktile kelenjar susu
    - b. **VASOPRESIN** :
      - Mengatur tekanan darah dengan cara menyempitkan/pembesaran pembuluh darah (Vasodilatasi)
    - c. **ADH** :
      - Mengatur pengeluaran urine
      - Mengatur reabsorpsi air dari tubulus ren.
6. **Kelenjar THYROID**

Kelenjar ini merupakan kelenjar yang kaya akan pembuluh darah dan merupakan sepasang kelenjar yang terletak berdampingan di sekitar leher. Macam hormon yang dihasilkan :

a. **Hormon Tiroksin (T<sub>4</sub>) dan Triiodotironin (T<sub>3</sub>)**

Hormon ini berfungsi :

- 1) Mengatur metabolisme karbohidrat.
- 2) Memengaruhi perkembangan mental.
- 3) Memengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan diferensiasi sel.
- 4) Memengaruhi kegiatan sistem saraf.

b. **Hormon Calsitonin.**

Hormon ini berfungsi

:

- 1) Menurunkan kadar Ca (Calcium) darah.
- 2) Mengatur absorpsi Calcium oleh tulang.

Pembengkakan kelenjar Thyroid dikenal dengan istilah GOITER. Hal ini dapat disebabkan karena menurunnya hormon yang dihasilkan sehingga menyebabkan stimulasi produksi TSH berlebihan. Resiko terkena penyakit ini lebih banyak dialami oleh wanita dengan perbandingan wanita : pria adalah 5 : 1. Kisaran wanita yang terkena penyakit ini adalah anatar 40 – 60 tahun. Biasanya banyak dialami oleh penduduk daerah marjinal yang sulit mendapatkan garam beryodium. Dengan mineral Yodium/Iodium dapat mengatur pengeluaran hormon yang dihasilkan oleh kelenjar ini sehingga tubuh tidak akan kekurangan hormon dari kelenjar Thyroid.

**Hiperthyroidisme :**

- a. Jika terjadi pada usia pertumbuhan, maka akan menyebabkan penyakit morbus basedow dengan ciri-ciri : meningkatnya metabolisme tubuh, meningkatnya denyut jantung, gugup, mudah berkeringat, sulit meningkatkan berat badan, emosional, mata melebar, lidah terjulur keluar, frekuensi BAB cenderung meningkat.
- b. Jika terjadi pada usia dewasa, akan menyebabkan pertumbuhan gigantisme
- c. Hal ini dapat diatasi dengan terapi iodium radioaktif.

### **Hipothyroidisme :**

- a. Jika terjadi pada usia pertumbuhan, akan menyebabkan pertumbuhan yang lambat atau kerdil dan dikenal dengan istilah kretinisme.
- b. Jika terjadi pada usia dewasa, akan menyebabkan penyakit miksodema dengan ciri-ciri : aktivitas peredaran darah menurun/laju metabolisme rendah, obesitas, konstipasi, mudah lelah, depresi, gelisah, menstruasi tidak teratur, nyeri sendi pada tangan dan kaki, bentuk badan menjadi kasar, bengkak pada mata dan wajah, rambut rontok.
- c. Hal ini dapat diatasi dengan terapi menggunakan suplemen thyroid.

### **7. Kelenjar PARATHYROID**

Kelenjar ini merupakan kelenjar yang menempel pada kelenjar Thyroid. Setiap kelenjar Thyroid mempunyai sepasang kelenjar Parathyroid, sehingga semuanya berjumlah 4 buah kelenjar parathyroid. Hormon yang dihasilkan Hormon PTH (Parathormon).

#### ➤ Fungsi hormon Parathormon:

- a. Mengatur metabolisme  $Ca^{2+}$  (Calcium) dan  $PO_4^{3-}$  (phosphat).
- b. Mengendalikan pembentukan tulang.

#### ➤ Hipersekresi

Bila terjadi kelebihan dalam penghasilan hormon ini akan menyebabkan pertumbuhan :

- ✓ Kretinisme bila terjadi pada masa pertumbuhan
- ✓ Miksodema bila terjadi pada masa dewasa
- ✓ Batu ginjal dalam pelvis renalis/rongga ginjal

#### ➤ Hiposekresi :

Bila terjadi kelebihan dalam penghasilan hormon ini akan menyebabkan :

- ✓ Pertumbuhan Morbus basedowi.
- ✓ Kejang otot/tetani.

### **8. Kelenjar THYMUS**

- Merupakan penimbunan dari hormon somatotrof dalam tubuh.

- Hormon ini dihasilkan selama masa pertumbuhan sampai dengan masa pubertas, setelah melewati masa pubertas, secara perlahan hormon ini akan berkurang sedikit demi sedikit.

- Hormon ini berfungsi :

1. Mengatur proses pertumbuhan.
2. Kekebalan tubuh/imunitas setelah kelahiran.
3. Memacu pertumbuhan dan pematangan sel Limfosit yang menghasilkan Lymphocyte cell/T Cell. - Bila kekurangan atau kelebihan, gejalanya hampir mirip dengan hormontiroksin.

### **9. Kelenjar ADRENAL/SUPRARENALIS - BAGIAN KORTEKS**

a. Hormon Cortison atau antiadison : Berfungsi sebagai anti peradangan dan membantupembentukan formasi karbohidrat.

Hiposekresi : Bila kekurangan hormon ini akan menyebabkan penyakit Adison.

Gejalanya :

- a) Kulit memerah/timbulnya ruam pada kulit.

- b) Dapat menimbulkan kematian.
- c) Tekanan darah rendah.
- d) Nafsu makan hilang.
- e) Pengendapan pigmen melanin yang banyak.
- b. Hormon Glukokortikoid : merangsang kenaikan jumlah kadar gula darah.
  - Hipersekreasi : Bila penghasilan hormon ini berlebihan akan dapat menyebabkan Cushing syndrome
- c. Hormon Cortisol Fungsi :
  - a. Memacu metabolisme karbohidrat
  - b. Meningkatkan respon imunitas tubuh.
- Hipersekreasi : Bila terjadi kenaikan dalam penghasilan hormon ini akan dapat menyebabkan Cushing syndrome.
- d. Hormon Aldosteron fungsi :
  - a. Mengatur keseimbangan mineral dan air dalam ren.
  - b. Membuang kelebihan Kalium.
- e. Hormon Corticosterone Fungsi :
  - a. Mempengaruhi metabolisme karbohidrat, protein dan lipid.
  - b. Meningkatkan respon imunitas tubuh.
- f. Hormon Mineralokortikoid Fungsi :
  - a. Mengatur keseimbangan air dan elektrolit dalam tubuh.
  - b. Merangsang reabsorpsi  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  dalam tubulus ginjal.
- Hiposekreasi : Bila kekurangan hormon ini akan menyebabkan penyakit Addison.

### Letak Kelenjar Adrenal

Bagian Medulla :

1. Hormon Adrenalin/Epinefrin
  - Hormon ini secara umum berfungsi :
    - a. Memicu reaksi terhadap tekanan dan kecepatan gerak tubuh.
    - b. memicu reaksi terhadap efek lingkungan, seperti suara yang tinggi, intensitas cahaya dll.
  - Secara khusus hormon ini berfungsi :
    - a. Memacu aktivitas cor/jantung.
    - b. Menaikkan tekanan darah.
    - c. Mengerutkan otot polos pada arteri.
    - d. Mengendurkan otot polos bronchiolus
    - e. Mempercepat glikolisis.
    - f. Pengeluaran keringat dingin.
    - g. Rasa keterkejutan/shock.
    - h. Mengatur metabolisme glukosa saat stress.
    - i. Memengaruhi otak yang akan mengakibatkan :
      - ✓ Indera perasa menjadi kebal terhadap rasa sakit
      - ✓ Kemampuan berfikir dan ingatan meningkat

- ✓ Pulmo akan menyerap oksigen lebih banyak
- ✓ Banyak menghasilkan sumber energy dari proses glikolisis

j. Mencegah efek penuaan dini.

k. Melindungi dari penyakit Alzheimer, penyakit jantung, kanker payudara, kanker ovarium dan osteoporosis.

- Hiposekresi : Bila terjadi kekurangan penghasilan hormon adrenalin/epinefrin akan menyebabkan penyakit Addison. Gejalanya dapat dilihat pada hiposekresi Hormon Mineralokortikoid dan Hormon Cortison.

## 2. HORMON ANDROGEN

Fungsi : Menentukan sifat kelamin sekunder pada pria dan wanita

- Hipersekresi : Bila terjadi kelebihan hormon ini akan menyebabkan penyakit Cushing Syndrome/sindrom Cushing serta penyakit kelainan ciri kelamin sekunder pada laki-laki dan perempuan
- Gejala Cushing syndrome :
  - a) Membulatnya wajah/muka.
  - b) Obesitas.
  - c) Penimbunan lemak di daerah leher.
  - d) Pengecilan pada daerah lengan dan kaki
  - e) Terhentinya atau terganggunya periode menstruasi.
  - f) Penurunan daya seksualitas.
  - g) Kenaikan tekanan darah dan kadar gula darah.
  - h) Melemahnya atau rapuhnya tulang.
  - i) Masalah rambut pada wanita
- g. Kelenjar VENTRICULUS : Dihasilkan Hormon Gastrin
 

Fungsi :

  - a. Memacu pengeluaran sekret/getah lambung.
  - b. Membantu dalam proses pencernaan.
- h. Kelenjar USUS
  1. Hormon Sekretin : memacu sekresi getah usus dan pankreas
  2. Hormon Kolesistokinin : memacu sekresi getah empedu dan pankreas
- i. Kelenjar LANGERHANS/PANKREAS
  - Hormon Insulin
 

Bersifat antagonis dengan hormon adrenalin. Hormon ini berfungsi :

    - a. Mengatur kadar glukosa dalam darah.
    - b. Membantu perubahan glukosa menjadi glikogen dalam hepar dan otot.

Hiposekresi :

Bila kekurangan dalam penghasilan hormon ini akan menyebabkan penyakit diabetes mellitus/penyakit kencing manis.

Gejala penyakit diabetes mellitus :

    - Kenaikan jumlah gula dalam darah
    - Badan menjadi lemas
    - Sering merasa haus/banyak minum



- Banyak melakukan urinasi (pembuangan urine)
- Energy berkurang
- Merasa selalu lapar
- Hormon Glukagon
  - Hormon ini mempunyai sifat kerja yang sinergis dengan hormon adrenalin.
  - Fungsi :
    - a. Meningkatkan kadar gula dalam darah
    - b. Mengubah glikogen menjadi glukosa dalam peristiwa glikolisis
- j. Kelenjar KELAMIN/GONAD
  - Menghasilkan hormon dan sel kelamin
  - 2 sel kelamin :
    1. Sel Testis : Menghasilkan Hormon Androgen, Ex : Hormon Testosteron, merupakan satu hormon yang terpenting dalam pembentukan sel spermatozoa.
      - Fungsi Hormon Testosteron :
        - a. Mengatur ciri kelamin sekunder.
        - b. Mempertahankan proses spermatogenesis.
    2. Sel Ovarium
      - Menghasilkan 3 hormon penting dalam seorang wanita :
        - a. Hormon Estrogen : memperlihatkan ciri-ciri kelamin sekunder wanita.
        - b. Hormon Progesteron, fungsi :
          - Mempersiapkan masa kehamilan dengan menebalkan dinding uterus.
          - Menjaga kelenjar susu dalam menghasilkan air susu.
        - c. Hormon Relaksin : untuk membantu proses persalinan dalam kontraksi otot.

