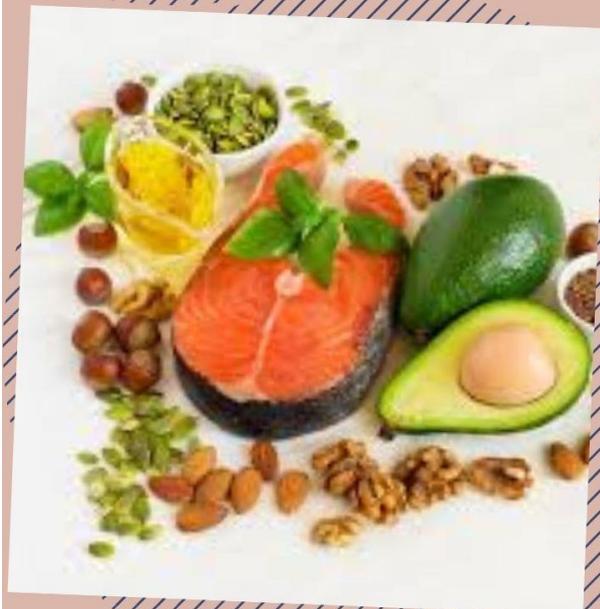


BUKU AJAR

DASAR ILMU GIZI

KESEHATAN MASYARAKAT



Dr. Azrimaidaliza, SKM, MKM
Resmiati, SKM, MKM
Welly Famelia, SKM, MKM
Dr. Idral Purnakarya, SKM, MKM
Firdaus, SP, M.Si
Ysirly Khairany, S.Gz

BUKU AJAR
DASAR GIZI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

PENULIS :

Dr. Azrimaidaliza, SKM, MKM

Resmiati, SKM, MKM

Welly Famelia, SKM, MKM

Dr. Idral Purnakarya, SKM, MKM

Firdaus, SP, M.Si

Yasirly Khairany, S.Gz

UNIVERSITAS ANDALAS

TAHUN 2020

BUKU AJAR
DASAR GIZI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

Hak Cipta © 2020 pada Penulis

Penulis : Dr. Azrimaidaliza, SKM, MKM
Resmiati, SKM, MKM
Welly Famelia, SKM, MKM
Dr. Idral Purnakarya, SKM, MKM
Firdaus, SP, M.Si
Yasirly Khairany, S.Gz

Tahun Terbit : 2020

Cetakan : Pertama

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip, memperbanyak, dan menerjemahkan sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit.

Cetakan 1 : November 2020

Katalog dalam terbitan (KDT)

Azrimaidaliza,

Resmiati,

Famelia, Welly

Purnakarya, Idral

Firdaus,

Khairany, Yasirly

Buku Ajar Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat / Azrimaidaliza, Resmiati,

Welly Famelia, Idral Purnakarya, Firdaus, Yasirly Khairany; -Cet-1. –

Padang: LPPM. 2020

V + 237 hlm: 15.5 x 23 cm

ISBN : 978-623-6877-93-7

I. Judul

II. Azrimaidaliza, Resmiati, Welly Famelia, Idral Purnakarya, Firdaus,
Yasirly Khairany

Penerbit :

LPPM – Universitas Andalas

Gedung Rektorat Lantai 2 Kampus Unand Limau Manis Kampus Unand Limau
Manis Kota Padang Sumatera Barat Indonesia

Web: www.lppm.unand.ac.id

Telp. 0751-72645

Email: lppm.unand@gmail.com

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah, SWT atas berkah dan rahmat-Nya dapat menyelesaikan Buku Ajar ”Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat”. Buku ini disusun utamanya adalah untuk mahasiswa memahami mata kuliah Gizi untuk Kesehatan Masyarakat secara sistematis disamping untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan disusun dan dicetaknya buku ini diharapkan dosen memiliki waktu lebih banyak untuk berdiskusi dengan mahasiswa dan memberikan bimbingan sehingga proses pembelajaran dapat berjalan lebih optimal.

Penyusunan buku Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat tidak terlepas dari dukungan dan bantuan semua pihak. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Andalas atas dukungan dan bantuan yang diberikan.
2. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas, Defriman Djafri, SKM, MKM, Ph.D atas dukungan dan bantuan yang diberikan.
3. Ketua Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Penjaminan Mutu (LP3M) Universitas Andalas, Prof. Henny Lucida, Akt atas informasi dan bantuan yang diberikan.
4. Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Ketua Program Studi Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas atas dukungan yang diberikan.
5. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Buku ajar Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat ini masih belum sempurna, untuk itu kami mengharapkan masukan dan saran dari pembaca sehingga dapat meningkatkan kualitas buku ajar ini.

Padang, November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DESKRIPSI SINGKAT.....	1
KARBOHIDRAT.....	4
Pendahuluan.....	4
Susunan Karbohidrat.....	5
Klasifikasi Karbohidrat.....	6
Fungsi Karbohidrat.....	12
Pencernaan, Penyerapan, dan Ekskresi dan Metabolisme.....	15
Karbohidrat.....	15
Sumber Bahan Makanan dan Kebutuhan Karbohidrat.....	16
Akibat Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat.....	19
PROTEIN.....	28
A. Pengertian.....	28
B. Susunan.....	29
C. Fungsi.....	32
D. Penyerapan dan Metabolisme Protein.....	36
E. Sumber makanan dan Kebutuhan Protein.....	37
F. Akibat Kekurangan dan Kelebihan.....	39
LEMAK.....	45
A. Pendahuluan.....	45
B. Susunan Lemak.....	46
C. Fungsi.....	49
D. Proses Pencernaan dan Absorpsi Lemak dalam Tubuh.....	51
E. Sumber makanan.....	52
F. Akibat Kekurangan dan Kelebihan.....	53
PROSES PENCERNAAN, ABSORPSI DAN METABOLISME.....	59
A. Proses Pencernaan dalam Tubuh.....	59
B. Saluran Pencernaan.....	60
C. Organ Pencernaan.....	64
E. Absorpsi Zat Gizi.....	68
F. Metabolisme Zat Gizi.....	71
ENERGI.....	81
A. Pengertian Energi dan Panas.....	81
B. Energi Makanan.....	83
C. Energi Basal Metabolisme.....	83
b. Menghitung Energi Basal Metabolisme.....	85
D. Kebutuhan Energi Total.....	87
E. Faktor –Faktor yang Berhubungan dengan Kebutuhan Energi.....	88

F. Keseimbangan Energi	89
AIR	94
A. Pengertian Air	94
B. Kebutuhan Air	96
C. Sumber Air	97
D. Fungsi Air	98
E. Akibat Kekurangan dan Kelebihan Konsumsi Air	102
VITAMIN LARUT LEMAK	107
A. Pendahuluan	108
B. Klasifikasi/Penggolongan Vitamin	111
C. Fungsi	114
D. Penyerapan dan Metabolisme Vitamin	116
E. Sumber bahan makanan	121
F. Akibat Kekurangan dan Kelebihan Vitamin Larut Lemak	125
VITAMIN LARUT AIR	135
A. Pendahuluan	136
B. Klasifikasi/Penggolongan Vitamin Larut Air	137
B. Fungsi	145
C. Penyerapan dan Metabolisme Vitamin	146
D. Sumber bahan makanan	150
E. Akibat Kekurangan dan Kelebihan Vitamin Larut Air	153
MINERAL MAKRO	164
A. Pendahuluan	165
B. Fungsi Mineral Makro	166
C. Sumber Mineral Makro	166
D. Pengelompokan Mineral	167
MINERAL MIKRO	181
A. Pendahuluan	181
B. Fungsi Mineral Mikro	182
C. Sumber Mineral Mikro	183
D. Pengelompokan, Peran bagi Tubuh Manusia, Sumber dalam Bahan Makanan dan Akibat Kelebihan serta Kekurangan Konsumsi Mineral Mikro	183
KELOMPOK RENTAN GIZI	205
A. Definisi kelompok Rentan Gizi	206
DAFTAR PUSTAKA	236

DESKRIPSI SINGKAT

Buku ajar “Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat” membahas berbagai materi tentang zat-zat gizi yang ada dalam makanan, pengelompokan zat gizi dan fungsi masing-masing zat gizi tersebut bagi tubuh manusia. Kemudian dibahas sumber zat gizi tersebut dalam makanan dan dampak yang muncul akibat kekurangan dan kelebihan dari mengkonsumsi zat gizi tersebut.

Proses makanan dicerna dalam tubuh selanjutnya mengalami proses absorpsi dan metabolisme menghasilkan energi termasuk materi yang dibahas dalam buku ini. Selain itu, bagaimana cara menghitung secara sederhana kebutuhan energi setiap individu juga dijelaskan di dalam buku ini. Pada bagian terakhir buku ini, dibahas secara singkat tentang kelompok rentan gizi, fisiologis, permasalahan masing-masing kelompok dan kebutuhan gizi masing-masing kelompok rentan tersebut.

**PETUNJUK BAGI MAHASISWA
UNTUK MEMPELAJARI BUKU AJAR**

Mata Kuliah : Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat

Kode Mata Kuliah : SGM342

Waktu : 100 menit/setiap kali pertemuan
/16 kali pertemuan

PERSIAPAN

1. Mahasiswa terlebih dahulu memahami materi-materi yang akan dibahas di perkuliahan seperti yang tercantum dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS).
2. Mencari dan menelusuri referensi terkait
3. Membaca referensi yang terkait.

PENILAIAN

1. Dilihat dari nilai ujian tengah semester
2. Dilihat dari nilai ujian akhir semester
3. Pembuatan dan presentasi makalah

**PETUNJUK BAGI DOSEN
UNTUK MEMPELAJARI BUKU AJAR**

Mata Kuliah : Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat

Kode Mata Kuliah : SGM342

Waktu : 100 menit/setiap kali pertemuan/
16 kali pertemuan

PERSIAPAN

1. Mahasiswa terlebih dahulu memahami materi-materi yang akan dibahas di perkuliahan seperti yang tercantum dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS).
2. Mencari dan menelusuri referensi terkait.
3. Membaca referensi yang terkait.

PELAKSANAAN

1. Dosen menjelaskan RPS pada pertemuan pertama perkuliahan
2. Penyampaian materi sebanyak 14 kali, masing-masing pertemuan disertai dengan kegiatan tanya jawab untuk mengetahui pemahaman mahasiswa
3. Di akhir pertemuan kuliah diberikan latihan, berdiskusi secara berkelompok membahas isu-isu terkini terkait dengan materi yang diberikan.

PENILAIAN

1. Dilihat dari nilai ujian tengah semester
2. Dilihat dari nilai ujian akhir semester
3. Pembuatan dan presentasi makalah

KARBOHIDRAT

Deskripsi Bab :

Pada bab ini membahas tentang karbohidrat mencakup jenis-jenis, sumber makanan sumber karbohidrat, fungsinya bagi tubuh manusia dan akibat kekurangan serta kelebihan konsumsi makanan sumber karbohidrat

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis-jenis karbohidrat, sumber makanan yang mengandung karbohidrat, fungsinya di dalam tubuh dan mampu mengidentifikasi akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi karbohidrat bagi tubuh manusia

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai jenis-jenis karbohidrat, sumber makanan yang mengandung karbohidrat, fungsinya di dalam tubuh dan mampu mengidentifikasi akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi karbohidrat bagi tubuh manusia

Pendahuluan

Setiap makanan yang dikonsumsi manusia mengandung zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Karbohidrat sebagai salah satu sumber

energi utama bagi tubuh merupakan zat makanan yang paling cepat menyuplai bahan bakar tubuh, sehingga jika seseorang dalam kondisi lapar, maka makanan yang dipilih pertama kali untuk mengatasi rasa lapar adalah makanan yang mengandung sumber karbohidrat. Alasan makanan yang mengandung karbohidrat dipilih sebagai sumber energi utama selain karena aspek kepraktisannya yaitu relatif murah, mudah diperoleh dan mudah disimpan. Selain itu dari segi biologis, zat gizi tersebut sangat esensial menyediakan bahan dasar untuk proses-proses penting metabolisme dalam tubuh.

Karbohidrat berasal dari kata hidrat karbon (*hydrate of carbon*) atau lebih dikenal dengan hidrat arang atau sakarida (dari bahasa Yunani *sakcharon* yang berarti gula). Karbohidrat adalah zat gizi berupa senyawa organik yang terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang digunakan sebagai bahan bakar pembentuk energi.

Di dalam tumbuh-tumbuhan, karbohidrat dibentuk dari hasil reaksi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk pati atau selulosa. Sementara itu, karbohidrat pada hewan atau binatang disintesis dari lipid gliserol dan asam amino, tetapi derivat karbohidrat yang digunakan oleh hewan diambil dari tumbuhan.

Susunan Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa karbon yang terdiri dari sejumlah besar gugus hidroksil. Karbohidrat sederhana dapat berupa aldehid (disebut juga polihidroksialdehid atau aldosa) atau berupa keton (disebut juga polihidroksiketon atau ketosa).

Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama sekelompok zat-zat organik yang mempunyai struktur molekul berbeda-beda, meskipun terdapat persamaan-persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Semua karbohidrat tersusun dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O), dengan rasio secara berurutan 1 : 2 :1. Rumus kimia karbohidrat dapat ditulis sebagai berikut :



Berdasarkan rumus tersebut, n merupakan jumlah (kali) dari rasio. Sebagai contoh, formula glukosa adalah $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ atau $(\text{CH}_2\text{O})_6$. Rumus tersebut juga memberikan makna bahwa zat karbon yang diikat oleh air dengan proses dehidrasi, sehingga diberi nama karbohidrat.

Klasifikasi Karbohidrat

Karbohidrat dapat diklasifikasikan dengan beberapa kategori yang berbeda. Berdasarkan struktur molekul kimianya, karbohidrat dapat berbentuk karbohidrat sederhana (monomerik dan dimerik) maupun karbohidrat kompleks (polimerik). Sedangkan berdasarkan sifat pencernaan atau sifat ketersediaannya (*availabilitas*), karbohidrat dibedakan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna.

Jenis karbohidrat dalam makanan berdasarkan struktur molekulnya diklasifikasikan menjadi monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Bentuk molekul karbohidrat yang paling sederhana disebut gula atau sakarida. Awalan seperti “*mono*” (satu), “*di*” (dua), “*tri*” (tiga), “*oligo*” (beberapa), dan “*poli*” (banyak)

mengacu pada jumlah gula yang berikatan, gula dalam bentuk gula tunggal (*single sugar*) dikenal dengan monosakarida, gula dalam bentuk ganda yakni disakarida, sedangkan gula dalam bentuk kompleks disebut polisakarida.

Berikut jenis-jenis karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks beserta penjelasan masing-masingnya :

1) **Monosakarida**

Monosakarida merupakan karbohidrat yang paling sederhana susunan molekulnya karena hanya terdiri dari satu unit polihidroksi aldehid atau keton (3-6 atom C). Penamaan kimia monosakarida selalu berakhiran -osa-. Berdasarkan jumlah atom karbon yang dimilikinya monosakarida digolongkan menjadi triosa (3-C), tetrosa (4-C), pentosa (5-C) dan heksosa (6-C). Zat ini tidak dapat lagi dihidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana lagi. Karena rasanya manis monosakarida disebut juga sebagai gula sederhana.

Dalam Ilmu Gizi terdapat tiga jenis monosakarida yang paling penting dan termasuk kedalam kelompok heksosa karena hanya kelompok ini yang dapat dicerna di dalam tubuh, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Ketiga monosakarida ini mengandung jenis dan jumlah atom yang sama yaitu 6 atom karbon, 12 atom hidrogen dan 6 atom oksigen, perbedaannya hanya terletak pada cara penyusunan atom-atom hidrogen dan oksigen disekitar atom atom karbon. Perbedaan dalam penyusunan atom inilah yang menyebabkan perbedaan dalam tingkat kemanisan, daya larut dan sifat lain ketiga monosakarida tersebut.

Glukosa disebut juga sebagai dekstrosa atau gula anggur. Jenis monosakarida ini merupakan gula yang terpenting dalam metabolisme tubuh karena merupakan produk utama yang dibentuk dari hidrolisis

karbohidrat kompleks dalam proses pencernaan, dan di dalam sel, glukosa dioksidasi untuk menghasilkan energi dan disimpan di dalam hati dan otot dalam bentuk glikogen. Karena hanya glukosa yang ditemukan di dalam plasma darah dan sel darah merah maka glukosa disebut juga sebagai gula darah. Glukosa yang terdapat di dalam darah berasal dari pemecahan glikogen dari makanan yang dikonsumsi. Sumber glukosa dapat diperoleh dari makanan ataupun hasil pencernaan. Bahan makanan yang mengandung glukosa seperti buah-buahan, sayuran, jagung (jagung manis), sari pohon dan sejumlah akar serta madu. Dari hasil pencernaan glukosa diperoleh dari pati melalui proses pemecahan pati menjadi dextrin kemudian dengan bantuan enzim menjadi maltosa hingga akhirnya menghasilkan glukosa. Glukosa dalam bentuk bebas hanya terdapat dalam jumlah terbatas dalam bahan makanan. Tingkat kemanisan glukosa hanya separuh dari sukrosa, sehingga dapat digunakan lebih banyak untuk tingkat kemanisan yang sama.

Fruktosa atau yang memiliki nama lain livolosa atau gula buah merupakan gula yang termanis. Susunan atom dalam fruktosa merangsang jonjot kecap pada lidah sehingga menimbulkan rasa manis. Gula ini terdapat di dalam madu bersama dengan glukosa, buah-buahan, nektar bunga, dan juga dalam sayuran.

Galaktosa merupakan gula khusus yang tidak terdapat dalam bentuk bebas di alam, tetapi terdapat dalam bahan hewani yaitu air susu. Gula dari jenis ini diproduksi dari laktosa (gula dalam susu) dengan cara dihidrolisis dalam proses pencernaan. Galaktosa juga merupakan komponen serebrosida, yaitu lemak turunan yang terdapat di dalam otak dan jaringan syaraf.

Monitol dan sorbitol merupakan alkohol heksahidrik yang merupakan turunan dari glukosa dan monosa dan memiliki taraf kemanisan yang sama dengan glukosa. Sorbitol dengan tingkat kemanisan yang sama dengan glukosa digunakan untuk membantu menurunkan berat badan karena sorbitol mempunyai nilai kalori yang sama dengan glukosa namun dengan laju penyerapan yang lambat sehingga sorbitol membantu mempertahankan kadar gula darah tinggi setelah makan sehingga dapat menunda rasa lapar. Sorbitol terdapat dalam buah-buahan, sayuran dan beberapa produk-produk diet.

2) **Disakarida**

Disakarida merupakan gabungan antara 2 molekul monosakarida yang dapat dihidrolisis oleh larutan asam dan air sehingga terurai menjadi 2 molekul monosakarida. Jenis disakarida yakni sukrosa, maltosa, dan laktosa. Sukrosa merupakan gabungan dari glukosa dan fruktosa; maltosa merupakan gabungan dari glukosa dan glukosa; sementara laktosa ialah gabungan dari glukosa dan galaktosa. Sukrosa dan maltosa terutama terdapat dalam bahan makanan nabati, sementara laktosa hanya dijumpai pada mamalia, yaitu dari jenis gula di dalam air susu, baik susu hewan atau susu manusia.

Sukrosa dikenal sebagai gula meja terdapat terutama dalam tebu, bit gula, molase dan sergum. Dalam usus halus, sukrosa dipecah (hidrolisis) menjadi fruktosa dan glukosa dengan perbandingan 50 : 50.

Maltosa tidak terdapat dalam bentuk bebas di alam. Maltosa dikenal sebagai gula malt atau gula biji kerana merupakan produk pencernaan pati dengan bantuan enzim diatase atau enzim yang diperoleh dari kecambah biji-bijian. Dalam usus halus, maltosa dipecah menjadi 2 molekul glukosa.

Laktosa merupakan gula utama yang terdapat dalam susu. Laktosa tidak terdapat dalam tanaman melainkan hanya dijumpai pada susu hewan dan susu ibu. Dengan gambaran, susu sapi mengandung 4-6% laktosa sedangkan Air Susu Ibu atau disingkat ASI mengandung 5-8% laktosa.

3) Oligosakarida

Oligosakarida merupakan gula yang mengandung 3-9 molekul gula sederhana.

4) Polisakarida

Polisakarida merupakan senyawa karbohidrat kompleks yang terdiri dari 3 atau lebih gabungan molekul-molekul monosakarida, baik yang bergabung dengan rantai lurus ataupun rantai cabang. Senyawa ini bisa dihidrolisis menjadi banyak molekul monosakarida. Contoh polisakarida yaitu amilum, dekstrin, glikogen dan selulosa.

Karbohidrat kompleks (polisakarida) terdiri dari beberapa gula sederhana (monosakarida) atau kumpulan unit-unit glukosa. Dalam bahan makanan nabati terdapat dua jenis polisakarida yang dapat dicerna (amilum dan dekstrin) dan tidak dapat dicerna (selulosa dan hemiselulosa). Sedangkan dalam bahan makanan hewani terdapat polisakarida yang dapat dicerna dengan sempurna (glikogen).

Pati merupakan karbohidrat yang tersimpan dalam tanaman dan terdapat dalam dua bentuk. yaitu amilosa (terdiri dari molekul-molekul glukosa dengan rantai panjang) dan amilopektin, meskipun dengan komposisi berbeda-beda. Pati terutama terdapat dalam biji-bijian, akar, sayuran, leguminosa, serta buah-buahan yang belum matang.

Dekstrin merupakan hasil antara pencernaan pati menjadi maltosa dan akhirnya menjadi glukosa. Dekstrin memiliki sifat lebih mudah larut dan lebih manis dari pada pati biasa, salah satu produk hasil degradasi pati adalah sirup jagung yang dibuat dari sari pati jagung.

Glikogen juga dikenal sebagai *animal starch* yang merupakan polisakarida dengan rantai bercabang-cabang yang menyerupai amilopektin. Glikogen tersimpan dalam hati dan jaringan otot, dalam keadaan normal terdapat 340 gram glikogen. Glikogen di dalam tubuh digunakan untuk menyuplai energi bagi jaringan tubuh. Glikogen hanya terdapat dalam bahan-bahan makanan hewani, itupun dalam jumlah yang sedikit.

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari banyak molekul glukosa dan molekul-molekul yang tidak bercabang dan menyuplai amilosa. Selulosa memiliki sifat tidak dapat dicerna, karena manusia tidak memiliki enzim yang cukup untuk menghidrolisis, tetapi hewan (ruminansia besar) dapat memanfaatkannya karena dalam rumen terdapat bakteri yang dapat mencerna selulosa. Selulosa merupakan kerangka tanaman, banyak terdapat dalam buah-buahan, lapisan luar sayuran, tangkai daun, serta lapisan luar biji-bijian dan kacang-kacangan.

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari banyak molekul, hemiselulosa sedikit berbeda dengan selulosa yaitu terdiri dari heksosa, pentosa dan bentuk-bentuk asam dari kedua komponen tersebut. Hemiselulosa dapat dipecah dalam larutan asam, diantaranya pektin dan agar-agar. Pektin terutama terdapat dalam buah-buahan matang dan biji-bijian buah, sedangkan agar-agar diekstraksi dari rumput laut dan bisa digunakan untuk mengentalkan viskositas larutan.

Serat Makanan (*Fiber*)

Karbohidrat tidak hanya dibedakan berdasarkan struktur molekul, tapi juga dapat dibedakan berdasarkan sifat pencernaan. Secara umum, karbohidrat dibedakan sebagai karbohidrat yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna. Salah satu zat non-gizi yang tidak dapat dicerna tetapi selalu dipertimbangkan kecukupannya dalam menu sehari-hari adalah serat. Konsumsi serat makanan dapat berfungsi membantu memindahkan makanan dalam saluran pencernaan dari lambung ke anus.