## **E. HUBUNGAN SISTEM HORMON DENGAN SISTEM SARAF**

Kedua sistem ini mempunyai hubungan yang sangat erat. Walaupun sistem endokrin/sistem hormon diatur oleh master of glands/kelenjar hipofisis tetapi hal tersebut tidaklah mutlak atau bersifat otonom. Hal ini karena kerja dari kelenjar hipofisis tersebut dipengaruhi oleh hypothalamus.

Berikut ini adalah hubungan sistem hormon dengan sistem saraf yang digambarkan dalam bentuk skema atau bagan :

### **1. Releasing Factor/Faktor pembebas**

Adalah faktor yang memperbaiki situasi atau kondisi tubuh, sehingga kondisi tubuh menjadi lebih baik. Faktor tersebut adalah hormon-hormon yang mencegah terjadinya kondisi tubuh tersebut.

### **2. Inhibitor Factor/Faktor penghambat**

Adalah faktor yang terus mendukung situasi atau kondisi tubuh, sehingga kondisi tubuh menjadi tidak baik/memperburuk kondisi tubuh. Faktor tersebut adalah hormon-hormon yang mendukung terjadinya kondisi tubuh tersebut.

## F. RINGKASAN

Hormon adalah pembawa pesan kimiawi antar sel atau antarkelompok sel. Semua organisme multiselular, termasuk tumbuhan (lihat artikel hormon tumbuhan), memproduksi hormon. Hormon beredar di dalam sirkulasi darah dan fluida sell untuk mencari sel target. Ketika hormon menemukan sel target, hormon akan mengikat protein reseptor tertentu pada permukaan sel tersebut dan mengirimkan sinyal.

Macam-macam kelenjar :

1. Berdasarkan aktivitasnya :

- a. Kelenjar yang bekerja sepanjang masa. Kelenjar golongan ini akan bekerja terus menerus sepanjang kehidupan manusia dan akan berhenti jika sudah tidak ada kehidupan pada manusia tersebut. Sehingga tidak terbatas pada usia. Ex : Hormon metabolisme.
- b. Kelenjar yang bekerjanya mulai masa tertentu. Hormon golongan ini tidak akan dapat berfungsi jika belum mencapai proses perkembangan dalam diri manusia atau proses pendewasaan sel yang terjadi dalam tubuh manusia. Kedewasaan sel akan terjadi pada saat usia tertentu seperti pada saat usia pubertas. Ex : Hormon kelamin.
- c. Kelenjar yang bekerja sampai pada masa tertentu. Hormon golongan ini bekerja pada saat manusia itu dilahirkan sampai pada usia tertentu. Pada usia tersebut terjadi proses pertumbuhan dari seluruh organ-organ tubuh manusia sampai dengan penyempurnaan organ. Sehingga masing-masing organ tersebut dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Kecuali organ yang membutuhkan persyaratan kedewasaan sel. Hormon ini akan berhenti dihasilkan pada saat tubuh mulai memperlambat atau menghentikan proses pertumbuhan. Biasanya hormon ini bekerja pada kisaran usia 0 hari sampai 17 tahun (masa pertumbuhan). Ex : Hormon pertumbuhan, kelenjar thymus.

2. Berdasarkan letaknya :

- a. Kelenjar hipophysis/pituitary di dasar cerebrum, dibawah hypothalamus.
- b. Kelenjar pineal/epiphysis di cerebrum.
- c. Kelenjar thyroid di daerah leher.
- d. Kelenjar parathyroid di dekat kelenjar thyroid.
- e. Kelenjar thymus di rongga dada.
- f. Kelenjar adrenal/suprarenalis di atas ren.
- g. Kelenjar pulau langerhans/pankreas di rongga perut.
- h. Kelenjar Usus dan lambung di rongga perut.
- i. Kelenjar kelamin : a. Ovarium di rongga perut. b. Testis di rongga perut bawah.

## G. SOAL-SOAL EVALUASI

1. Berdasarkan sifat kelarutan molekul hormon :
  - a. lipofilik
  - b. hidrofilik
  - c. hidrosonik
  - d. sekretin
  - e. gastrin
2. Klasifikasi hormon berdasarkan senyawa kimia pembentuknya (Golongan Polipeptida atau protein )
  - a. ACTH
  - b. TSH
  - c. FHS
  - d. LH
  - e. MSH
3. Hormon perangsang tiroid biasa disebut :
  - a. ACTH
  - b. TSH
  - c. FHS
  - d. LH
  - e. MSH
4. yang termasuk dalam kelenjar endokrin:
  - a. otak besar
  - b. ventriculus
  - c. abdomen
  - d. buah zakar dalam skrotum
  - e. kelenjar tiroid atau kelenjar gondok
6. Hormon memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu untuk berfungsi untuk memacu pertumbuhan, reproduksi, metabolisme, dan tingkah laku.
  - a. produksi hormon
  - b. tidak memacu pertumbuhan
  - c. mengatur kadar air (homeostatis)
  - d. mengaktifkan enzim khusus
  - e. sel kelenjar endokrin dalam jumlah sangat kecil .
7. Enzim yang termasuk golongan ini bekerja pada reaksi perubahan intramolekuler, misalnya reaksi perubahan glukosa fruktosa perubahan senyawa L menjadi senyawa D, senyawa cis menjadi senyawa trans dan lain-lain, disebut :
  - a. isomerase
  - b. isomer
  - c. isotop
  - d. imobilisasi
  - e. intramolekuler
8. Sel Ovarium : Menghasilkan 3 hormon penting dalam seorang wanita , salah satunya :
  - a. Hormon androgen
  - b. Hormon glucagon
  - c. Hormon estrogen
  - d. Hormon Corticosterone
  - e. Hormon aldosterone
9. Fungsi Hormon Testosteron :
  - a. Mengatur ciri kelamin sekunder.
  - b. Mempersiapkan masa kehamilan dengan menebalkan dinding uterus.
  - c. Menjaga kelenjar susu dalam menghasilkan air susu.
  - d. untuk membantu proses persalinan dalam kontraksi otot.

5. Ciri-ciri hormon :

- a. sel kelenjar endokrin dalam jumlah sangat kecil
- b. mengatur kadar air (homeostatis),
- c. Diangkut oleh darah menuju kesel/jaringan target
- d. mengaktifkan enzim khusus
- e. produksi hormone

e. mengatur kadar glukosa dalam darah  
9. Fungsi Hormon Relaksin :

- a. Mengatur ciri kelamin sekunder.
- b. memperlihatkan ciri-ciri kelamin sekunder wanita.
- b. Mempersiapkan masa kehamilan dengan menebalkan dinding uterus.
- c. Menjaga kelenjar susu dalam menghasilkan air susu.
- d. untuk membantu proses persalinan dalam kontraksi otot.
- e. Hormon Relaksin : untuk membantu proses persalinan dalam kontraksi otot.



## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad. 2003. Kamus Lengkap Kedokteran Edisi Revisi. Gita Media Press, Surabaya. h. 14,

80. Encyclopaedia Britannica 2008 Ultimate Reference Suite, Chicago. Furqonita, D. 2007.

Karmana, O. dan Anwar, A. 1987. Penuntun Pelajaran BIOLOGI. Penerbit Ganeca Exact, Bandung. h. 305

Lawrence, E. 1991. Hendersdon's Dictionary of Biological Terms Tenth Edition. Longman Scientific & Technical. Longman Group (FE) Ltd. England. h. 16, 114, 158, 175, 246, 306, 320, 406

## BAB 3

### VITAMIN DAN MINERAL

#### A. Latar belakang

Manusia sebagai makhluk yang membutuhkan nutrisi dari makanan untuk menghasilkan energi, sebagai penunjang dan sebagai sumber mempertahankan kondisi tubuhnya agar tetap dapat bertahan hidup. Alam telah menyediakan sumber – sumber yang dapat digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya, diperoleh dari berbagai tumbuhan, hewan dan mineral yang di dalamnya mengandung berbagai macam zat yang berguna untuk tubuh manusia. Zat yang berguna tersebut adalah vitamin dan mineral.

Vitamin dan mineral adalah zat yang sangatlah penting untuk menunjang kehidupan manusia. Zat – zat tersebut berperan penting dalam proses – proses kimia dalam tubuh dan berpengaruh dalam mempertahankan fungsi tubuh, karena vitamin dan mineral merupakan faktor yang berdampak besar terhadap berjalannya fungsi fisiologi tubuh, dan umumnya kekurangan, kelebihan ataupun kesalahan penggunaan vitamin dapat berdampak terhadap patologi tubuh.

Peranan vitamin dan mineral di dunia farmasi, vitamin dan mineral merupakan zat yang banyak digunakan dalam pelengkap atau penunjang pengobatan, sebagai zat sekunder pada terapi untuk mempertahankan kondisi tubuh dan digunakan untuk mengobati beberapa penyakit. Maka dari itu, kami menyusun makalah yang memuat tentang pengertian vitamin, penggolongan vitamin, mineral, unsur hara serta dampak keberadaan zat tersebut di dalam tubuh.

#### B. Pengertian Vitamin

Vitamin (bahasa Inggris: *vital amine*, vitamin) adalah sekelompok senyawa organik amina berbobot molekul kecil yang memiliki fungsi vital dalam metabolisme setiap organisme, yang tidak dapat dihasilkan oleh tubuh. Nama ini berasal dari gabungan kata bahasa Latin *vita* yang artinya "hidup" dan *amina* (amine) yang mengacu pada suatu gugus organik yang memiliki atom nitrogen (N), karena pada awalnya vitamin dianggap demikian. Kelak diketahui bahwa banyak vitamin yang sama sekali tidak memiliki atom N. Dipandang dari sisi enzimologi (ilmu tentang enzim), vitamin adalah kofaktor dalam reaksi kimia yang dikatalisasi oleh enzim. Pada dasarnya, senyawa vitamin ini digunakan tubuh untuk dapat bertumbuh dan berkembang secara normal (Mulyono 2005).