Serat makanan dikenal juga dengan nama *fiber*. Serat makanan merupakan kelompok karbohidrat yang struktur kimianya sangat kompleks dan merupakan bagian tanaman yang dapat dimakan. Komponen serat meliputi polisakarida, oligosakarida, lignin, dan senyawa lain dengan proporsi terbesar adalah polisakarida dan selulosa. Berdasarkan karakteristik kimia, fisik, dan fungsionalnya, secara umum serat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu serat larut dan tidak larut dalam air. Serat makanan yang larut air meliputi gum, pektin, sebagian hemiselulosa dan oligosakarida (bermacam-macam frukto dan galakto-oligosakarida, dan sebagian gula alkohol (sorbitol dan manitol). Sedangkan serat tidak larut meliputi selulosa, lignin dan sebagian besar hemiselulosa.

Fungsi Karbohidrat

Di dalam tubuh, karbohidrat memiliki peranan penting yaitu sebagai salah satu sumber energi. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna, memberikan volume kepada isi usus, dan rangsangan mekanis yang terjadi melancarkan gerakan peristaltik yang melancarkan aliran kimus (bubur makanan) melalui saluran pencernaan serta memudahkan defekasi (pembuangan tinja).

Karbohidrat mempunyai fungsi utama menyediakan kebutuhan energi tubuh. Namun fungsi karbohidrat bukan hanya sebagai sumber energi tetapi juga memiliki fungsi lain dalam keberlangsungan proses metabolisme dalam tubuh. Beberapa fungsi karbohidrat dalam metabolisme tubuh diuraikan berikut ini;

1. Penyedia energi utama. Karbohidrat sebagai sumber energi yang paling murah dibandingkan zat gizi lain. Setiap 1 gram karbohidrat menghasilkan 4 kkal energi.
2. Pengatur metabolisme lemak. Karbohidrat dapat berfungsi sebagai *fat sparer*. Keberadaan karbohidrat dapat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna. Kondisi ini terjadi apabila energi yang tersedia di dalam tubuh tidak mencukupi, mengakibatkan pemecahan lemak hingga terjadi penumpukan badan-badan keton dan keasaman pada darah (asidosis).
3. Penghemat protein. Karbohidrat juga dapat menjadi *protein sparer*. Protein didalam tubuh mempunyai fungsi utama sebagai zat pembangun jaringan tubuh, agar fungsi tersebut terjaga, kebutuhan karbohidrat harus dipenuhi dari asupan sehari-hari. Pemenuhan energi merupakan kebutuhan utama dan pertama bagi tubuh sehingga apabila kebutuhan energi tidak terpenuhi dari karbohidrat, protein akan dipecah untuk menghasilkan energi. Dengan demikian keberadaan karbohidrat dapat menyelamatkan protein untuk fungsi utamanya daripada untuk penghasil energi.
4. Penyuplai energi otak dan syaraf. Glukosa merupakan satu-satunya sumber energi utama bagi otak dan susunan syaraf. Otak dan jaringan syaraf sangat tergantung pada glukosa untuk memenuhi kebutuhan energi sehingga ketersediaan glukosa harus tetap terjaga

bagi kesehatan jaringan tubuh dan organ. Dalam keadaan normal (tidak lapar) otak dan susunan syaraf membutuhkan sekitar 150 gr glukosa setiap hari. Apabila glukosa darah turun jauh diambang normal, akan merasa pusing dan kepala terasa ringan.

5. Penyimpanan glikogen. Glikogen merupakan bentuk simpanan karbohidrat yang merupakan sumber utama glukosa dan energi yang terdapat dalam sebagian besar sel. Glikogen yang terdapat dalam hati dan otot merupakan simpanan energi dan glukosa darah yang mudah dimobilisasi. Glikogen dalam otot digunakan secara langsung untuk mencukupi kebutuhan energi sedangkan di hati glikogen memiliki fungsi yang berbeda. Glikogen hati merupakan sumber glukosa yang pertama dan segera dibawa oleh darah ke jaringan-jaringan tubuh untuk dimanfaatkan dan memperhankan kadar glukosa darah.
6. Pengatur peristaltik usus dan pemberi muatan sisa makanan. Serat (selulosa dan hemiselulosa) merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna, tetapi berfungsi penting bagi kesehatan, yaitu mengatur peristaltik usus (gerakan usus yang teratur) dan mencegah terjadi konstipasi (kesulitan buang air besar). Selulosa menyediakan bahan sisa dan tidak dapat dicerna yang dapat meningkatkan efisiensi kerja saluran usus, sedangkan hemiselulosa dapat memberi dan menyerap air dalam usus besar sehingga memperbesar volume pukal yang dapat berperan sebagai laksatif.
7. Membantu metabolisme lemak dan protein dengan demikian dapat mencegah terjadinya ketosis dan pemecahan protein yang berlebihan.
8. Di dalam hepar berfungsi untuk detoksifikasi zat-zat toksik tertentu.

9. Beberapa jenis karbohidrat mempunyai fungsi khusus di dalam tubuh. Laktosa misalnya berfungsi membantu penyerapan kalsium. Ribosa merupakan komponen yang penting dalam asam nukleat. Selain itu beberapa golongan karbohidrat yang tidak dapat dicerna, mengandung serat (*dietary fiber*) berguna untuk pencernaan, kemudian memperlancar defekasi.
10. Selain fungsinya dalam metabolisme tubuh, keberabadaan karbohidrat dalam makanan menentukan karakteristik cita rasa bahan pangan, di antaranya; rasa, yaitu rasa manis pada makanan karena keberadaan gula, memberi aroma dan bentuk yang khas pada makanan, memberikan warna, pelembut tekstur dan tampilan makanan

Pencernaan, Penyerapan, dan Ekskresi dan Metabolisme Karbohidrat

Makanan yang telah dimakan dicerna terlebih melalui sistem pencernaan mulai dari mulut hingga rektum dan anus, tempat keluarnya sisa-sisa makanan yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh. Dalam saluran cerna karbohidrat kompleks diubah menjadi karbohidrat sederhana yaitu monosakarida dengan adanya peran dari enzim.

Proses pencernaan karbohidrat berawal di dalam mulut. Setelah makanan masuk ke dalam mulut mulai terjadi proses perubahan pati (polisakarida) menjadi unit-unit yang lebih kecil dan sebagian menjadi disakarida melalui proses mastikasi yaitu dengan digigit dan dikunyah menjadi bolus. Makanan yang di dalam mulut akan bercampur dengan air ludah saliva yang mengandung enzim ptialin. Enzim ptialin akan memecah zat pati dan dekstrin yang diuraikan lebih sederhana menjadi

maltosa. Proses tersebut akan berlangsung hingga bolus makanan melalui esofagus dan masuk ke dalam labung. Lambung merupakan tempat berhentinya kerja enzim amilase- α oleh PH asam, yang menyebabkan denaturasi enzim sehingga aktivitas enzim mulai digantikan oleh cairan asam lambung. Proses pencernaan berlanjut sewaktu makanan berpindah masuk dari lambung ke dalam usus halus bagian atas (*duodenum*). Enzim pada usus halus (maltase, sukrase, dan laktase) memecah disakarida sukrosa, maltosa dan laktosa menjadi monosakarida glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa, fruktosa dan galaktosa diserap di usus halus untuk di edarkan ke seluruh tubuh. Masuknya glukosa ke dalam darah akan meningkatkan kadar glukosa darah. Kelebihan glukosa dalam darah akan menyebabkan peningkatan pengambilan glukosa oleh hati, otot dan jaringan lemak untuk disimpan dalam bentuk glikogen.

Serat dalam makanan tidak dapat dicerna secara enzimatik oleh enzim pencernaan manusia sehingga tidak langsung dapat berfungsi sebagai sumber zat gizi. Serat ini nantinya akan diurai oleh beberapa flora bakteri usus kemudian membebaskan produk tersebut ke dalam lumen usus hingga akhirnya dapat diserap dan berkontribusi menghasilkan kalori sebagai energi.

Sumber Bahan Makanan dan Kebutuhan Karbohidrat

Dalam bahan makanan sumber karbohidrat lebih banyak ditemukan pada bahan nabati dan hanya sedikit saja yang dapat ditemukan dalam bahan makanan hewani. Karbohidrat sumber nabati umumnya berasal dari tumbuhan seperti biji, batang, dan akar. Sementara itu karbohidrat sumber hewani terdapat dalam otot (daging) dan hati dalam bentuk glikogen, namun jumlah karbohidrat akan berkurang di

dalam otot atau hati jika hewan tersebut mati karena glikogennya akan mengalami penguraian.

Bahan makanan pokok merupakan sumber utama karbohidrat. Bahan makanan pokok yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia dapat berupa beras, gandum, serelia, jagung, kentang, sagu, tepung dan sebagainya (Hutagalung, 2004). Selain bahan makanan pokok tersebut, bahan makanan seperti kacang-kacangan juga banyak mengandung karbohidrat kemudian buah-buahan seperti pisang, durian, nangka juga banyak mengandung karbohidrat. Beberapa jenis bahan makanan dan jumlah karbohidrat yang terkandung didalamnya dalam gram per 100 bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut;

Tabel 1. Bahan Makanan Sumber Karbohidrat

Bahan Makanan	KH.. gr/100 bahan	Bahan Makanan	KH.. gr/100 bahan
Beras	76 – 80	Ayam	0
Singkong	35	Daging sapi	0
Gaplek	81	Hati sapi	6
Ubi Rambat	28	Telur ayam	1
Jagung	64 – 74	Telur bebek	1
Kentang	19	Ikan bandeng	0
Gandum	77	Ikan Gabus	0
Sagu	85	Kepiting	14
Kacang hijau	63	Bayam	6
Kacang kedelei	35	Daun singkong	13
Kacang tanah	43	Kangkung	5
Oncom	23	Pisang	23
Tapioka	88	Papaya	12
Sawo	22	Durian	28
Salak	21	Nangka	28

Bahan makanan sumber karbohidrat dapat dilihat pada Gambar 1 berikut;



Gambar 1. Bahan Makanan Sumber Karbohidrat

Sumber : *American Heart Association*

Kebutuhan karbohidrat menurut WHO/FAO adalah berkisar antara 55% hingga 75% dari total konsumsi energi yang berasal dari beragam bahan makanan, diutamakan karbohidrat kompleks dan sekitar 10% karbohidrat sederhana. Jumlah minimum karbohidrat yang dibutuhkan untuk menghindari ketosis diperkirakan sekitar 50 gr/hari. Kebutuhan harian glukosa bagi tubuh seseorang ialah 180 gr/hari karena glukosa merupakan sumber energi esensial untuk otak, sel darah merah, dan medula ginjal. Dengan perkiraan 130 gr/hari dapat diproduksi di dalam tubuh dari sumber non karbohidrat melalui glukoneogenesis, sedangkan 50 gr/hari dari asupan. Sementara itu kebutuhan kehamilan dan laktasi minimum ialah 100 gr/hari.

Penetapan kebutuhan serat (*fiber*) sehari di berbagai negara cukup bervariasi dengan berbagai pertimbangan, baik pada literatur ilmiah maupun media populer, serta tidak ada anjuran khusus untuk mengonsumsi serat. Lembaga Kanker Amerika menganjurkan konsumsi

serat sebesar 20 hingga 30 gram sehari, sedangkan rekomendasi lain yang lebih tinggi menganjurkan konsumsi serat sebesar 40 gram sehari (Tanton 1994) dengan pertimbangan *peak performance* (daya guna) yang optimal. Kemudian, spesifik rekomendasi untuk wanita dewasa sebesar 25gr/hari dan 38 gr/hari untuk laki-laki dewasa (Wardlaw & Hampl, 2007) dengan alasan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular.

Akibat Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat

Manusia membutuhkan karbohidrat dalam jumlah tertentu setiap harinya. Walaupun tubuh tidak membutuhkan dalam jumlah yang khusus, kekurangan karbohidrat yang sangat parah akan menimbulkan masalah. Oleh karena itu, diperlukan sekitar 2 gram karbohidrat per Kg berat badan setiap hari untuk mencegah terjadinya ketosis, yaitu menyebabkan pemecahan dari jaringan otot untuk menghasilkan energi. Gejala yang timbul akibat asupan karbohidrat yang rendah adalah *fatigue*, dehidrasi, mual, nafsu makan berkurang, dan tekanan darah kadang-kadang turun dengan mendadak sewaktu bangkit dari posisi berbaring (hipotensi ortostatik).

Kelebihan karbohidrat juga memberikan dampak yang tidak baik untuk tubuh. Karbohidrat yang berlebih di dalam tubuh akan diubah menjadi lemak. Perubahan ini terjadi di dalam hati. Lemak ini kemudian dibawa ke sel-sel lemak yang dapat menyimpan lemak dalam jumlah tidak terbatas. Di dalam tubuh, karbohidrat yang sudah diubah menjadi glukosa tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi utama. Glukosa juga akan berfungsi sebagai sumber energi bagi sistem syaraf pusat. Konsumsi karbohidrat secara berlebihan juga akan berdampak pada kesehatan. Dampak kelebihan karbohidrat adalah obesitas dan Diabetes

Mellitus (DM). Berikut dibahas mengenai hubungan karbohidrat, spesifik serat dengan berbagai kondisi gizi atau kondisi kesehatan.

1. Karbohidrat dan KEP

Kurang energi protein (KEP) merupakan masalah gizi utama yang masih sering terjadi, terutama pada usia anak-anak dan kelompok rawan gizi lainnya. Keadaan kurang gizi tersebut terjadi karena rendahnya konsumsi energi dan protein dalam makanan sehari-hari sehingga tidak memenuhi kecukupan energi. Defisiensi energi tingkat berat yang dikenal dengan sebutan marasmus, ditandai dengan beberapa gejala, antara lain; tampak kurus, wajah seperti orang tua, cengeng, rewel, kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat sedikit dan sering kali disertai penyakit infeksi (kronis berulang) diare.

2. Karbohidrat dan Obesitas

Obesitas merupakan penyakit kronis dengan ciri-ciri timbunan lemak tubuh yang berlebihan, dengan tingkat kelebihan berat badan lebih dari 20% berat normal. Obesitas seperti obesitas sentral dapat juga dinilai dengan lingkar perut dengan gambaran, apabila lingkar perut lebih dari 90 cm pada laki-laki dan 80 cm pada perempuan. Kelebihan berat badan dan obesitas disebabkan adanya ketidakseimbangan antara konsumsi energi dan kebutuhan. Salah satu sumber utama energi adalah dari karbohidrat. Konsumsi energi yang berlebihan disimpan dalam jaringan subkutan maupun jaringan tirai usus.

Pada wanita, tempat khusus timbunan lemak pada dada, pinggul, dan pantat, sedangkan timbunan jaringan lemak subkutan mudah terlihat pada daerah dinding perut. Obesitas juga merupakan indikator risiko terhadap beberapa penyakit (morbiditas) dan kematian (mortalitas).

Selain meningkatkan risiko morbiditas dan mortalitas serta harapan hidup lebih pendek, penderita obesitas lebih berisiko menderita beberapa penyakit terkait metabolisme seperti; kardiovaskuler, hipertensi, diabetes mellitus dan penyakit jantung.

3. Karbohidrat dan Diabetes Mellitus (DM)

Diabetes merupakan penyakit metabolik yang terkait dengan metabolisme karbohidrat sederhana jenis glukosa. Penyakit diabetes ini ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah (gula darah), terutama setelah makan karena kurangnya produksi insulin atau ketidakmampuan beberapa sel menggunakan insulin. Insulin bertugas mengatur kemampuan glukosa untuk masuk ke dalam sel target dan sel umum. Apabila terjadi defisiensi insulin glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel sehingga konsentrasi glukosa tinggi di luar sel termasuk dalam cairan darah. Diabetes mellitus terdiri dari 2 (dua) tipe, yaitu; DM tipe 1 dan DM tipe 2 yang memiliki gejala relatif mirip. Untuk mengontrol kadar gula darah, diperlukan diet DM, yaitu menyeimbangkan asupan makanan dengan obat penurun glukosa oral ataupun insulin dan aktivitas fisik untuk mencapai kadar gula darah normal serta mencapai dan mempertahankan kadar lipid normal.

4. Karbohidrat dan Intoleran Laktosa

Penyakit ini terjadi karena adanya gangguan metabolisme laktosa. Laktosa merupakan karbohidrat utama yang terdapat di dalam susu. Laktosa merupakan disakarida yang oleh enzim laktase dipecah menjadi glukosa dan galaktosa. Pada penderita intoleran laktosa, kondisi intoleransi terjadi karena defisiensi enzim laktase pada *brush border* usus kecil sehingga laktosa tidak dapat dicerna dan diserap, serta menumpuk

di dalam saluran pencernaan yang menjadi media bakteri intestin penghasil gas metan dan bertindak sebagai laksasia (pencahar) sehingga menimbulkan diare. Penyakit ini bersifat keturunan sejak bayi atau terjadi saat dewasa karena adaptasi tubuh. Tetapi dengan mengonsumsi susu rendah laktosa atau mengganti dengan susu lain seperti susu kedelai atau kacang-kacangan lain adalah solusinya.

5. Karbohidrat dan Karies Gigi

Karies gigi terjadi karena etiologi yang kompleks. Karies gigi adalah kerusakan email gigi yang parah dan merupakan penyakit kronis yang paling umum terjadi pada anak. Karies ditandai dengan adanya lubang pada jaringan keras gigi dan dapat berwarna coklat atau hitam. Beban karies gigi berlangsung seumur hidup, karena gigi yang sudah terkena karies tidak akan kembali seperti normal seperti sedia kala, dan membutuhkan perawatan sepanjang hidup.

Dampak fisik karies gigi pada balita antara lain rasa sakit, kemampuan berbicara, mengunyah, merasakan makanan, serta dampak psikologis gangguan tidur. Keterkaitan karbohidrat dengan kejadian karies gigi berkaitan dengan pembentukan plak. Plak terjadi karena adanya sisa-sisa makanan terutama sisa-sisa makanan yang mengandung pati, dan gula (Indeks Glikemik atau IG tinggi) yang melekat di gigi yang ditumbuhi bakteri yang mengubah glukosa menjadi asam. Beberapa penelitian menunjukkan terdapat hubungan IG dengan rendahnya pH (keasaman rongga perut), dan plak yaitu kebiasaan mengonsumsi karbohidrat dengan IG tinggi lebih berisiko dari pada IG rendah. Penurunan pH 4,5 dapat menyebabkan terlarutnya struktur email gigi, dan

jika berlangsung lama, dan akan menyebabkan kerusakan email gigi hingga akhirnya terjadi karies gigi.

6. Serat dan Pencegahan Penyakit

Makanan yang mengandung pati mempunyai keuntungan tambahan karena keberadaan serat. Serat (terutama terlarut) banyak ditemukan pada buah, beberapa jenis kacang-kacangan dan biji-bijian, sedangkan yang tak larut banyak terdapat di sayuran. Sifat fisik yang terdapat pada serat yakni, mengendalikan air, mengendalikan kekentalan, berpengaruh pada proses fermentasi, mengikat empedu dan mempunyai kapasitas mengendalikan muatan kation. Disamping itu, serat memiliki sifat berupa respon fisiologi yang menguntungkan yaitu menurunkan konsentrasi plasma kolesterol, memodifikasi respon glikemik, memperbaiki fungsi usus besar (kolon) dan menurunkan nilai gizi yang tersedia.

Dengan mengonsumsi serat antara 27 hingga 40 gram per hari akan dapat membantu memelihara kesehatan, terutama sistem pencernaan, serta dapat mencegah kejadian penyakit seperti apendisitis, konstipasi, hemoroid, kanker kolon, penyakit jantung dan arteri, serta memperbaiki glukosa darah.

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas hubungan konsumsi makanan sumber karbohidrat secara berlebihan dengan risiko penyakit.

RINGKASAN

Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi makro yang dibutuhkan oleh tubuh sebagai sumber energi utama. Makanan yang mengandung karbohidrat dapat diperoleh dari bahan makanan pokok yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia seperti beras, gandum, serelia, jagung, kentang, sagu, tepung dan produk olahan seperti roti. Karbohidrat yang dikonsumsi secara berlebihan terutama karbohidrat sederhana dapat memicu terjadinya gizi lebih bahkan obes yang merupakan faktor risiko terjadinya penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas !

- a) Sebutkan jenis-jenis karbohidrat dan sumber dalam bahan makanan !
- b) Jelaskan risiko yang ditimbulkan apabila seseorang mengkonsumsi karbohidrat dalam jumlah berlebihan !

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi terutama tentang pengolahan bahan makanan sumber karbohidrat.

3. Daftar Pustaka

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health*. 1994 May;108(3):195–201.
- Oxford University Press. 2005. Oxford Learner's Pocket Dictionary. 4th ed.

- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Sudargo, T., LM, H. F., Rosiyani, F., & Kusmayanti, N. A. 2014. Pola Makan dan Obesitas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.
- World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

ASI	Air Susu Ibu
DM	Diabetes Mellitus
IG	Indeks Glikemik
KEP	Kekurangan Energi Protein
Kkal	KiloKalori

5. Glosarium

Amilo Pektin	: sejenis pati yang tersusun dari rantai kimiawi bercabang unit-unit glukosa
Amilosa	: sejenis pati yang tersusun dari rantai kimiawi lurus unit-unit glukosa
Disakarida	: kelas gula yang dibentuk dari dua monosakarida
Fruktosa	: sebuah monosakarida dengan 6 karbon yang

dibentuk dari 5 atau 6 ikaan dengan oksigen

Galaktosa : monosakarida dengan 6 karbon, isomer glukosa dan terdapat dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa

Gula : karbohidra sederhana dengan komposisi kimia $(CH_2O)_n$

Indeks Glikemik : Angka yang mencerminkan kecepatan respon glukosa darah di dalam tubuh

PROTEIN

Deskripsi Bab :

Pada bab ini membahas tentang protein mencakup jenis-jenis, sumber makanan sumber protein, fungsinya bagi tubuh manusia dan akibat kekurangan serta kelebihan konsumsi makanan sumber protein

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis-jenis protein, sumber makanan yang mengandung protein, fungsi di dalam tubuh dan mampu mengidentifikasi akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi protein bagi tubuh manusia

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai jenis-jenis protein, sumber makanan yang mengandung protein, fungsinya di dalam tubuh dan mampu mengidentifikasi akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi protein bagi tubuh manusia

A. Pengertian

Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang penting bagi kehidupan manusia selain karbohidrat dan lemak. Protein dikaitkan dengan berbagai bentuk kehidupan, salah satunya adalah enzim yang

dibuat dari protein. Tidak ada kehidupan tanpa adanya enzim yang terdapat dalam berbagai jenis dan fungsi yang berbeda di dalam tubuh manusia.

Istilah protein berasal dari bahasa Yunani *proteos* yang berarti “yang utama” atau “yang didahulukan”, kata ini diperkenalkan oleh seorang ahli kimia Belanda, Geraldus Mulder (1802-1880) karena ia berpendapat bahwa protein merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air.