Vitamin adalah sekelompok senyawa organik berbobot molekul kecil yang memiliki fungsi vital dalam metabolisme organisme. Dipandang dari sisi enzimologi (ilmu tentang enzim), vitamin adalah kofaktor dalam reaksi kimia yang dikatalisasi oleh enzim. Terdapat 13 jenis vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh untuk dapat bertumbuh dan berkembang dengan baik. Vitamin tersebut antara lain vitamin A, C, D, E, K, dan B (tiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, biotin, vitamin B6, vitamin B12, dan folat). Walau memiliki peranan yang sangat penting, tubuh hanya dapat memproduksi vitamin D dan vitamin K dalam bentuk provitamin yang tidak aktif. Oleh karena itu, tubuh memerlukan asupan vitamin yang

berasal dari makanan yang kita konsumsi. Buah-buahan dan sayuran terkenal memiliki kandungan vitamin yang tinggi dan hal tersebut sangatlah baik untuk tubuh. Asupan vitamin lain dapat diperoleh melalui suplemen makanan. Berbeda dengan vitamin yang larut dalam lemak, jenis vitamin larut dalam air hanya dapat disimpan dalam jumlah sedikit dan biasanya akan segera hilang bersama aliran makanan. Saat suatu bahan pangan dicerna oleh tubuh, vitamin yang terlepas akan masuk ke dalam aliran darah dan beredar ke seluruh bagian tubuh. Apabila tidak dibutuhkan, vitamin ini akan segera dibuang tubuh bersama urin. Oleh karena hal inilah, tubuh membutuhkan asupan vitamin larut air secara terus-menerus.

### C. Penggolongan Vitamin

Vitamin berdasarkan kelarutannya vitamin dibagi menjadi dua kelompok, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin C dan semua golongan vitamin B) dan yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K). Oleh karena sifat kelarutannya tersebut, vitamin yang larut dalam air tidak dapat disimpan dalam tubuh, sedangkan vitamin yang larut dalam lemak dapat disimpan dalam tubuh. Vitamin yang larut dalam lemak adalah vitamin A, D, E dan K. Untuk beberapa hal, vitamin ini berbeda dari vitamin yang larut dalam air. Vitamin ini terdapat dalam lemak dan bagian berminyak dari makanan. Vitamin ini hanya dicerna oleh empedu karena tidak larut dalam air.

1) Vitamin Larut Air Vitamin Larut Air disimpan dalam tubuh hanya dalam jumlah terbatas dan sisanya dibuang, sehingga untuk mempertahankan saturasi jaringan vitamin larut air perlu sering dikonsumsi. Meskipun demikian, pemberian vitamin larut air dalam jumlah berlebihan merupakan pemborosan dan menimbulkan efek yang tidak diinginkan. Vitamin larut air terdiri dari :

#### a. Vitamin B Kompleks

##### a) Tiamin

Tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) merupakan kompleks molekul organik yang mengandung satu inti tiazol dan pirimidin. Dalam badan ini, akan diubah menjadi tiamin pirofosfat (tiamin-PP), dengan reaksi sebagai berikut:  $\text{Tiamin} + \text{ATP} \rightarrow \text{Tiamin-PP} + \text{AMP}$  Sumber yang mengandung vitamin B<sub>1</sub> yaitu gandum, daging, susu, kacang hijau, ragi, beras, telur, dan sebagainya.

##### 1. Farmakodinamik

Pada dosis kecil (dosis terapi) tiamin tidak memperlihatkan efek farmakodinamik yang nyata. Pemberian secara Intra Vena dengan cepat dapat terjadi efek langsung pada pembuluh Absorpsi darah perifer berupa vasodilatasi ringan, disertai penurunan tekanan darah yang bersifat sementara. Meskipun tiamin berperan dalam metabolisme karbohidrat, pemberian dosis besar tidak mempengaruhi kadar gula darah. Dosis toksik pada hewan coba adalah 125-350 mg/kg BB secara IV dan kira-kira 40 kalinya untuk pemberian oral. Pada manusia reaksi toksik setelah pemberian parenteral biasanya terjadi karena reaksi alergi.

## 2. Farmakokinetik

Setelah pemberian parenteral absorpsi berlangsung cepat dan sempurna. per oral berlangsung didalam usus halus dan duodenum, maksimal 8-15 mg/hari yang dicapaidengan pemberian oral sebanyak 40 mg. Dalam 1 hari sebanyak 1 mg tiamin

mengalami degradasi di jaringan tubuh. Jika asupan jauh melebihi jumlah tersebut, maka zat ini akan dikeluarkan melalui urin sebagai tiamin atau pirimidin.

## 3. Kebutuhan Sehari

Kebutuhan minimum adalah 0,3 mg/1000 kcal, AKG di Indonesia 0,3-0,4 mg/hari untuk bayi; 1,0 mg/hari untuk orang dewasa dan 1,2 mg/hari untuk wanita hamil.

## 4. Defisiensi Tiamin

Defisiensi berat menimbulkan penyakit beri-beri yang gejalanya terutama tampak pada system saraf dan kardiofaskuler. Gangguan saraf dapat berupa neuritis perifer. Gejala yang timbul pada system kardiovaskuler dapat berupa gejala insufisiensi jantung.Pada saluran cerna gangguan dapat berupa konstipasi, nafsu makan berkurang, perasaan tertekan dan nyeri di daerah epigastrium.

## 5. Efek Samping

Reaksi anafilaktoid dapat terjadi setelah pemebrian IV dosis besar pada pasien yang sensitive dan beberapa di antaranya bersifat fatal.

## 6. Sediaan

Tiamin HCl (vitamin B<sub>1</sub>, aneurin HCl) tersedia dalam bentuk tablet 5-500 mg, larutan steril 100-200 mg untuk penggunaan parenteral dan eliksir mengandung 2-25mg/ml.

## 7. Indikasi

Tiamin dindikasikan pada pencegahan pada dosis 2-5 mg/hari dan pengobatan defisiensi pada dosis 5-10 mg tiga kali sehari. Tiamin berguna untuk pengobatan berbagai neuritis yang disebabkan oleh defisiensi tiamin, misalnya pada neuritis alkoholik karena sumber kalori hanya alkohol saja, wanita hamil yang kurang gizi, dan pasien emesis gravidarum.Tiamin juga digunakan untuk pengobatan penyakit jantung dan gangguan saluran cerna yang dasarnya defisiensi tiamin.

## b) Riboflavin

Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>) adalah vitamin yang memiliki ribosa dalam rumus kimianya.Sumber yang mengandung vitamin B<sub>2</sub> yaitu daging, hati, ragi, telur, bebagai sayuran dan sebagainya.

## 1. Farmakodinamik

Pemberian riboflavin baik secara oral maupun parenteral tidak memberikan efek



farmakodinamik yang jelas.

## 2. Farmakokinetik

Pemberian secara oral ataupun parenteral akan diabsorpsi dengan baik dan didistribusi merata keseluruh jaringan. Asupan yang berlebihan akan dikeluarkan melalui urin dalam bentuk utuh. Dalam feses ditemukan riboflavin yang disintesis oleh kuman di saluran cerna, tetapi tidak ada bukti nyata yang menjelaskan bahwa zat tersebut dapat di absorpsi melalui mukosa usus.

## 3. Kebutuhan Sehari

Kebutuhan tiap individu berbanding lurus dengan energy yang digunakna, minimum 0,3 mg/1000 kcal.

## 4. Defisiensi Tiamin

Gejala sakit tenggorokan dan radang di sudut mulut (stomatitis angularis), keilosis, glositis, lidah berwarna merah dan licin.

## 5. Efek Samping

Reaksi anafilaktoid dapat terjadi setelah pemebrian IV dosis besar pada pasien yang sensitive dan beberapa di antaranya bersifat fatal.

## 6. Indikasi

Untuk pencegahan dan terapi defisiensi vitamin B2 yang sering menyertai pellagra aatau defisiensi vitamin B kompleks lainnya, sehingga riboflavin sering diberikan bersama vitamin lainnya. Dosis untuk pengobatan adalah 5-10 mg/hari.

### c) Asam Nikotinat

Asam Nikotinat atau niasin dikenal sebagai faktor PP (pellagra preventive). Sumber alami yang mengandung niasin yaitu hati, daging, ragi, dan sebagainya.

#### 1. Farmakodinamik dan Efek Samping

Bentuk amida dari asam nikotinat yaitu niasinamid juga berefek antipelagra. Dalam badan asam nikotinat dan niasinamid diubah menjadi bentuk aktif NAD (Nikotinamid Adenin Dinukleotida) dan NADF (Nikotinamid Adenin Dinukleotida Fosfat). Keduanya berperan dalam metabolisme sebagai koenzim untuk berbagai protein yang penting dalam respirasi jaringan.

Asam nikotinat merupakan suatu vasodilator yang terutama bekerja pada blushing areayaitu dimuka dan leher. Kemerahan di tempat tersebut dapat berlangsung selama 2 jam disertai panas dan gatal. Pada dosis besar asam nikotinat dapat menurunkan kadar kolesterol dan asam lemak bebas dalam darah. kedua efek ini tidak diperlihatkan oleh niasinamid.

Pada dosis yang besar umumnya terjadi efek samping berupa penurunan toleransi terhadap glukosa sampai terjadi hiperglekemia. Selain itu terjadi kenaikan kadar asam urat dalam darah., gangguan fungsi hati, gangguan lambung berupa mual

sampai muntahserta peningkatan motilitas usus. Reaksi anafilatik dilaporkan terjadi pada pemberian secara IV.

## 2. Farmakokinetik

Niasin dan niasinamid mudah diabsorpsi melalui semua bagian saluran cerna dan didistribusi keseluruh tubuh. Ekskresinya melalui urin sebagian kecil dalam bentuk utuhan dan sebagian lainnya dalam bentuk berbagai metabolitnya antara lain asam nikotinurat dan bentuk glisin peptide dari asam nikotinat.

## 3. Kebutuhan Sehari

Kebutuhan Minimal asam nikotinat untuk pencegahan pellagra rata - rata 4,4 mg/1000kcal, pada dewasa asupan minimal 13 mg.

## 4. Defisiensi Niasin

Pellagra adalah penyakit defisiensi niasin dengan kelainan pada kulit, saluran cerna, & SSP. Kulit mengalami erupsi eritematosa, bengkak, dan merah, pada saluran cerna terjadi lidah bengkak dan merah, somatitis, mual, muntah, dan enteritis. Gejala gangguan SSP berupa sakit kepala, insomnia, bingung, dan kelainan psikis seperti halusinasi, delusi, dan demensia pada keadaan lanjut.

## 5. Sediaan dan Posologi

Tablet niasin mengandung 25-750 mg. Sediaan untuk injeksi mengandung 50 atau 100 mg niasin/ml. Tablet niasinamid 50-1000 mg, dan larutan untuk injeksi umumnya mengandung 100 mg/ml.

Untuk pengobatan pellagra pada keadaan akut dianjurkan dosis oral 50 mg diberikan sampai 10 kali sehari, atau 25 mg niasin 2-3 kali sehari secara intravena. Hasil terapi umumnya sangat dramatis, dalam 24 jam gejala pada kulit dan mulut dapat hilang, rasamual dan diare juga segera teratasi. Sebagai vasodilator obat ini tidak terbukti efektif.

## d) Piridoksin

Piridoksin (Vitamin B6) di alam terdapat tiga bentuk yaitu prpdoksin yang berasal daritumbuhan, piridoksal, dan piridoksamin yang terutama berasal hewan. Ketiga bentuk piridoksin tersebut dalam tubuh diubah menjadi piridoksal fosfat. Sumber yang mengandung vitamin B6 yaitu, ragi, biji-bijian (gandum, jagung, dan lain-lain) dan hati.

## 1. Farmakodinamik

Pemberian piridoksin secara oral dan parenteral tidak menunjukkan efek farmakodinamik yang nyata. Dosis sangat besar yaitu 3-4 g/kg BB menyebabkan kejang dan kematian pada hewan coba, tetapi dosis kurang dari ini umumnya tidak menimbulkan efek yang jelas. Piridosal fosfat dalam tubuh merupakan koenzim yang berperan penting dalam metabolisme berbagai asam amino.

## 2. Farmakokinetik

Piridoksin, piridoksal dan piridoksamin mudah diabsorpsi melalui saluran cerna. Metabolit terpenting dari ketiga bentuk tersebut adalah 4-asam piridoksat. Ekskresi melalui urin terutama dalam bentuk 4-asam piridoksat dan piridoksal.

### 3. Kebutuhan Sehari

Kebutuhan manusia akan piridoksin sehubungan dengan konsumsi protein yaitu 2 mg/100 mg protein.

### 4. Defisiensi Piridoksin

Pada manusia dapat menimbulkan kelainan kulit berupa dermatitis seboroik dan peradang pada selaput lendir, mulut dan lidah. Kelainan SSP berupa rangsangan hingga timbulnya kejang dan gangguan sistem eritropoietik berupa anemia hipokrommikrositik.

### 5. Efek Samping

Piridoksin dapat menyebabkan neuropati sensorik atau sindrom neuropati dalam dosis antara 50 mg – 2g per hari untuk jangka panjang. Gejala awal dapat berupa sikap yang tidak stabil dan rasa kebas di kaki, diikuti pada tangan dan sekitar mulut. Gejala berangsur-angsur hilang setelah beberapa bulan bila asupan piridoksin dihentikan.

### 6. Sediaan dan Indikasi

Piridoksin tersedia sebagai tablet piridoksin HCl 10-100 mg dan sebagai larutan steril 100 mg/ml piridoksin HCl untuk injeksi. Selain untuk mencegah dan mengobati defisiensi vitamin B6, vitamin ini juga diberikan bersama vitamin B lain atau sebagai multivitamin untuk pencegahan dan pengobatan defisiensi vitamin B kompleks. Indikasi lainnya yaitu untuk mencegah atau mengobati neuritis perifer karena obat (isoniazid, siklosporin, dan lainnya).

### e) Asam Pantotenat

Asam pantotenat membentuk koenzim A yang sangat penting dalam metabolisme, karena bertindak sebagai katalisator pada reaksi – reaksi transfer gugus asetil. Sumber yang mengandung vitamin B1 yaitu gandum, daging, susu, kacang hijau, ragi, beras, telur, dan sebagainya.

#### 1. Farmakodinamik

Pada hewan coba asam pantotenat tidak menyebabkan efek farmakodinamik yang penting dan bersifat nontoksik. Defisiensinya pada manusia belum dikenal, tetapi dapat timbul dengan memberikan diet yang mengandung antagonis asam pantotenat yaitu metil asam pantotenat. Sindroma yang terjadi berupa: kelelahan, rasa lemah, gangguan saluran cerna, gangguan otot berupa kejang pada ekstremitas dan parestesia.

## 2. Farmakokinetik

Pada pemberian oral pantotenat akan diabsorpsi dengan baik dan di distribusi keseluruhan tubuh dengan kadar 2-45  $\mu\text{m/g}$ . Dalam tubuh tidak dimetabolisme, dan diekskresikan dalam bentuk utuh 70% melalui urin dan 30% melalui tinja.

## 3. Kebutuhan Sehari

Kebutuhan manusia akan asam pantotenat sehari adalah 5-10 mg.

## 4. Sediaan

Walupaun indikasinya belum jelas. Asam pantotenat tersedia sebagai Ca-pantotenat dalam bentuk tablet 10 atau 30 mg dan dalam bentuk larutan steril untuk injeksi dengan kadar 50 mg/mL.

## 5. Biotin

Biotin dikenal juga sebagai vitamin H (Haut). Defisiensi yaitu dermatitis, sakit otot, rasa lemah, anoreksia, anemia ringan. Biotin di dalam tubuh berfungsi sebagai koenzim pada berbagai reaksi karboksilasi. Penggunaan biotin dalam terapi belum jelas. Jumlah biotin yang diperlukan sehari berkisar antara 150 – 300  $\mu\text{g}$ , dan sumbernya terutama kuning telur, hati dan ragi.

## f. Kolin

Kolin berfungsi sebagai prekursor asetilkolin, metabolisme lemak, berkhasiat lipotropik untuk seperti sirosis hepatis, hepatitis, metabolisme intermedier, donor metil untuk pembentukan asam amino esensial.

Kolin berperan sebagai prekursor asetilkolin, suatu neurotransmitter. Dalam metabolisme lemak kolin berkhasiat lipotropik, yaitu dapat menurunkan kadar lemak dalam hati. Kolin berperan juga dalam metabolisme intermedier yaitu sebagai donor metal dalam pembentukan berbagai asam amino esensial. Akan tetapi beberapa sifat kolin dianggap bertentangan dengan sifat-sifat vitamin lain. Ternyata zat ini dapat disintesis dalam badan dari serin dengan metionin sebagai donor metal. Efek farmakologi kolin mirip dengan asetilkolin tetapi dengan potensi lebih kecil.

Kebutuhan tubuh akan kolin sehari – hari belum dapat ditentukan, tetapi dalam makanan sehari – rata terdapat 500-900mg. Penggunaan per oral cukup dengan LD<sub>50</sub> (200-400 g).

Defisiensi kolin baru timbul bila asupan kolin dan protein termasuk metionin dibatasi, Gejala yang timbul berupa kenaikan kadar lemak dalam hati sirosis hepatis, kelainan ginjal degeneratif. Pada kulit timbul kelainan, juga pada otot terjadi kelemahan dan distrofi. Penggunaan kolin terutama sebagai zat lipotropik dalam pengobatan penyakit hati seperti sirosis hepatis dan hepatitis. Akan tetapi, efektivitasnya diragukan. Sediaan yang digunakan berupa kolin, kolin bitartrat, kolin dehidrogenasi sitrat dan kolin klorida.

## g. Inositol

Pemberian inositol tidak menimbulkan efek farmakodinamik yang nyata, sedangkan fungsinya dalam tubuh belum diketahui. Dalam terapi, kadang –



kadang digunakan untuk mengobati penyakit – penyakit yang disertai gangguan transpr danmetabolisme lemak, akan tetapi ternyata tidak didapatkan bukti yang mendukung efektivitasnya.

**b. Vitamin C (Asam Askorbat)**

a) Farmakodinamik

Vitamin C berperan sebagai kofaktor dalam sejumlah reaksi hidroksilasi danamidasi dengan memindahkan elektron ke enzim yang ion logamnya harus berada dalam keadaan tereduksi; dan dalam keadaan tertentu bersifat sebagai antioksidan. Vitamin C dibutuhkan untuk mempercepat perubahan residu prolin dan lisin pada prokolagen menjadi hidroksiprolin dan hidroksilisin pada sintesis kolagen. Perubahan asam folat menjadi asam folinat, metabolisme obat oleh mikrosom dan hidroksilasi dopamine menjadi norepinefrin juga membutuhkan vitamin C. Asam askorbat meningkatkan aktivitas enzim amidase yang berperan dalam pembentukan hormon oksitosin dan hormon diuretik. Vitamin C juga meningkatkan absorpsi besi dengan mereduksi ion feri menjadi fero di lambung. Peran vitamin C juga didapatkan dalam pembentukan steroid adrenal. Fungsi utama vitamin C pada jaringan adalah dalam sintesis kolagen, proteoglikan zat organik matriks antarsel lain misalnya pada tulang, gigi, dan endotel kapiler. Peran vitamin C dalam sintesis kolagen selain pada hidroksilasi prolin juga berperan pada stimulasi langsung sintesis peptide kolagen. Gangguan sintesis kolagen terjadi pada pasien skorbut. Hal ini tampak pada kesulitan dalam penyembuhan luka, gangguan pembentukan gigi, dan pecahnya kapiler yang mengakibatkan petechiae dan echimosis.

Perdarahan tersebut disebabkan oleh kebocoran kapiler akibat adhesi sel-sel endotel yang kurang baik dan mungkin juga karena gangguan pada jaringan ikat perikapiler sehingga kapiler mudah pecah oleh penekanan. Pemberian vitamin C pada keadaan normal tidak menunjukkan efek farmakodinamik yang jelas. Namun pada keadaan defisiensi, pemberian vitamin C akan menghilangkan gejala penyakit dengan cepat.

b) Farmakokinetik

Vitamin C mudah diabsorpsi melalui saluran cerna. Pada keadaan normal tampak kenaikan kadar vitamin C dalam darah setelah diabsorpsi. Kadar dalam leukosit dan trombosit lebih besar daripada dalam plasma dan eritrosit. Distribusinya luas ke seluruh tubuh dengan kadar tertinggi dalam kelenjar dan terendah dalam otot dan jaringan lemak. Ekskresi melalui urin dalam bentuk utuh dan bentuk garam sulfatnya terjadi jika kadar dalam darah melewati ambang rangsang ginjal yaitu 1,4 mg%.

Beberapa obat diduga dapat mempercepat ekskresi vitamin C misalnya tetrasiklin, fenobarbital, dan salisilat. Vitamin C dosis besar dapat memberikan hasil false negative pada uji glikosuria (enzymedip test) dan uji adanya darah pada feses pasien karsinoma kolon. Hasil false positive dapat terjadi pada clinitest dan tes glikosuria dengan larutan Benedict.

c) Kebutuhan Sehari

AKG vitamin C ialah 35 mg untuk bayi dan meningkat sampai kira – kira 60 mg pada dewasa. Kebutuhan vitamin C meningkat 300-500% pada penyakit infeksi, tuberkulosis, tukak peptik, penyakit neoplasma, pasca bedah atau trauma, pada hipertiroid, kehamilan dan laktasi. Pada masa hamil dan laktasi diperlukan tambahan vitamin C 10-25 mg/hari.

d) Defisiensi Vitamin C

Gejala awal malaise, mudah tersinggung, gangguan emosi, artralgia, hiperkeratosis folikel rambut, perdarahan hidung dan petekie. Skorbut terlihat bila kadar vitamin C pada leukosit dan trombosit < 2 mg/dl dan ini setelah diet tanpa vitamin C 3-5 bulan. Orang tua, alkoholisme, penderita penyakit menahun sangat peka terhadap timbulnya askorbut.

e) Efek Samping

Vitamin C dengan dosis lebih dari 1 g/hari dapat menyebabkan diare. Dosis besar tersebut juga meningkatkan bahaya terbentuknya batu ginjal. Pengguna kronik vitamin C dosis sangat besar dapat menyebabkan ketergantungan. Vitamin C mega dosis parenteral dapat menyebabkan oksalosis yang meluas, aritmia jantung, dan kerusakan ginjal berat.

f) Sediaan : Vitamin C tersedia dalam bentuk tablet dan larutan 50-1500 mg. Untuk sediaan suntik didapatkan larutan yang mengandung 100-500 mg. Kalsium askorbat dan natrium askorbat didapatkan dalam bentuk tablet dan bubuk untuk penggunaan peroral.