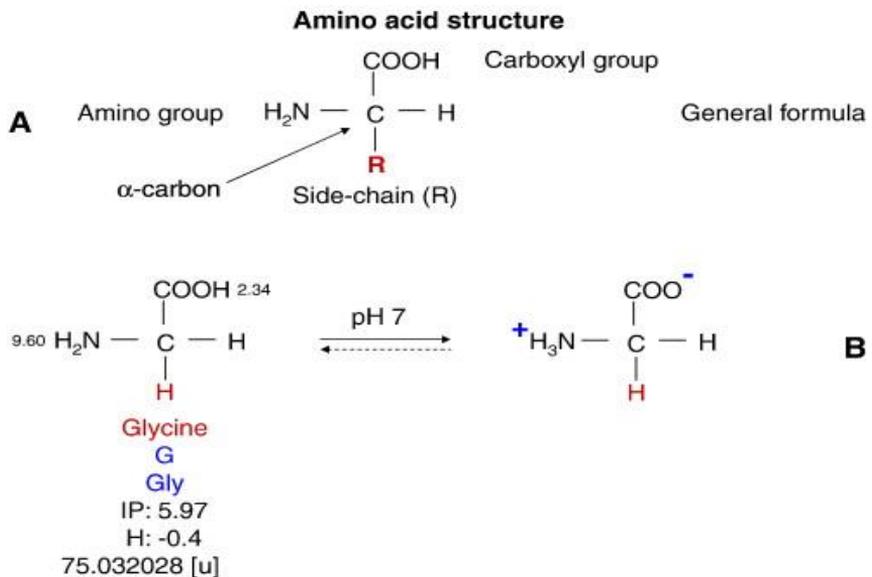
Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh adalah protein, setengahnya ada di dalam otot, seperlima di dalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Semua enzim, berbagai hormon, pengangkut zat-zat gizi dan darah, matriks intraseluler dan sebagainya adalah protein. Disamping itu, asam amino yang membentuk protein yang bertindak sebagai *precursor* sebagian berasal dari koenzim, hormon dan asam nukleat, dan molekul-molekul yang esensial untuk kehidupan. Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh gizi lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel jaringan tubuh.

B. Susunan

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur karbon, hydrogen, oksigen, dan nitrogen, beberapa asam amino disamping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, iodium dan kobalt. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di

dalam karbohidrat dan lemak. Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein.

Protein merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari asam-asam amino yang diikat satu sama lain dengan ikatan peptida. Asam amino sendiri terdiri dari rantai karbon (R= rantai cabang), atom hidrogen, gugus karboksilat (COOH), kadang-kadang gugus hidroksil (OH), belerang (S), serta gugus amino (NH₂). Struktur protein dapat dilihat pada Gambar 2 berikut;



Gambar 2. Struktur Asam Amino

Sumber : RainerBischoff^a, HartmutSchlüter dalam *Journal of Proteomics*, Volume 75, Issue 8, 18 April 2012

Satu molekul protein dapat terdiri dari 12 sampai 20 macam asam amino; dan jumlah setiap macam asam amino tersebut dapat mencapai ratusan buah. Setiap macam asam amino dihubungkan dengan ikatan

peptida membentuk peptide. Karena jumlah peptida tersebut sangat banyak maka protein sering kali disebut sebagai polipeptida. Macam, jumlah, dan susunan asam amino dalam suatu protein menentukan sifat-sifat protein tersebut.

Ada beberapa cara pengelompokan asam amino. Ada empat kelas pengelompokan asam amino, yaitu non-polar, polar, asam, dan basa. Berdasarkan bentuk dan kemampuan fisik, asam amino dapat pula dibagi ke dalam subkelompok fungsional. Asam amino dapat dikelompokkan ke dalam asam amino netral, mengandung sulfur, siklik, aromatik, basa, dan asam. Yang termasuk asam amino netral adalah glisin, analin, yalin, leusin, isoleusin, serin, dan treonin. Sedangkan yang termasuk asam amino yang mengandung sulfur sistein dan metionin. Prolin merupakan asam amino siklik. Yang termasuk asam amino aromatik adalah fenilalanin, tirosin, triptofan, dan histidin. Sedangkan yang termasuk asam amino basa adalah lisin, ornitinin, dan arginin. Terakhir, asam glutamat, glutamin, asam aspartat, dan asparagin termasuk kelompok asam amino asam.

Dari segi gizi, asam amino sering dikelompokkan menjadi asam amino, esensial, non-esensial, dan esensial bersyarat. Dari 20 jenis asam amino terdapat 9 jenis asam amino yang dapat disintesis di dalam tubuh dari asam amino lainnya atau prekursor. Asam amino kelompok ini disebut asam amino non-esensial. Kekurangan asam amino ini dalam diet atau makanan sehari-hari tidak mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan. Selain itu, ada 9 jenis asam amino yang tidak diketahui mekanisme sintesisnya didalam tubuh manusia sehingga disebut esensial dan harus disediakan dari diet atau makanan sehari-hari. Kebutuhan asam amino histidin telah diketahui khususnya untuk bayi, tetapi mungkin

sebagian kecil histidin juga diperlukan untuk orang dewasa. Sampai saat ini, kebutuhan akan asam amino histidin belum terbukti untuk orang dewasa sehat.

Beberapa asam amino non-esensial mungkin menjadi esensial pada kondisi tertentu sehingga disebut kelompok asam amino esensial bersyarat. Kondisi tersebut adalah ketika sintesis menjadi terbatas atau ketersediaan prekursor tidak adekuat memenuhi kebutuhan tubuh. Selain 20 asam amino yang dapat dikenali oleh tRNA ketika membentuk menjadi protein, terdapat asam amino lain yang memiliki fungsi metabolik di dalam tubuh. Sebagai contoh adalah ornithin dan sitrulin yang berikatan dengan arginin melalui siklus urea. Karena tidak terdapat tRNA untuk mengkode asam amino kelompok ini, asam amino tersebut tidak dapat digunakan ketika protein yang mengandung asam amino ini dipecah.

C. Fungsi

Secara umum protein berfungsi antara lain untuk pertumbuhan, pembentukan komponen struktural, pengangkut dan penyimpan zat gizi, enzim, pembentukan antibodi, dan sumber energi. Berikut, penjelasan masing-masing fungsi dari protein bagi tubuh manusia;

1. Pertumbuhan dan Pembentukan Komponen Struktural serta Ikatan Esensial

Protein yang berasal dari makanan berfungsi menyediakan asam amino esensial untuk sintesis protein jaringan. Selain itu, protein juga menyediakan nitrogen (N dari gugus amin) untuk sintesis asam amino non-esensial, asam nukleat, proteoglikan, dan molekul lain yang diperlukan.

Komponen struktural yang dibentuk dari protein antara lain adalah matriks intrasel, otot, tulang, kuku, kulit, keratin, aktin, dan kolagen. Untuk pembentukan beberapa jenis jaringan tubuh diperlukan asam amino tertentu dalam jumlah besar. Sebagai contoh, rambut, kulit, dan kuku membutuhkan lebih banyak asam amino yang mengandung sulfur. Contoh lain adalah aktin yang menyediakan dan mendukung struktur sel yang dalam skala besar membuat tubuh bergerak. Sedangkan ikatan protein yang esensial antara lain adalah hemoglobin, bahan-bahan yang berperan dalam pengumpulan darah, dan fotoreseptor pada mata. Asam amino juga dapat menjadi prekursor produk non-protein, antara lain: triptofan sebagai prekursor niasin dan pengantar saraf serotonin, tirosin sebagai prekursor katekolamin, melanin, dan hormon tiroid.

2. Hormon dan Penyampai Pesan

Beberapa jenis hormon seperti insulin, epinefrin, dan hormon tiroid adalah protein. Hormon-hormon ini berfungsi sebagai katalisator atau membantu perubahan-perubahan biokimia yang terjadi di dalam tubuh. Hormon pertumbuhan adalah salah satu jenis hormon yang disebut juga sebagai protein penyampai pesan (*protein messenger*) yang berfungsi menyampaikan pesan untuk mengkoordinasi proses biologi diantara berbagai sel, jaringan dan organ yang berbeda.

3. Enzim

Berbagai jenis enzim yang membantu ribuan reaksi-reaksi biokimia yang terjadi didalam sel atau bertindak sebagai katalisator adalah protein. Sebagai contoh adalah fenilalanin hidroksilase yang merupakan enzim yang mengkonversi asam amino fenilalanin menjadi asam amino yang lain yaitu tirosin. Enzim juga dapat berfungsi

membantu pembentukan molekul baru dengan cara membaca informasi kode genetik yang disimpan di DNA.

4. Pembentukan Antibodi

Infeksi adalah salah satu faktor selain asupan energi dan zat gizi yang mempengaruhi status gizi seorang anak. Angka kematian anak dan stunting di Indonesia yang masih tinggi dipengaruhi juga oleh tingginya prevalensi penyakit infeksi, misalnya infeksi saluran pernapasan atas, TBC, dan diare. Kemampuan tubuh melawan penyakit infeksi bergantung dengan kemampuan tubuh menghasilkan antibodi yang akan memerangi mikroorganisme yang menyebabkan infeksi.

Antibodi adalah protein yang mengikat partikel-partikel asing berbahaya yang memasuki tubuh manusia, misalnya virus dan bakteri untuk melindungi tubuh dari pengaruh yang membahayakan kesehatan. Sebagai contoh adalah imunoglobulin G yang merupakan antibodi yang beredar di dalam darah dan mendeteksi partikel asing yang membahayakan kesehatan manusia.

5. Mengangkut dan Menyimpan Zat Gizi

Protein memegang peranan penting dalam mengangkut dan menyimpan zat-zat gizi di dalam tubuh. Protein pengikat-retinol atau *retinol binding protein* (RBP), transerin, dan lipoprotein adalah protein yang mengangkut vitamin A, zat besi, mangan, serta lipida. Protein pengangkut ini dapat mengangkut zat-zat gizi dari saluran cerna ke dalam darah, jaringan, dan sel di dalam tubuh. Sedangkan feritin adalah bentuk simpanan zat besi yang juga adalah protein. Feritin mengikat dan membawa atom dan molekul kecil lainnya di dalam sel dan di seluruh tubuh.

6. Mengatur Keseimbangan Air dan Asam Basa

Protein dapat membantu menjaga keseimbangan air di dalam tubuh dengan mengatur distribusi cairan secara tidak langsung. Adapun alasan mengapa protein dapat membantu mengatur distribusi cairan didalam tubuh adalah besarnya molekul protein dan daya tariknya terhadap air (hidrofilik). Keseimbangan antara asam dan basa juga dijaga oleh protein. Protein tubuh bertindak sebagai buffer dengan menjaga pH dalam keadaan konstan pada sebagian besar jaringan tubuh, yaitu pH netral atau sedikit alkali (pH 7,35-7,45).

7. Sumber Energi

Protein juga dapat berperan sebagai sumber energi disamping karbohidrat dan lemak. Dengan penjelasan, yaitu 1 gram protein dan 1 gram karbohidrat sama-sama menghasilkan 4 kilokalori atau kkal. Namun, protein relatif lebih mahal dilihat dari segi harga bahan makanan sumber protein serta proses metabolismenya.

Protein dapat menyediakan energi (Adenosin Trifosfat atau ATP) untuk aktivitas tubuh apabila konsumsi karbohidrat dan lemak kurang dari yang seharusnya. Namun tidak dianjurkan konsumsi protein dalam waktu yang lama sebagai pengganti karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi. Hal ini dikarenakan peran utama protein adalah untuk pertumbuhan atau membangun sel dan jaringan yang baru. Protein juga dapat menyediakan alanin dan asam amino lainnya untuk dikonversi menjadi glukosa atau glikogen dari rangka karbon atau katabolisme asam amino.

D. Penyerapan dan Metabolisme Protein

Sebagian kecil protein atau sekitar 10-20% mulai dicerna di lambung dan menghasilkan oligopeptida, polipeptida, dan asam amino. Semua protein dari makanan mula-mula masuk melalui usus, kemudian ke hati melalui aliran darah portal. Pencernaan protein dimulai dengan disekresinya pepsin, enzim proteolitik dari pankreas, dan mukosa usus halus. Enzim-enzim tersebut disekresi dalam bentuk tidak aktif yang kemudian diaktifkan dengan berbagai cara. Protein dipecah menjadi bentuk peptida yang lebih kecil dengan enzim proteolitik yang menargetkan asam amino tertentu. Ketika enzim tripsin sudah aktif, tripsin akan berikatan dengan protein pada posisi lisin atau arginin, kemudian memecah protein menjadi peptida dengan jumlah rantai karbon 2 hingga 20 atau menghasilkan lebih banyak asam amino. Adapun pepsin akan memecah protein dengan menargetkan posisi asam amino leusin dan fenilalanin.