## 2. Vitamin Larut Lemak

Vitamin larut lemak (vitamin A, D, E dan K) diabsorpsi dengan cara yang kompleks dan sejalan dengan absorpsi lemak. Dengan demikian keadaan-keadaan yang menyebabkan gangguan absorpsi lemak seperti defisiensi asam empedu, ikterus dan enteritis dapat mengakibatkan defisiensi I atau mungkin semua vitamin golongan ini. Vitamin larut lemak mempengaruhi permeabilitas atau transpor pada berbagai membran sel dan bekerja sebagai oksidator atau reduktor, koenzim atau inhibitor enzim. Vitamin A dan D mempunyai aktivitas mirip hormon. Vitamin-vitamin ini disimpan terutama dihati dan diekskresi melalui feses. Karena metabolisme sangat lambat, dosis yang berlebihan dapat menimbulkan efek toksik.

### a. Vitamin A

#### 1) Farmakodinamik

Pada fibroblast atau jaringan epitel terisolasi, retinoid dapat meningkatkan sintesis beberapa jenis protein seperti fibronektin dan mengurangi sintesis protein

seperti kolagenase dan keratin. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan transkripsi pada inti dan asam retinoat lebih kuat dalam menyebabkan perubahan tersebut. Asam retinoat mempengaruhi ekspresi gen dengan bergabung pada reseptor yang berada di inti sel. Terdapat dua kelompok reseptor, yaitu Retinoid Acid Receptors (RARs) dan Retinoid X Receptors (RXRs). Reseptor retinoid tergolong dengan reseptor steroid, hormone tiroid, dan kalsitriol.

Retinoid dapat mempengaruhi ekspresi reseptor hormon dan faktor pertumbuhan sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan, diferensiasi, dan fungsi sel target. Selain itu juga diperlukan untuk pertumbuhan tulang, alat reproduksi, dan perkembangan embrio. Kelebihan retinol akan menyebabkan pembentukan mukus yang berlebihan dan menghambat kreatinisme. Bila tidak ada retinoid, sel goblet mukosa hilang dan terjadi atrofi epitel yang diikuti oleh proliferasi sel basal yang berlebihan. Sel yang terbentuk ini merupakan epitel berkeratin dan menggantikan epitel yang mensekresi mukus. Penekanan sekresi mukus menyebabkan mudah terjadi iritasi dan infeksi.

### **Farmakokinetik**

Vitamin ini diabsorpsi sempurna melalui usus halus dan kadarnya dalam plasma mencapai puncak setelah empat jam tetapi absorpsi dosis besar vitamin A kurang efisien karena sebagian akan keluar melalui feses. Gangguan absorpsi lemak akan menyebabkan gangguan absorpsi vitamin A, maka pada keadaan ini dapat digunakan sediaan vitamin A yang larut dalam air. Absorpsi vitamin A berkurang bila diet kurang mengandung protein atau pada penyakit infeksi tertentu dan pada penyakit hati seperti hepatitis, sirosis hepatis atau obstruksi biliaris. Berkurangnya absorpsi vitamin A pada penyakit hati berbanding lurus dengan derajat insufisiensi hati. Dalam darah retinol terutama diikat oleh  $\alpha$ 1-globulin yang disebut retinol binding protein (RBP). RBP disintesis dan disekresi di hati selanjutnya dalam sirkulasi membentuk kompleks dengan transtiretin, suatu prealbumin pengikat piroksin.

Vitamin A sukar melalui sawar urin dan jumlahnya dalam asi sangat bergantung pada jumlah diet si ibu. Metabolit vitamin A diekskresi melalui urin dan tinja. Kadar normal vitamin A dalam plasma 100-230 unit/dL. Gejala defisiensi vitamin A timbul bila kadar plasma dibawah 10-20  $\mu$ g/dL (0,3  $\mu$ g = 1 unit). Asupan karoten yang terlalu banyak dapat menyebabkan hiperkarotemia yang mengakibatkan kulit berwarna kuning.

### 2) Mekanisme Kerja

Pada fibroblas atau jaringan epitel terisolasi, retinoit dapat meningkatkan sintesis beberapa jenis protein seperti fibronektin dan mengurangi sintesis protein lainnya seperti kolagenase dan keratin. Asam retinoat mempengaruhi ekspresi gen dengan bergabung dengan reseptor pada inti sel. Terdapat 2 kelompok reseptor yaitu retinoid acid reseptor atau (RARs) dan retinoid acid x reseptor (RxRs) reseptor retinoid tergolong dengan reseptor steroid, hormon tiroid dan kalsitriol. Ligan endogen untuk RxR adalah 9-cis-asam retinoat.

Hambatan reproduksi pada defisiensi vitamin A mungkin disebabkan oleh peran vitamin A pada interkonversi steroid. Asam retinoat mempercepat

pertumbuhan, diferensiasi serta mempertahankan epitel jaringan. Akan tetapi Asam retinoad tidak memperbaiki fungsi penglihatan atau reproduksi .(Dewoto 2007). Dari penelitian in vitro dan in vivo diduga bahwa vitamin A menginduksi diferensiasi sel maglina men jadi sel normal dan berperan dalam pembentukan glikoprotein dan glikolipid permukaan sel yang penting untuk keutuhan sel sehingga dapat menekan terjadinya keganasan .

Karoten dan antioksidan lainnya pada makanan dapat berperan dalam mencegah penyakit jantung iskemik .Kadar antioksidan dalam plasma yang rendah dihubungkan dengan dengan meningkatnya resiko penyakit jantung koroner, dan oksidasi LDL yang diduga mengawali terjadinya arteriosklerosis.Akan tetapi suplementasi  $\beta$ -karoten saja nampaknya tidak mengurangi kepekaan LDL terhadap oksidasi dan tidak mencegah terjadinya infark miokard, stroke, atau kematian akibat penyakit kardiovaskuler.

### 3) Defisiensi vitamin A

Defisiensi vitamin A terjadi bila kemampuan tubuh untuk menyimpan vitamin A terganggu, misalnya pada sirosis hati.Defisiensi ini lebih sering terjadi pada penyakit menahun dengan gangguan absorpsi lemak, seperti pada penyakit obstruksi saluran empedu, sariawan, dan fibrosis kistik.Defisiensi vitamin A bersama dengan penyakit Protein Caloric Malnutrition (PCM) masih merupakan penyakit gangguan gizi yang sangat penting di Indonesia serta negara berkembang lainnya, dan terutama sering ditemukan pada anak-anak. Gejala yang paling dini dan paling mudah dikenal adalah buta senja.

Defisiensi lebih berat menyebabkan gangguan pada mata yang berupa Xeroftalmia, timbulnya berupa bercak Bitot, Keratomalasia, dan akhirnya kebutaan. Defisiensi vitamin A meningkatkan kepekaan jaringan epitel terhadap karsinogenesis, hal ini dapat menyebabkan meningkatnya perubahan epitel dan ini dapat menyebabkan meningkatnya insidens infeksi saluran nafas, terbentuknya batu saluran kemih disekitarsisa –sisa epitel yang rusak, kulit menjadi kering dengan penebalan lapisan tanduk disertai timbulnya papul-papul terutama pada lengan dan tungkai.

Gangguan indra penciuman, perabaan, dan pendengaran dapat terjadi akibat keratinisasi. Kadang-kadang timbul diare yang mungkin disebabkan oleh perubahan-perubahan pada epitel usus dan duktus pankreatikus.

### 4) Hipervitaminosis vitamin A

Asupan retinoid yang melebihi kebutuhan dapat mengakibatkan hipervitaminosis. Hipervitaminosis A umumnya timbul pada kadar melebihi 100  $\mu\text{g}/\text{dL}$ . Resiko Hipervitaminosis vitamin A meningkatkan pada keadaan yang



menyebabkan menurunnya kadar RBP (retinol – binding protein ) misalnya pada malnutrisi protein dan penyakit hati. Toksisitas vitamin A tergantung umur, dosis dan lama pemberian. Toksisitas pada dewasa jarang terjadi pada individu yang mengkonsumsi < 30 mg/hari, hipervitaminosis ringan dengan asupan sekitar 10mg/hari untuk 6 bulan. Pada bayi konsumsi vitamin A 7,5 – 15 mg/hari selama 30 hari sudah dapat menimbulkan toksisitas.

Tanda dan gejala awal hipervitaminosis antara lain kulit kering dan gatal, deskuamasi kulit, dermatitis sekuamosa, gangguan pertumbuhan rambut, bibir pecah- pecah, nyeri tulang, hiperostosis, sakit kepala, anoreksia, lelah, iritabilitas, papiledema, hipoprotrombinemia, dan pendarahan. Pada bayi gejala awal meningkatnya tekanan intrakranial, ubun-ubun menonjol, dan muntah.

Pengobatan hipervitaminosis vitamin A dengan menghentikan penggunaannya sebagian besar gejala hilang dalam 1 minggu, tetapi deskuamasi kulit dan hiperostosis dapat menetap pada beberapa bulan bahkan malforasi tulang dapat menetap. Intoksikasi akut vitamin A menimbulkan kantuk, iritabilitas, sakit kepala hebat akibat peningkatantekanan intrakranial, pusing, muntah, papiledema, hepatomegali dan setelah 24 jam dapat terjadi pengelupasan kulit.

#### 5) Teratogenesitas

Dosis berlebihan vitamin A menimbulkan malforasi pada SSP, mata, palatum dan saluran kemih. Dosis AKG tidak dianjurkan selama kehamilan normal. Deformitas pada bayi yang ibunya mendapat 25 ribu IU vitamin A segera sebelum dan beberapa bulan pertama kehamilan.

Kebutuhan manusia dianjurkan kebutuhan vitamin A untuk wanita 500 RE dan untuk pria 600 RE. (1 RE = 1 µg retinol, 6 µg β-karoten, 3,33 IU aktivitas vitamin dari retinol, atau 10 IU aktivitas vitamin dari β-karoten).

#### 6) Indikasi vitamin A

Vitamin A diindikasikan untuk pencegahan dan pengobatan defisiensi vitamin A. Untuk pencegahan tambahan vitamin A dapat di anjurkan untuk kebutuhan meningkat misal pada bayi. Retinol sejumlah 20.000 IU/hari selama satu atau dua bulan pada bayi atau anak sehat deengan makanan yang baik mungkin dapat menimbulkan gejala keracunan. Tambahan vitamin A diperlukan untuk pasien steatore, obstruksi biliaris, sirosishepatis. Untuk suplementasi makanan umumnya diperlukan vitamin A 5.000 unit.

Defisiensi vitamin A dapat di atasi dengan pemberian vitamin A secara suntikan sebanyak 100.000 unit untuk 1 kali pemberian dilanjutkan dengan pemberian oral tambahan suntikan 20.000 unit tiap minggu dapat di anjurkan. Pemberian vitamin E dan vitamin A dapat meningkatkan efektivitas vitamin A dan mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya hipervitaminosis A. Asam retinoad berperan baik pada patogenesis maupun pengobatan leukimia premielositik yang merupakan suatu bentuk leukimia akut. Secara invitro didapat asam retinoad mengatur pertumbuhan dan diperesiasi sel mieloid.

## 7) Interaksi

Dosis besar Vitamin A sebaiknya dihindari pada pasien yang mendapat pengobatan antikoagulan, terkadang terlihat peningkatan respon hipoprotrombinemik terhadap warfarin.

## 8) Patologi

Vitamin A terdapat dalam berbagai sediaan untuk penggunaan secara oral, suntikan, dan topikal. Untuk pemberian oral terdapat bentuk tablet, kapsul, atau larutan/sirup yang mengandung vitamin A saja ataupun dengan kombinasi vitamin lain. Absorpsi vitamin A dalam sediaan larutan air paling cepat dibandingkan untuk emulsi dan larutan minyak (paling lambat). Sediaan yang larut dalam minyak menyebabkan penimbunan dalam hati lebih banyak dibandingkan dengan sediaan dalam larutan air.

Vitamin A kapsul mengandung 3-15mg retinol (10.000-50.000 IU) per kapsul. Sediaan suntikan dalam bentuk larutan mengandung 50.000 IU vitamin A per mili dapat diberikan secara IM untuk pasien malabsorpsi, mual, muntah, dan gangguan mata yang berat.

Dosis lebih dari 25000 IU/hari hanya dapat diberikan pada pasien defisiensi berat. Penggunaan oral lebih baik dari parenteral tetapi pemberian secara IM mungkin diperlukan untuk terapi jangka pendek bila absorpsi sangat terganggu, adanya gangguan mata, bila penggunaan oral tidak memungkinkan.

Dosis pada defisiensi berat, pemberian IM pada orang dewasa dan anak berusia lebih dari 8 tahun : 50.000-100.000 IU/hari selama 3 hari diikuti dengan 50.000 IU/hari untuk 2 minggu. Pada anak 1-8 tahun diberikan dosis 5.000-15.000 IU/hari untuk 10 hari dan

bayi 5.000-10.000 IU/hari untuk 10 hari. Dosis suplementasi tergantung makanan dan tidak melebihi AKG .

Tretinoin untuk penggunaan topikal dalam bentuk larutan 0,05%, krim 0,025-0,1%, gel 0,025-0,01%. Sediaan ini bersifat iritatif menyebabkan pengelupasan kulit. Isotretinoin kapsul mengandung 10,20,40 mg isotretinoin. Pengobatan acne biasanya dimulai dosis 0,5-1 mg/kg/hari dibagi 2 dosis, maksimum 2 mg/kg. Lama terapi biasanya 15-20 minggu, bila diperlukan dapat diulang dengan interval 2 bulan. Etretinat kapsul mengandung 10 dan 25 mg etretinat. Pengobatan psoriasis dosis awal biasanya 0,75 -1 mg/kg maksimum 1,5 mg/kg.

### b. Vitamin D

#### 1) Sejarah dan kimia

Vitamin D, senyawa yang larut dalam lemak, terbukti berguna untuk mencegah dan mengobati rickets yaitu penyakit yang banyak terdapat pada anak, terutama di daerah yang kurang mendapat sinar matahari. Pada tahun 1920, Mellanby dan Huldschinsky mendapatkan bahwa rickets dapat dicegah ataupun dapat diobati dengan minyak ikan atau dengan sinar matahari yang cukup. Ternyata sterol yang terdapat pada hewan atau tumbuh-tumbuhan

merupakan provitamin D yang dengan penyinaran ultraviolet akan diubah menjadi vitamin D. Provitamin yang terutama didapatkan pada jaringan hewan, ialah 7-dehidrokolesterol yang akan di ubah menjadi vitamin D<sub>3</sub> (kolekalsiferol). Provitamin D yang terdapat pada ragi dan jamur ialah ergosterol yang akan diubah menjadi vitamin D<sub>2</sub> (kalsiferol). Selain itu 7 - dehidrokolesterol juga di sintesis pada kulit.

## 2) Farmakodinamik

Vitamin D berperan dalam pengatur homeostatis kalsium plasma. Meningkatkan absorpsi kalsium dan fosfat melalui usus halus. Pengaturan kadar kalsium plasma, dipengaruhi juga oleh hormon paratiroid (HPT) dan kalsitonin.

## 3) Farmakokinetik

Absorpsi vitamin D melalui saluran cerna cukup baik. Vitamin D<sub>3</sub> diabsorpsi lebih cepat dan sempurna. Gangguan fungsi hati, kandung empedu dan saluran cerna seperti steatore akan mengganggu absorpsi vitamin D. Disimpan dalam bentuk inert di dalam tubuh, untuk menjadi bentuk aktif harus dimetabolisme lebih dahulu melalui serangkaian proses hidroksilasi di ginjal dan hati. Ekskresi melalui empedu dan dalam jumlah kecil ditemukan dalam urine.

Menurut Dewoto (2007), dalam sirkulasi, vitamin D diikat oleh  $\alpha$ -globulin yang khusus dan selanjutnya disimpan pada lemak tubuh untuk waktu lama dengan masa paruh 19-25 jam. 25-hidroksikolekalsiferol (25-HCC) mempunyai afinitas yang lebih besar terhadap protein pengikat sehingga masa penuh dapat mencapai 19 hari.

## 4) Defisiensi vitamin D

Defisiensi vitamin D terjadi penurunan kadar kalsium plasma, selanjutnya merangsang sekresi HPT yang berakibat meningkatnya resorpsi tulang.

Pada bayi dan anak, hal ini mengakibatkan gangguan pertumbuhan tulang yang dikenal sebagai penyakit rakitis. Pada orang dewasa, defisiensi vitamin D menyebabkan osteomalasia yang ditandai oleh berkurangnya densitas tulang, sedangkan deformitas tulang hanya terjadi pada kasus yang lanjut.

## 5) Hipervitaminosis D

Hipervitaminosis D dapat timbul akibat asupan vitamin D yang berlebihan. Gejala hipervitaminosis D berupa hiperkalsemia, kalsifikasi ektropik pada jaringan lunak (misalnya ginjal, pembuluh darah, jantung dan paru), anoreksia, mual, diare, sakit kepala, hipertensi, dan hiperkolesterolemia. Hipervitaminosis D diatasi dengan penghentian pemberian vitamin D, diet rendah kalsium, minum banyak dan pemakaian glukokortikoid untuk mengurangi absorpsi kalsium.

## 6) Sediaan dan indikasi

Vitamin D terdapat dalam beberapa macam bentuk sediaan, misalnya dalam minyak ikan yang biasanya juga mengandung vitamin A, dalam sediaan multivitamin, dalam sediaan yang mengandung campuran dengan kalsium dan sediaan yang hanya mengandung vitamin D saja.

Selain untuk pencegahan dan pengobatan rickets, vitamin D antara lain digunakan untuk osteomalasia, hipoparatiroidisme dan tetani infantil, dan untuk keadaan lain dengan alasan penggunaan yang belum atau tidak diketahui misalnya pada psoriasis, artritis dan Hay-fever. Vitamin D juga digunakan untuk hipofosfatemia pada pasien sindrom Fanconi dan pasien osteoporosis. Pemberian dosis besar vitamin D untuk pasien osteoporosis masih diragukan hasilnya dan dapat berbahaya.

## c. Vitamin E

### 1) Sejarah dan kimia

Tahun 1922, Evans dan Bishop menyatakan bahwa tikus betina membutuhkan bahan makanan penting untuk mempertahankan kehamilan. Kekurangan zat tersebut dapat menyebabkan kematian dan resorpsi janin, sedangkan pada tikus jantan dapat menyebabkan sterilitas. Karena itu vitamin E dahulu disebut juga vitamin antisterilitas, tetapi kemudian ternyata bahwa defisiensi vitamin E menimbulkan efek yang lebih luas. Vitamin E antara lain didapatkan pada telur, susu, daging, buah-buahan, kacang-kacangan dan sayur-sayuran misalnya selada dan bayam.

### 2) Farmakodinamik

Vitamin E berperan sebagai antioksidan dan dapat melindungi kerusakan membrane biologis akibat radikal bebas. Vitamin E melindungi asam lemak tak jenuh pada membrane fosfolipid. Radikal peroksil bereaksi 1000 kali lebih cepat dengan vitamin E daripada dengan asam lemak tak jenuh dan membentuk radikal

tokoferoksil. Radikal ini selanjutnya berinteraksi dengan antioksidan yang lain seperti vitamin C yang akan membentuk kembali tokoferol. Vitamin E juga penting untuk melindungi membrane sel darah merah yang kaya asam lemak tak jenuh ganda dari kerusakan akibat oksidasi. Vitamin ini berperan dalam melindungi lipoprotein dari LDL teroksidasi dalam sirkulasi. LDL teroksidasi ini memegang peranan penting dalam menyebabkan aterosklerosis. Selain efek antioksidan, vitamin E juga berperan mengatur proliferasi sel otot polos pembuluh darah, menyebabkan vasodilatasi dan menghambat baik aktivasi trombosit maupun adhesi leukosit. Vitamin E juga melindungi beta-karoten dari oksidasi.

### 3) Farmakokinetik



Vitamin E diabsorpsi baik melalui saluran pencernaan. Beta – lipoprotein mengikat vitamin E dalam darah dan mendistribusikan ke semua jaringan. Kadar plasma sangat bervariasi diantara individu normal, dan berfluktuasi tergantung kadar lipid. Rasio vitamin E terhadap lipid total dalam plasma digunakan untuk memperkirakan status vitamin E. Nilai di bawah 0,8 mg/g menunjukkan keadaan defisiensi. Pada umumnya kadar tokoferol plasma lebih berhubungan dengan asupan dan gangguan absorpsi lemak pada usus halus daripada ada tidaknya penyakit. Vitamin E sukar melalui sawar plasenta sehingga bayi baru lahir hanya mempunyai kadar tokoferol plasma kurang lebih seperlima dari kadar tokoferol plasma ibunya. ASI mengandung alpha-tokoferol yang cukup bagi bayi. Ekskresi vitamin sebagian besar dilakukan dalam empedu secara lambat dan sisanya diekskresi melalui urin sebagai glukoronida dari asam tokoferonat atau metabolit lain.