Pada beberapa tumbuhan, misalnya kedelai, memiliki protein inhibitor atau penghambat yang terdenaturasi atau tidak berfungsi dalam keadaan dimasak. Pemberian makan tikus dengan kedelai mentah mengakibatkan hipertropi pankreas. Hal ini mungkin disebabkan oleh hipersekresi tripsin yang berikatan dengan protein kedelai, tetapi tidak dapat memecahnya.

Penyerapan asam amino bebas dari usus ke mukosa dilakukan melalui transpor aktif dengan menggunakan pengangkut yang spesifik untuk setiap asam amino yang berbeda. Pada waktu yang sama dipeptida dan tripeptida diserap ke mukosa usus, kemudian dihidrolisis oleh peptida hidrolase yang terdapat di *brush border* dan sitosol mukosa sel. Pengangkut khusus yang membawa peptida ke dalam mukosa sel berbeda

dengan yang membawa asam amino. Ada seperempat protein dari makanan yang diserap sebagai dipeptida dan tripeptida.

E. Sumber makanan dan Kebutuhan Protein

Menurut *Food Agriculture Organization* (FAO) tahun 2007, kebutuhan protein adalah kadar terendah asupan protein dari makanan yang dapat menyeimbangkan kehilangan nitrogen dari tubuh manusia sehingga dapat memelihara massa protein tubuh pada individu dengan kondisi asupan energi yang seimbang dengan aktivitas fisik tingkat sedang. Kebutuhan protein ini harus juga diperhitungkan untuk memenuhi kebutuhan anak, ibu hamil, dan menyusui dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan untuk cadangan tubuh atau sekresi Air Susu Ibu (ASI) pada kondisi kesehatan yang optimal. Lebih lanjut faktor determinan kebutuhan protein harus mempertimbangkan sekaligus jumlah dan kualitas asam amino (N), yaitu kemampuan mencerna dan menyerap protein serta kandungan asam amino esensial atau “*indispensable amino acids* (IDAA)”. Ada beberapa cara menghitung kebutuhan protein, dahulu digunakan metode faktorial, tetapi sekarang menggunakan metode keseimbangan nitrogen. Adapun metode untuk menghitung kebutuhan asam amino secara individual adalah menggunakan metode *direct asam amino axidation* atau *indicator asam amino axidation*.

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2012, kebutuhan protein untuk orang Indonesia dihitung berdasarkan berat badan aktual hasil survey, faktor koreksi mutu protein untuk anak, orang dewasa, dan ibu hamil sehingga didapat rata-rata kecukupan protein untuk orang dewasa diatas usia 18 tahun adalah sekitar 1,0-1,2 g/kg BB/hari, sedangkan untuk anak usia 10-18 tahun kecukupan protein rata-

rata adalah sekitar 1,2-1,7 g/kg BB/hari, sedangkan untuk bayi hingga anak usia 9 tahun rata-rata kecukupan protein adalah sekitar 1,8-2g/kg BB/hari.

Makanan sumber protein dapat berasal dari hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Bahan makanan sumber protein hewani mengandung semua jenis asam amino esensial, sedangkan bahan makanan sumber protein nabati rendah kandungan beberapa jenis asam amino esensial. Contoh makanan sumber protein hewani adalah telur, daging, ayam, dan ikan, sedangkan contoh bahan makanan sumber protein nabati adalah kacang-kacangan, tempe, tahu, dan oncom. Beras juga merupakan sumber protein nabati dan sumbangannya terhadap asupan protein orang Indonesia cukup besar karena dikonsumsi sebagai makanan pokok. Makanan sumber protein dapat dilihat pada Gambar 3 berikut;



Gambar 3. Sumber Protein dalam Makanan
Sumber : LiveScience.com

Walaupun kandungan asam amino esensial dalam protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti kedelai dan kacang-kacangan kurang lengkap, tetapi sekarang ini mulai diperhatikan sebagai sumber protein. Sejak slogan empat sehat lima sempurna hingga pedoman gizi seimbang tahun 2014, tempe dan kacang-kacangan telah dijadikan satu dalam kelompok lauk-pauk. Demikian juga dalam pedoman gizi seimbang di Amerika Serikat, kacang-kacangan juga dikelompokkan ke dalam makanan sumber protein. *United States Department of Agriculture* (USDA) pada tahun 2016 mulai memperhatikan kelompok kacang polong lainnya seperti kacang merah dan kacang kapri sebagai makanan yang unik, memasukan ke dalam kelompok makanan sumber protein karena juga mengandung zink dan zat besi, tetapi dapat juga masuk ke dalam kelompok sayuran karena sumber yang sangat baik untuk serat makanan, folat, dan kalium.

F. Akibat Kekurangan dan Kelebihan

Di Indonesia, masalah kekurangan atau defisiensi protein bersama-sama dengan kekurangan energi masih terjadi pada anak-anak yang mengalami kekurangan gizi. Selain penyakit, asupan makanan yang tidak adekuat akan kandungan energi, protein, dan zat gizi mikro dapat menjadi penyebab terjadinya kekurangan gizi pada anak. Berdasarkan analisis data dari berbagai negara sedang berkembang menunjukkan makanan sumber protein hewani merupakan komponen makanan anak yang penting sebagai sumber protein dan zat gizi mikro. Rendahnya konsumsi makanan sumber protein hewani merupakan faktor risiko terjadinya stunting atau kurang gizi pada anak.

Selain pada masalah kurang gizi, defisiensi protein juga dapat terjadi pada kondisi-kondisi tertentu atau kondisi hipermetabolik seperti

luka, infeksi, trauma, luka bakar, atau pembedahan. Kondisi kronis dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan kehilangan nitrogen tubuh. Pada kondisi-kondisi ini suplemen atau dukungan gizi dapat membantu, tetapi akar penyebab timbulnya hipermetabolik harus ditemukan dan diperbaiki. Perlu juga mendapat perhatian adanya hubungan yang erat antara asupan energi dan protein. Jika asupan energi kurang, protein akan digunakan sebagai sumber energi sehingga asupan energi harus dipastikan adekuat.

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas hubungan kekurangan konsumsi makanan sumber protein dengan risiko penyakit.

RINGKASAN

Protein termasuk salah satu zat gizi makro yang dibutuhkan oleh tubuh salah satunya sebagai zat pembangun sel-sel dan jaringan tubuh. Makanan yang mengandung protein dapat diperoleh dari bahan makanan hewani, seperti daging, telur dan produk olahannya seperti susu kemudian dapat diperoleh dari nabati seperti kacang-kacang dan produk olahannya seperti tempe, tahu. Kekurangan konsumsi makanan sumber protein dapat menyebabkan terjadinya permasalahan gizi contohnya stunting.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas !

- a)Jelaskan peran protein bagi tubuh manusia !
- b)Jelaskan apa saja dampak yang ditimbulkan apabila mengkonsumsi protein dalam jumlah yang tidak sesuai dengan kebutuhan !

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi terutama tentang pengolahan bahan makanan sumber protein.

3. Daftar Pustaka

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakara: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3.EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.

- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.

- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health*. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. *Kamus Gizi*. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. *Gizi Dalam Daur Kehidupan*. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. *Gizi dan Kesehatan Edisi I*. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. *The New Public Health*. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. *Understanding Nutrition*. USA: Thomson Learning Inc.
- World Health Organization. 2003. *Diet and Chronic Diseases*. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

AKG	Angka Kecukupan Gizi
AKP	Angka Kecukupan Protein
ATP	<i>Adenosine Triphosphat</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
Kkal	KiloKalori
N	Nitrogen
RBP	<i>Retinol Binding Protein</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

5. Glosarium

- Asam Amino : Unit struktural protein
- Asam Amino esensial : Asam amino yang sanga dibutuhkan tubuh namun tidak dapat diproduksi oleh tubuh
- Enzim : Berbagai kompleks protein yang dihasilkan oleh sel dan beraksi tanpa bergantung oleh sel itu sendiri
- Hidrofilik : Suatu senyawa yang dapat berikatan dengan air
- Retinol Binding Protein* : Protein pengangkut Vitamin A

LEMAK

Deskripsi Bab :

Pada bab ini membahas tentang protein mencakup jenis-jenis, sumber makanan sumber lemak, fungsinya bagi tubuh manusia dan akibat kekurangan serta kelebihan konsumsi makanan sumber lemak

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis-jenis lemak, sumber makanan yang mengandung lemak, fungsi di dalam tubuh dan mampu mengidentifikasi akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi lemak bagi tubuh manusia

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai jenis-jenis lemak, sumber makanan yang mengandung lemak, fungsinya di dalam tubuh dan mampu mengidentifikasi akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi lemak bagi tubuh manusia

A. Pendahuluan

Istilah lipid meliputi senyawa-senyawa heterogen, termasuk lemak dan minyak yang umum dikenal dalam makanan, fosfolipid, sterol,

dan ikatan lain sejenis yang terdapat di dalam makanan dan tubuh manusia. Lipid mempunyai sifat yaitu tidak larut air, hanya larut dalam larutan non polar, seperti ester, etanol, kloroform, dan benzena.

Lemak (lipid) adalah zat organik hidrofobik yang bersifat sukar larut dalam air. Namun lemak dapat larut pada larutan non polar seperti eter, alkohol, kloroform, dan benzena. Lemak adalah zat yang kaya akan energi dan berfungsi sebagai sumber energi yang memiliki peran penting dalam proses metabolisme lemak.

Pengelompokkan lipid menurut fungsi biologi di dalam tubuh adalah lemak simpanan dan lemak struktural. Lemak simpanan terutama terdiri atas trigliserida yang disimpan dalam jaringan tumbuh tumbuhan dan hewan. Lemak ini merupakan simpanan lemak yang paling utama di dalam tubuh dan merupakan sumber zat gizi esensial. Komposisi asam lemak trigliserida simpanan lemak ini bergantung pada susunan makanan. Lemak struktural terutama terdiri atas fosfolipid dan kolesterol. Setelah protein, ikatan struktural lemak ini merupakan yang paling penting di dalam tubuh. Di dalam otak, lemak struktural terdapat dalam konsentrasi tinggi.

B. Susunan Lemak

Unsur penyusun lemak adalah karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Molekul lemak terdiri dari empat bagian, yaitu satu molekul gliserol, dan 3 molekul asam lemak. Asam lemak terdiri dari rantai hidrokarbon (CH), dan gugus karboksil (COOH). Molekul gliserol memiliki tiga gugus hidroksil (-OH) dan tiap gugus hidroksil berinteraksi dengan gugus karboksil asam lemak.

Pengkelompokan Lemak

Lemak dalam tubuh adalah lipoprotein (mengandung trigliserida, fosfolipid, dan kolesterol) yang bergabung dengan protein, dihasilkan di hati dan mukosa usus untuk mengangkut lemak yang tidak larut. Jenis yang terdapat di dalam tubuh adalah *High Density Lipoprotein (HDL)*, *Low Density Lipoprotein (LDL)*, *Very Low Density Lipoprotein (VLDL)*, dan glikolipid, (merupakan senyawa lipid yaitu gliserol, dan asam lemak yang bergabung dengan karbohidrat, fosfat, atau nitrogen). Selain lemak dalam tubuh, juga terdapat lemak dalam pangan, yaitu lemak yang terletak dalam bahan pangan dan dapat digunakan oleh tubuh manusia. Lemak jenis ini mencakup; trigliserida, asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh, dan kolesterol.

Lebih spesifik dibahas mengenai **trigliserida**. Lemak ini banyak ditemukan pada pangan hewani maupun pangan nabati dan disebut lemak netral. Kemudian ada jenis **asam lemak jenuh**. Lemak ini merupakan lemak yang tidak dapat mengikat hidrogen lagi, seperti asam palmitat dan asam stearat yang banyak ditemukan pada lemak hewani, keju, mentega, minyak kelapa, dan coklat.