#### 4) Defisiensi vitamin E

Vitamin E banyak terdapat pada makanan, maka defisiensi vitamin E biasanya lebih sering disebabkan oleh gangguan absorpsi misalnya steatore, obstruksi biliaris dan penyakit pankreas. Gejala defisiensi vitamin E antara lain anemia himolitik, degenerasi retina, kelemahan otot, miopatia, ataksia, dan gangguan neurologis.

#### 5) Hipervitaminosis E

Pemakaian vitamin E dosis besar untuk waktu lama dapat menyebabkan kelemahan otot, gangguan reproduksi dan gangguan saluran cerna. Gejala-gejala ini hilang dalam beberapa minggu setelah asupan yang berlebihan dihentikan.

#### 6) Indikasi dan Dosis

Penggunaan vitamin E hanya diindikasikan pada keadaan defisiensi yang dapat terlihat dari kadar serum yang rendah dan atau peningkatan fragilitas eritrosit terhadap hidrogen peroksida. Peran suplementasi vitamin E jangka panjang untuk memproteksi resiko infark miokard dan kematian karena penyakit jantung koroner masih diragukan/kontradiktif.

### d. Vitamin K

Vitamin K ( koagulation vitamin ) merupakan vitamin yang larut dalam lemak. Dikenal 3 macam vitamin K alam, yaitu :

#### 1. Vitamin K<sub>1</sub> ( filokuinolon / fitonadion ).

Digunakan untuk pengobatan , terdapat pada kloroplas sayuran berwarna hijau dan buah-buahan.

#### 2. Vitamin K<sub>2</sub> ( senyawa menakuinolon ).

Disintesis oleh bakteri usus terutama oleh bakteri Garm positif.



### 3. Vitamin K sintetis ( Vitamin K<sub>3</sub> ( menadion ) )

Merupakan derivat naftakuinon, dengan aktivitas yang mendekati vitamin K alam. Derivatnya yang larut dalam air, menadion natrium difosfat, di dalam tubuh diubah menjadi menadion.

#### 1) Farmakodinamik

Pada orang normal vitamin K mempunyai aktivitas farmakodinamik, tetapi pada pasiendefisiensi vitamin K, vitamin ini berguna meningkatkan biosintesis beberapa faktor pembekuan darah yaitu protrombin, faktor VII ( prokonvortin ), faktor IX (faktor Christmas) dan faktor X (faktor Stuart) yang berlangsung dihati.

Vitamin K merupakan suatu kofaktor enzim mikrosom hati yang penting untuk mengaktifasi prekursor faktor pembekuan darah, dengan mengubah residu asam glutamat dekat amino terminal tiap prekursor menjadi residu  $\gamma$ -karboksilglutamil. Pembekuan asam amino baru yaitu asam  $\gamma$ -karboksilglutamat, protein tersebut mengikat ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) dan dapat terikat pada permukaan fosfolipid. Perubahan tersebut diperlukan untuk rangkain tahapan selanjutnya pembekuan darah. Vitamin K hidrokuinon merupakan bentuk aktif vitamin K. Selain daripada faktor lain pembekuan darah, yang vitamin k dependent karboksilglutamat juga didapatkan pada berbagai protein antara lain pada osteocalcin tulang yang diekskresi oleh osteoblas. Sintesis osteocalcin diatur oleh kalsitriol dan kadarnya tergantung pada turnover rate tulang.

#### 2) Kebutuhan manusia

Jumlah kebutuhan manusia akan vitamin K tidak diketahui belum jelas, tetapi rupanyakebutuhan tersebut sangat kecil. Pada orang dewasa sehat, kebutuhan akan vitamin K biasanya sudah terpenuhi dari makanan dan hasil sintesis oleh bakteri usus. Sintesis vitamin K oleh bakteri usus sekitar 50% dari kebutuhan vitamin K perhari.

#### 3) Defisiensi Vitamin K

Defisiensi vitamin K menyebabkan hipoprotrombinemia dan menurunnya pada beberapa faktor pembekuan darah , sehingga waktu pembekuan darah memanjang dan dapat terjadi perdarahan spontan seperti: ekimosis, epistaksis, hematuria, perdarahan saluran cerna, perdarahan intrakranial, perdarahan pasca bedah dan kadang – kadang hemoptisis.

#### 4) Intoksikasi

Filokuinon dan menakuinon tidak toksik pada hewan meskipun bila diberikan 500 kali AKG. Pemberian filokuinon secara intravena yang terlalu cepat dapat menyebabkan kemerahan pada muka, berkeringat, bronkospasme dan sianosis, sakit pada dada dan kadang-kadang dapat menyebabkan kematian. Akan tetapi belum diketahui dengan jelas apakah memang disebabkan oleh vitamin K atau bahan lain yang terdapat pada sediaan tersebut.

Menadion bersifat iritatif pada kulit dan saluran nafas. Larutan menadion menyebabkankulit melepuh. Pada bayi terutama bayi prematur, menadion dan

derivatnya dapat menyebabkan anemia hemolitik, hiperbilirubinemia dan ikterus. Menadion menimbulkan hemolisis pada pasien yang eritrositnya kurang mengandung glukosa-6- fosfat-dihidrogenase. Berdasarkan efek toksiknya menadion tidak dianjurkan lagi untuk digunakan.

#### 5) Farmakokinetik

Absorpsi vitamin K melalui usus sangat tergantung dari kelarutannya. Absorpsi filokuinon dan menakuinon hanya berlangsung baik bila terdapat garam – garam empedu, sedangkan menadion dan derivatnya yang larut air dapat diabsorpsi walaupun tidak ada empedu. Berbeda dengan filokuinon dan menakuinon yang harus melalui saluran limfe lebih dahulu, menadion dan derivatnya yang larut air dapat langsung masuk kesirkulasi darah. Vitamin K alam dan sintetis diabsorpsi dengan mudah setelah penyuntikan intramuskular. Bila terdapat gangguan absorpsi vitamin K akan terjadi hipoprotrombinemia setelah beberapa minggu, sebab persediaan vitamin K didalam tubuh hanya sedikit.

Metabolisme vitamin K di dalam tubuh tidak banyak diketahui. Pada empedu dan protein hampir tidak ditemukan bentuk bebas, sebagian besar dikonjugasi dengan asam glukuronat. Pemakaian antibiotik sangat mengurangi jumlah vitamin K dalam tinja, yang terutama merupakan hasil sintesis bakteri usus.

#### 6) Sediaan dan Indikasi

Tablet fitonadion (vitamin K<sub>1</sub>) 5mg. Emulsi fitonadion yang mengandung 2 atau 10mg/ml, untuk parenteral.

Tablet menadion 2,5 dan 10mg. Larutan menadion dalam minyak yang mengandung 2,10 dan 25mg/ml untuk pemakaian intramuskular. Tablet menadion natrium bisulfit 5mg. Larutan menadion natrium bisulfit yang mengandung 5 dan 10mg/ml untuk pemakaian parenteral.

Tablet menadiol natrium difosfat 5mg. Larutan menadiol natrium difosfat yang mengandung 5 dan 10 mg/ml untuk pemakaian parenteral.

Vitamin K berguna untuk mencegah atau mengatasi pendarahan akibat defisiensi vitamin K. Defisiensi vitamin K dapat terjadi akibat gangguan absorpsi vitamin K, berkurangnya bakteri yang mensintesis vitamin K pada usus dan pemakaian antikoagulan tertentu yang dapat mempengaruhi aktifitas vitamin K.

Defisiensi vitamin K akibat asupan yang tidak mencukupi jarang terjadi, karena vitamin K terdapat pada banyak jenis makanan dan di sintesis oleh bakteri usus. Gangguan absorpsi vitamin K dapat terjadi pada penyakit obstruksi biliaris dan gangguan usus seperti sariawan, enteritis, enterokoitis dan reseksi usus. Pemakaian obat seperti antibiotik dan sulfonamid untuk waktu lama dapat mengurangi bakteri yang mensintesis vitamin K di usus.

Bayi baru lahir hipoprotrombinemia dapat terjadi terutama karena belum adanya bakteri yang mensintesis vitamin K di usus dan tidak adanya depot vitamin K. Karena itu dianjurkan untuk memberikan profilaksis vitamin K secara rutin pada bayi yang baru dilahirkan. Filokuinon rupanya kurang toksik merupakan obat terpilih untuk tindakan pencegahan tersebut dan dibiarkan sejumlah 0,5-1 mg IM atau IV

segera setelah bayi dilahirkan. Dosis ini dapat ditambah atau diulangi setelah 1 minggu bila siibu mendapat pengobatan antikoagulan atau antikonfusi, atau bila terdapat kecenderungan timbulnya perdarahan. Tindakan pencegahan dilakukan juga pada bayiprematur atau bayi aterm yang dilahirkan dengan bantuan forseps atau ekstrasi vacum, dan diberikan dengan dosis 2,5 mg untuk 3 hari berturut-turut. Untuk pengobatan pendarahan pada bayi dapat diberikan 1 mg IM atau IV bila perlu dapat diulangi setelah 8 jam.

Antikoagulan, misalnya derivat kumarin, mengadakan hambatan bersaing dengan vitamin K sehingga menyebabkan hipoprotrombinemia dan perdarahan. Hipoprotrombinemia berat dan perdarahan dapat diatasi dengan vitamin K dalam beberapa jam, dalam hal ini filokuinon jauh lebih efektif dari pada menadion dan derivatnya. Keadaan yang ringan diatasi dengan menghentikan atau mengurangi dosis antikoagulan tersebut, atau dengan pemberian dosis tunggal 1-5 mg filokuinon. Bila perdarahan hebat diperlukan 20-40 mg filokuinon di berikan dengan segera disamping transfusi darah segar. Bila perlu setelah 4 jam diberikan lagi filokuinon lagi.

Vitamin K mungkin bermanfaat pada hipoprotrombinemia yang disebabkan oleh pemakaian salisilat dosis besar, racun ular yang menganinaktivasi protrombin atau asupan vitamin A yang berlebihan.

Pada penyakit hepatoselular, misalnya hepatitis dan sesoris hati, dapat terjadi hipoprotrombinemia karena sel hati tidak dapat membentuk faktor-faktor pembekuan darah. Pada keadaan ini pemberian vitamin K tidak akan memberikan hasil yang baik, bahkan dosis yang besar pada hepatitis dan serosis hati yang berat dapat memperberat hipoprotrombinemia. Dengan memanfaatkan respon hipoprotrombinemia, pemberian vitamin K parenteral dapat digunakan untuk membedakan ikterus akibat abstruksi biliaris atau akibat penyakit hepatoselular.

## **D. Mineral**

Mineral yang banyak dibutuhkan antara lain :

### **1. Kalsium**

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak didapatkan didalam tubuh. Untuk absorpsinya diperlukan vitamin D.

Kebutuhan kalsium meningkat pada masa pertumbuhan, selama laktasi dan pada wanita pasca menopause. Bayi yang mendapat susubuatan merupakan tambahan kalsium. Selain itu asupan kalsium juga ditingkatkan bila makanan banyak mengandung protein dan atau fosfor. Banyak peneliti yang menganjurkan asupan sekitar 1,2 g/hari untuk pasien alkoholik, sindrom malabsorpsi dan pasien-pasien yang mendapat kortikosteroid, isoniazid, tetrasiklin atau antacid yang mengandung aluminium.

### **2. Fosfor**

Mineral ini terlibat dalam penggunaan vitamin B kompleks didalam tubuh. Fosfor

terdapat pada semua jaringan tubuh dan didalam tulang gigi didapatkan dalam jumlah yang hampir sama dengan kalsium. Fosfor sangat penting sebagai buffer cairan tubuh. Lemak, protein, karbohidrat, dan berbagai enzim yang berperan dalam transfer energi mengandung mineral ini. Makanan dengan komposisi yang baik sudah mengandung fosfor yang cukup. Perbandingan kandungan kalsium dan fosfor dalam makanan dianjurkan 1:1. Pada orang dewasa defisiensi umumnya tidak terjadi kecuali pada alkoholisme, penggunaan antacid yang tidak dapat diabsorpsi untuk jangka lama, muntah berkepanjangan, pasien penyakit hati atau hiperparatiroidisme.

### 3. Magnesium

Magnesium mengaktivasi banyak system enzim (misalnya alkali fosfatase, leusin aminopeptidase) dan merupakan kofaktor yang penting pada fosforilasi oksidatif, pengaturan suhu tubuh, kontraktibilitas otot dan kepekaan saraf. Pada orang sehat dengan makanan yang bervariasi defisiensi magnesium jarang terjadi. Kebutuhan akan magnesium tergantung pada jumlah protein, kalsium, dan fosfor yang dimakan.

Hipomagnesemia meningkatkan kepekaan saraf dan transmisi neuromuscular. Pada keadaan defisiensi berat mengakibatkan tetani dan konvulsi. Hipomagnesemia dapat terjadi pada pasien alkoholik, kwashiorkor, tetani infantil, diabetes, sindrom malabsorpsi, hiper atau hipoparatiroidisme, penyakit ginjal, selama terapi diuretic, pada pasien yang hanya mendapat makanan parenteral pascabedah.

Hipermagnesemia menyebabkan vasodilatasi perifer dan hilangnya refleks tendon, mempunyai efek seperti kurare pada sambungan saraf-otot dan menghambat penglepasan katekolamin dari kelenjar adrenal. Kegagalan pernafasan dan henti jantung dapat terjadi setelah dosis sangat besar.

### 4. Kalium

Perbedaan kadar kalium (kation utama dalam cairan intrasel) dan natrium (kation utama dalam cairan ekstrasel) mengatur kepekaan sel, konduksi impuls saraf dan keseimbangan volume cairan tubuh.

Meskipun defisiensi jarang terjadi pada individu yang mendapat makanan yang cukup, hipokalemia dapat terjadi pada anak-anak yang makanannya tidak mengandung protein. Penyebab hipokalemia yang paling sering adalah terapi diuretic terutama tiazid. Penyebab lain hipokalemia adalah diare yang berkepanjangan terutama pada anak, hiperaldosteronisme, terapi cairan parental yang tidak tepat atau tidak mencukupi, penggunaan kortikosteroid atau laksan jangka lama. Aritmia jantung dan gangguan neuromuskular merupakan akibat hipokalemia yang paling berbahaya.

Hiperkalemia paling sering disebabkan ekskresi kalium oleh ginjal yang dapat terjadi pada pasien dengan insufisiensi korteks adrenal, gagal ginjal akut, gagal ginjal kronik terminal, atau penggunaan antagonis aldosteron. Aritmia jantung dan gangguan konduksi merupakan gejala sisa yang paling berbahaya. Manifestasi lain hiperkalemia termasuk kelemahan parestesia.

### 5. Natrium



Natrium penting untuk membantu mempertahankan volume cairan tubuh. Kadarnya dalam cairan tubuh diatur oleh mekanismer homostatik. Banyak yang mengkonsumsi natrium melebihi dari yang dibutuhkan. Pembatasan natrium seringkali dianjurkan pada pasien gagal jantung kongesif, sirosis hati dan hipertensi. Asupan yang kurang dari normal yang dimulai sejak masa kanak-kanak dan berlanjut sampai dewasa dapat membantu pencegahan hipertensi pada individu tertentu. Akan tetapi pembatasan natrium pada wanita sehat selama kehamilan tidak dianjurkan.

Hipernatremia jarang ditemui pada individu sehat tetapi dapat terjadi pada setelah diare atau muntah yang lama terutama pada bayi, pada gangguan ginjal fibrosis kistik atau insufisiensi korteks adrenal, atau pada penggunaan diuretik tiazid. Keringat yang berlebihan dapat mengakibatkan kehilangan natrium yang banyak dan perlu diganti dalam bentuk air dan NaCl.

#### 6. Klorida

Klorida merupakan anion yang paling penting dalam mempertahankan keseimbangan elektrolit. Alkalosis metabolik hipokloremik dapat terjadi setelah muntah yang lama atau penggunaan diuretic yang berlebihan. Kehilangan klorida berlebihan dapat menyertai natrium berlebihan. Kemungkinan terjadinya hiperkalemia perlu dipertimbangkan bila terpaksa menggunakan KCl sebagai pengganti klorida yang hilang.

#### 7. Sulfur

Beberapa asam amino, tiamin dan mengandung sulfur. Meskipun sulfur esensial untuk manusia fungsinya yang tepat selain sebagai komponen tersebut diatas tidak diketahui. Demikian pula sampai saat ini belum diketahui kebutuhannya perhari.



#### **D. RINGKASAN**

Vitamin (bahasa Inggris: vital amine, vitamin) adalah sekelompok senyawa organikamina berbobot molekul kecil yang memiliki fungsi vital dalam metabolisme setiap organisme, yang tidak dapat dihasilkan oleh tubuh.

Vitamin berdasarkan kelarutannya vitamin dibagi menjadi dua kelompok, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin C dan vitamin B Kompleks) dan yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K).

Mineral yang dibutuhkan dalam jumlah relative banyak antara lain kalsium, fosfor, magnesium, kalium, natrium, klorida dan sulfur.

## E. SOAL-SOAL EVALUASI

1. sekelompok senyawa organik amina berbobot molekul kecil yang memiliki fungsivital dalam metabolisme setiap organisme, yang tidak dapat dihasilkan oleh tubuh.:
  - a. mineral
  - b. hormone
  - c. enzim
  - d. vitamin
  - e. kelenjar
2. Vitamin yang larut dalam lemak :
  - a. D
  - b. C
  - c. B1
  - d. B2
  - e. B12
3. Vitamin yang larut dalam air :
  - a. A
  - b. D
  - c. E
  - d. K
  - e. C
4. Mineral yang sangat dibutuhkan manusia :
  - a. 4
  - b. 5
  - c. 6
  - d. 7
  - e. 8
5. salah satu mineral yang dituhkan tubuh adalah natrium, fungsi natrium dalam tubuh :
  - a. mempertahankan keseimbangan elektrolit
  - b. membantu mempertahankan volume cairan tubuh
  - c. mengatur kepekaan sel, konduksi impuls saraf dan keseimbangan dan volume cairantubuh.
  - d. mengaktivasi banyak system enzim (misalnya alkali fosfatase, leusin aminopeptidase)
  - e. buffer cairan tubuh.Lemak, protein, karbohidrat, dan berbagai enzim yang berperan dalam transfer energi
6. salah satu mineral yang dituhkan tubuh adalah fosfor, fungsi fosfor dalam tubuh :
  - a. mempertahankan keseimbangan elektrolit
  - b. membantu mempertahankan volume cairantubuh
  - c. mengatur kepekaan sel, konduksi impuls saraf dan keseimbangan dan volume cairan tubuh.
  - d. mengaktivasi banyak system enzim (misalnya alkali fosfatase, leusin aminopeptidase)
  - e. buffer cairan tubuh.Lemak, protein, karbohidrat, dan berbagai enzim yang berperan dalam transfer energi mengandung mineral ini
7. salah satu mineral yang dituhkan tubuh adalah magnesium, fungsi magnesium dalam tubuh :
  - a. mempertahankan keseimbangan elektrolit
  - b. membantu mempertahankan volume cairantubuh
  - c. mengatur kepekaan sel, konduksi impuls saraf dan keseimbangan dan volume cairantubuh.
  - d. mengaktivasi banyak system enzim (misalnya alkali fosfatase, leusin aminopeptidase)
  - e. buffer cairan tubuh.Lemak, protein, karbohidrat, dan berbagai enzim yang berperan dalam transfer energi

8. salah satu mineral yang dituhkan tubuh adalah kalium, fungsi kalium dalam tubuh :

- a. mempertahankan keseimbangan elektrolit
- b. membantu mempertahankan volume cairan tubuh
- c. mengatur kepekaan sel, konduksi impuls saraf dan keseimbangan dan volume cairan tubuh.
- d. mengaktivasi banyak system enzim (misalnya alkali fosfatase, leusin aminopeptidase)
- e. buffer cairan tubuh. Lemak, protein, karbohidrat, dan berbagai enzim yang berperan dalam transfer energi mengandung mineral ini

## DAFTAR PUSTAKA

- Fessenden. 1982. Kimia Organik Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Girindra A. 1986. Biokimia I. Gramedia, Jakarta.
- Lal, H. 2000. Biochemistry for Dental Students. CBS Publishers and Distributor, New Delhi.
- Lehninger, A. L. 1998. Dasar-Dasar Biokimia I. Erlangga, Jakarta.
- Mulyono HAM. 2005. Kamus Kimia. Bumi Aksara, Jakarta.
- Pujiadi, A. 1994. Dasar-Dasar Biokimia. UI Press, Jakarta.
- Sirajuddin, S. 2009. Penuntun Praktikum Biokimia. Laboratorium Terpadu Kesehatan Masyarakat AIPTKMI Regional Indonesia Timur UNHAS, Makassar.
- Sulaiman, A.H.1995. Biokimia untuk Pertanian. USU-Press, Medan.
- Syarif, dkk. 2007. Farmakologi dan Terapi. Jakarta: Badan Penerbit FKUI. Hal 769 – 793.