Lemak jenis **asam lemak tak jenuh** terdiri dari asam lemak tak jenuh tunggal dan asam lemak tak jenuh ganda. Lemak yang mempunyai satu titik terbuka untuk mengikat hidrogen disebut asam lemak tak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid* atau disingkat *MUFA*), seperti asam oleat yang ditemukan pada minyak kacang tanah. Asam lemak tak jenuh ganda (*Poly Unsaturated Fatty Acid* atau disingkat *PUFA*) mempunyai beberapa titik terbuka untuk mengikat hidrogen. Contoh lemak jenis ini ialah asam linoleat yang banyak terdapat pada biji matahari, minyak jagung, minyak kedelai; asam lemak omega-6 yang

banyak terdapat pada minyak sayuran; asam lemak omega-3, asam eikosapentanoat (EPA), dan asam dokosaheksanoat (DHA) yang banyak terdapat pada minyak ikan.

Fosfolipid merupakan senyawa lipid yaitu gliserol dan asam lemak yang bergabung dengan karbohidrat, fosfat, dan/atau nitrogen. Lemak ini merupakan lemak yang tidak kentara dalam pangan nabati maupun hewani, dan secara komersial digunakan sebagai bahan aditif untuk membantu emulsifikasi.

Kolesterol. Jenis lemak dengan struktur cincin kompleks disebut sterol. Kolesterol hanya ditemukan dalam jaringan hewan seperti telur, daging, (hati, ginjal, usus, otak, ampela hewan), dan lemak susu.

Berdasarkan komposisi kimianya, lemak terbagi menjadi tiga, yaitu: (1) Lemak sederhana/ Netra (Trigliserida). Lemak sederhana tersusun atas trigliserida yang terdiri dari satu gliserol dan tiga asam lemak. Contoh senyawa lemak sederhana adalah lilin (*wax*), malam atau plastisin (lemak sederhana padat yang terdapat dalam suhu kamar), dan minyak (lemak sederhana cair dalam suhu kamar), (2) Lemak campuran. Lemak ini merupakan gabungan antara lemak dan senyawa bukan lemak, contohnya seperti lipoprotein (gabungan lipid dan protein), fosfolipid (gabunga lipid dengan fosfat), fosfatidilkolin (gabungan lipid, fosfat, dan kolin), glikolipid (gabungan glukosa dan lipid), sulfolipid (gabungan sulfur dan lipid), dan amino-lipid (gabungan asam amino dan lipid). (3) Lemak Asli (Derivat Lemak). Derivat lemak merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis lipid, misalnya klesterol, dan asam lemak. Berdasarkan ikatan kimianya, asam lemak dibedakan menjadi dua yaitu asam lemak jenuh yang bersifat non-esensial karena dapat disintesis oleh tubuh, dan umumnya berwujud padat dalam suhu kamar; dan asam lemak

tak jenuh yang bersifat esensial karena tidak dapat disintesis di dalam tubuh dan umumnya berbentuk cair dalam suhu kamar.

Selain berdasarkan komposisi dan struktur kimianya, lemak juga dibagi menurut sifat lain yaitu menurut sumber. Jenis lemak ini terbagi menjadi lemak hewani dan lemak nabati; menurut konsistensi yaitu lemak padat (*fat*, gajih, yang umumnya terdapat pada makanan hewani); dan lemak cairan atau minyak seperti minyak kelapa, minyak jagung dan lain-lain.

Pengelompokan lain lemak adalah berdasarkan wujudnya, yaitu terbagi menjadi lemak tidak terlihat (*invisible fat*) yang ikut termakan dengan makanan (daging, alpukat, durian, kacang-kacangan dan lain-lain); Lemak terlihat (*visible fat*) yaitu ekstraksi minyak dan mentega. Kemudian pengelompokan berdasarkan ikatan rangkap, yaitu Asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh tunggal dan asam lemak tak jenuh ganda.

C. Fungsi

1. Sumber energi

Lemak dan minyak merupakan sumber energi paling padat, yang menghasilkan 9 kkal/gr, yaitu 2½ kali besar energi yang dihasilkan oleh karbohidrat dan protein dalam jumlah yang sama. Sebagai simpanan lemak, lemak merupakan cadangan energi tubuh paling besar. Simpanan ini berasal dari konsumsi berlebihan salah satu atau kombinasi zat-zat energi seperti dari karbohidrat, protein bahkan lemak tersebut. Lemak tubuh pada umumnya disimpan dengan sebaran sebagai berikut; 50% di

bawah jaringan kulit dan (subkutan), 45% di sekeliling organ dalam rongga perut dan 5% di jaringan intramuskuler.

2. Sumber asam lemak esensial yaitu linoleat dan linolenat
3. Alat angkut vitamin larut lemak

Lemak mengandung vitamin larut lemak tertentu. Lemak susu dan minyak ikan laut tertentu mengandung vitamin A dan vitamin D serta hampir semua minyak nabati merupakan sumber vitamin E. Selanjutnya minyak kelapa sawit mengandung banyak karotenoid yang merupakan provitamin A. Lemak membantu transportasi vitamin larut lemak yaitu vitamin A, D, E dan K.

4. Menghemat Protein

Lemak menghemat penggunaan protein untuk mensintesis protein sehingga protein tidak digunakan sebagai sumber energi.

5. Memberi rasa kenyang dan kelezatan

lemak memperlambat sekresi asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung sehingga lemak memberikan rasa kenyang yang lama. Selain itu, lemak memberikan tekstur yang disukai dan memberikan kelezatan khusus pada makanan, yaitu memberikan rasa gurih pada makanan.

6. Sebagai Pelumas

lemak sebagai pelumas, yaitu membantu mengeluarkan sisa makanan.

7. Memelihara suhu tubuh

Lapisan lemak dibawah kulit mengisolasi tubuh dan mencegah kehilangan panas tubuh secara cepat, dengan demikian lemak berfungsi juga memelihara suhu tubuh

8. Pelindung organ tubuh

lapisan lemak yang menyelubungi organ-organ tubuh seperti jantung, hati, dan ginjal membantu menahan organ-organ tersebut berada ditempatnya dan melindungi terhadap benturan dan lain-lain.

9. Sebagai pengantar emulsi

Fungsi ini yaitu menunjang dan mempermudah keluar masuknya zat-zat lemak melalui membran sel (lipid lesitin).

10. Sebagai pemula prostaglandin

Fungsi ini berperan dalam mengatur tekanan darah, denyut jantung dan lipolisis.

11. Sebagai salah satu bahan penyusun hormon dan vitamin

Fungsi ini khususnya adalah terkait dengan sterol

12. Sebagai salah satu bahan penyusun empedu, asam kolat (di dalam hati), dan hormon seks (khususnya untuk kolesterol).

D. Proses Pencernaan dan Absorpsi Lemak dalam Tubuh

Pencernaan lemak tidak terjadi di mulut dan lambung, karena di tempat tersebut tidak terdapat enzim lipase yang dapat menghidrolisis atau memecah lemak. Pencernaan lemak terjadi di dalam usus. Lemak keluar dari lambung dan masuk ke usus sehingga merangsang hormon kolesistokinin. Hormon ini menyebabkan kantong empedu berkontraksi sehingga mengeluarkan cairan empedu ke dalam duodenum (usus dua belas jari). Empedu mengandung garam empedu yang memegang peranan penting dalam mengemulsikan lemak. Emulsi lemak merupakan pemecahan lemak menjadi butiran lemak yang kecil agar mudah dihidrolisis oleh enzim lipase. Lipase akan menghidrolisis lemak teremulsi menjadi asam lemak dan monogliserida (gliserida tunggal).

Absorpsi lemak terutama terjadi di dalam jejunum. Hasil pencernaan lemak diabsorpsi ke dalam mukosa usus halus dengan cara difusi pasif. Absorpsi lemak sebagian besar (70%) terjadi di usus.

E. Sumber makanan

Sumber utama lemak dalam makanan didapatkan dari minyak tumbuh-tumbuhan (minyak kelapa, kelapa sawit, kacang tanah, kacang kedelai, jagung dan sebagainya), mentega, margarine, dan lemak hewan (lemak daging dan ayam). Lemak juga dapat diperoleh dari kacang-kacangan, biji-bijian, daging dan ayam, krim, susu, keju, dan kuning telur serta makanan yang dimasak dengan lemak atau minyak, sayuran dan buah-buahan (kecuali alpukat) sangat sedikit mengandung lemak.

Kebutuhan konsumsi lemak menurut anjuran WHO ialah sebanyak 15-30% dari kebutuhan energi total. Jumlah ini memenuhi kebutuhan asam lemak esensial dan untuk membantu penyerapan vitamin larut lemak. Diantara lemak yang dikonsumsi sehari paling banyak dianjurkan 10% dari kebutuhan energi total yang berasal dari lemak jenuh, dan 3-7% dari lemak tak jenuh ganda. Sedangkan konsumsi kolesterol yang dianjurkan adalah ≤ 300 mg sehari.

Sumber lemak dalam bahan makanan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut;



Gambar 4. Sumber Lemak dalam Bahan Makanan
Sumber : Diabetes UK

F. Akibat Kekurangan dan Kelebihan

Kadar kolesterol darah yang meningkat berpengaruh tidak baik untuk jantung dan pembuluh darah. Faktor makanan yang paling berpengaruh terhadap kadar kolesterol darah, dalam hal ini adalah lemak total, lemak jenuh dan energi total. Dengan mengurangi lemak total dalam makanan, jumlah energi total akan ikut berkurang. Jenis lemak yang dikurangi hendaknya lemak jenuh. Kolesterol makanan sebetulnya hanya sedikit meningkatkan kolesterol tergantung jumlah kolesterol yang dimakan dan kemampuan tubuh untuk mengimbangnya dengan mensintesis.

Kenaikan trigliserida dalam plasma juga dikaitkan dengan terjadinya penyakit jantung koroner. Kadar trigliserida plasma banyak dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat dan kegemukan.

Konsumsi lemak akhir akhir ini juga dikaitkan dengan penyakit kanker. Hal yang berpengaruh ialah jumlah lemak dan mungkin asam lemak tidak jenuh ganda tertentu yang terdapat dalam minyak sayuran.

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas hubungan kelebihan konsumsi makanan sumber lemak dengan risiko penyakit.

RINGKASAN

Lemak merupakan salah satu zat gizi makro yang dibutuhkan oleh tubuh sebagai sumber energi dan alat angkut vitamin larut lemak. Makanan yang mengandung karbohidrat dapat diperoleh dari bahan makanan pokok yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia seperti beras, gandum, serelia, jagung, kentang, sagu, tepung dan produk olahan seperti roti. Sama seperti karbohidrat, konsumsi makanan sumber lemak tinggi dapat memicu gizi lebih bahkan obes yang merupakan faktor risiko penyakit degeneratif.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Pasangkanlah kata atau istilah berikut ini dengan padanan yang sesuai dan berikan tanda panah!

1. Minyak	rasa makanan berlemak
2. ADEK	ikatan organik penyusun lemak
3. Gurih	lemak yang berikatan dengan fosfat
4. Protein	hasil hidrolisis lipid
5. CHO	pelarut lemak
6. Benzen	sumber lemak hewani
7. Minyak	lemak cair
8. Kolesterol	zat gizi makro
9. Fosfolipid	vitamin larut lemak
10. Daging	lemak

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi terutama tentang pengolahan bahan makanan sumber lemak.

3. Daftar Pustaka

- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.

- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). *Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V*. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health*. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Oxford University Press. 2005. *Oxford Learner's Pocket Dictionary*. 4th ed.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. *Nutrition Concept and Controversies*. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.

- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.
- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en

4. Daftar Singkatan

DHA	<i>Docosahexaenoic acid</i> (asam dokosaheksasonat)
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
EPA	<i>Enviromental Protection Agency</i>
HDL	<i>High density lipoprotein</i>
LDL	<i>Low density lipoprotein</i>
MUFA	<i>Monounsaturated fatty acid</i> (asam lemak tidak jenuh)
PUFA	<i>Polyunsaturated fatty acid</i> (asam lemak tak jenuh)

5. Glosarium

Asam lemak	: asam monokarboksilat berantai lurus yang terdapat di alam sebagai ester di dalam molekul lemak atau trigliserida
Asam lemak esensial	: asam lemak yang tidak dapat dibuat sendiri oleh suatu spesies hewan ataupun manusia atau dapat dibuat tetapi tidak memenuhi fungsi fisiologis
Asam lemak jenuh	: asam lemak yang memiliki efek yang kurang baik bagi kesehatan
Asam Lemak tak Jenuh	: asam lemak yang memiliki ikatan rangkap pada rantai Karbonnya
Fosfolipid	: senyawa lipid penyusun sel makhluk hidup

- Trigliserida : salah satu bentuk lemak yang diserap oleh usus setelah mengalami hidrolisis
- Glikolipid : Turunan Trigliserida yaitu asam lemak pada posisi C3 ditempati oleh gugus karbohidrat dan gugus basa
- Gliserol : Gula alcohol digunakan dalam makanan bukan gula untuk memberikan rasa manis

PROSES PENCERNAAN, ABSORBSI DAN METABOLISME

Deskripsi Bab :

Pada bab ini membahas tentang sistem pencernaan dalam tubuh, mencakup, proses pencernaan, absorpsi dan metabolisme makanan.

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa dapat menjelaskan organ-organ pencernaan, proses pencernaan, absorpsi dan metabolisme makanan di dalam tubuh, serta faktor-faktor apa saja yang berperan dalam proses pengolahan makanan dalam tubuh

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

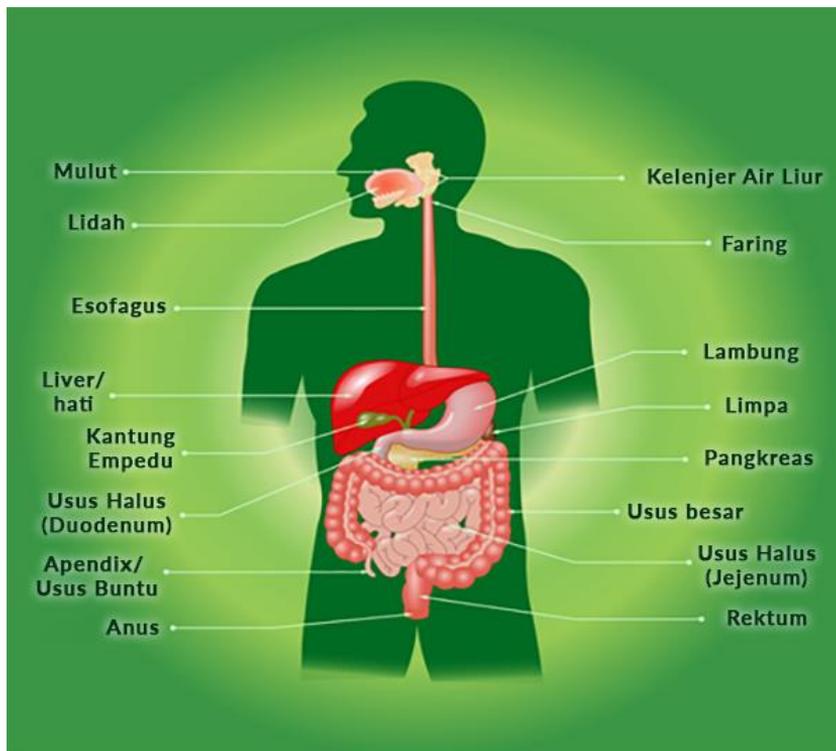
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai proses pencernaan, absorpsi dan metabolisme makanan dan atau zat gizi

A. Proses Pencernaan dalam Tubuh

Setiap makhluk hidup membutuhkan makanan untuk bertahan hidup. Makanan yang dikonsumsi tidak secara langsung bisa

dimanfaatkan oleh tubuh. Makanan akan melewati sistem pencernaan terlebih dahulu. Sistem pencernaan adalah sistem tubuh yang terdiri dari saluran dan organ yang memecah molekul makanan dari yang besar atau kompleks menjadi molekul makanan lebih kecil atau sederhana sehingga dapat diserap ke dalam cairan plasma darah yang dimulai dari mulut dan berakhir di anus. Berikut gambaran sistem pencernaan;

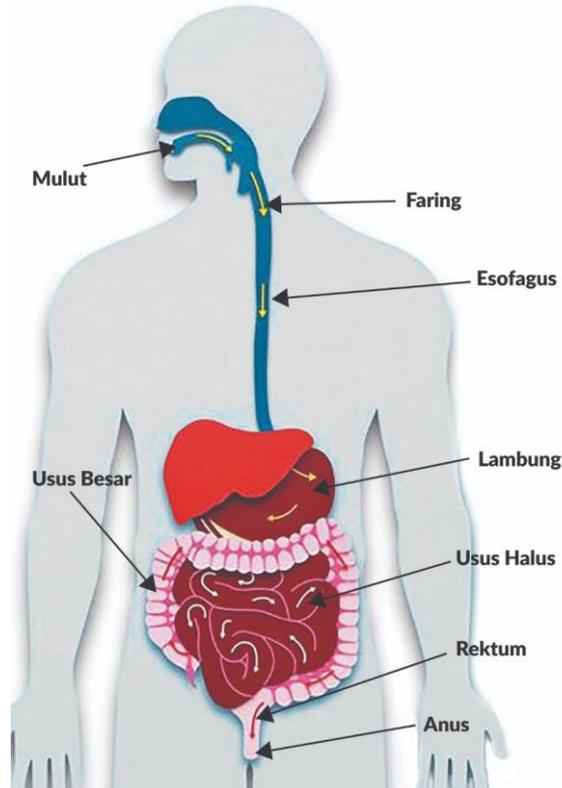


Gambar 5. Sistem Pencernaan

B. Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan terdiri dari: mulut, pangkal kerongkongan atau faring, esofagus atau kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum dan anus. Masing-masing saluran pencernaan memiliki fungsi

masing-masing dalam proses pencernaan makanan dalam tubuh manusia. Berikut gambaran saluran pencernaan;



Gambar 6. Saluran Pencernaan

1. Mulut

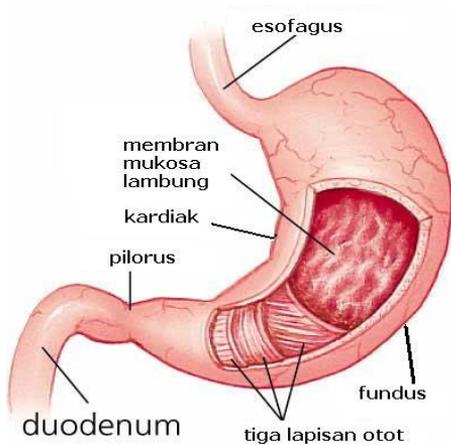
Proses pencernaan sudah dimulai di mulut. Di dalam mulut makanan secara mekanik dipotong-potong menjadi bagian lebih kecil dengan bantuan gigi. Kemudian lidah mencampur makanan dengan saliva atau air ludah yang membuat makanan kasar menjadi lunak sehingga mudah untuk ditelan. Selain itu, saliva juga mengandung enzim amilase yang membantu memecah pati atau karbohidrat. Di dalam mulut terdapat katup epiglottis, yaitu katup antara tenggorokan dan kerongkongan yang

berfungsi untuk mencegah makanan masuk ke tenggorokan atau paru. Makanan yang sudah ditelan dari mulut dan sampai ke esophagus dinamakan **bolus**.

2. Esopagus

Esofagus memiliki panjang kurang lebih 20 cm. Esofagus akan membasahi makanan yang masuk dari mulut dengan mucus atau lendir dan mendorongnya sampai ke lambung dengan gerakan peristaltik. Gerakan peristaltik adalah gerakan (kontraksi dan relaksasi) yang terjadi pada otot-otot saluran pencernaan secara terus-menerus yang menimbulkan gerakan semacam gelombang sehingga menimbulkan efek mendorong makanan ke bawah.

3. Lambung



Gambar 7. Lambung

Sumber : Carlin Iverson

Lambung mirip bentuk huruf J terletak di sebelah kiri bagian perut. Sekat antara esofagus dan lambung dinamakan **katup kardiak**, dan antara lambung dan usus halus dinamakan **katup pilorus**. Katup ini berfungsi untuk mengontrol masuk dan keluarnya makanan dari lambung. Bolus yang masuk dari esofagus akan ditahan sebentar oleh lambung dibagian atas dan sedikit demi sedikit akan dicampur dengan getah lambung dan menggilingnya menjadi semi cair. Bolus yang sudah menjadi semi cair ini dinamakan **kimus**. Getah lambung mengandung enzim yang akan memecah protein dan lemak.

Enzim pencernaan karbohidrat (amilase) yang ikut tertelan bersama makanan dari mulut tidak berfungsi di lambung karena PH lambung sangat rendah atau asam. Asam lambung (HCL) berguna untuk membunuh sebagian besar bakteri yang masuk bersama makanan.

4. Usus Halus

Umumnya pencernaan karbohidrat, protein, dan lemak terjadi di usus halus. Usus halus memiliki panjang kurang lebih 7 meter, yang terdiri dari: Duodenum (usus 12 jari), Yeyenum (usus kosong), dan Ileum (usus penyerapan). Getah pankreas yang dialirkan ke usus halus yang mengandung sodium bikarbonat akan menetralkan kembali pH makanan yang masuk dari lambung. Usus halus menghasilkan getah usus yang mengandung enzim pencernaan:

- 1) Peptidase, merupakan kelompok enzim yang memecah polipeptida menjadi asam amino.
- 2) Maltase, lactase, dan sukrase merupakan enzim yang memecah disakarida (maltosa, laktosa dan sukrosa) menjadi monosakarida enzim – enzim tersebut disebut juga disakase.
- 3) Lipase usus, merupakan enzim yang memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
- 4) Erepsinogen, merupakan proenzim yang diaktifkan oleh enterokinase menjadi erepsin yang mengubah peptone menjadi asam amino
- 5) Enterokinase, merupakan enzim yang mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin dan erepsinogen menjadi erepsin.

5. Usus Besar

Usus besar memiliki panjang kurang lebih 1,5 meter. *Ileocecal valve* adalah katup antara usus halus dan usus besar. Usus besar akan menyerap kembali air dan garam-garam mineral yang masih dibutuhkan tubuh. Usus besar merupakan tempat berkembangnya bakteri pencernaan dan memfermentasikan serat atau merombak sisa-sisa makanan sehingga membentuk feses. Proses perombakan sisa makanan ini dibantu oleh bakteri usus *Escherichia coli*. Apabila jumlah bakteri tersebut melebihi kondisi normal, maka akan dapat menimbulkan penyakit, seperti diare. Dengan adanya perombakan sisa makanan oleh bakteri ini, maka dapat dihasilkan beberapa vitamin seperti vitamin K, yang diperlukan dalam proses pembekuan darah. Usus besar juga akan menyerap lebih banyak air agar feses sisa pencernaan tidak keras.

6. Rektum dan Anus

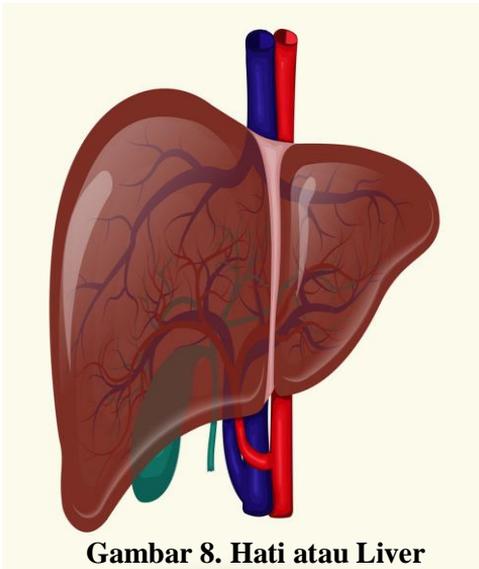
Rektum berfungsi untuk menyimpan sisa makanan/kotoran sebelum dikeluarkan melalui anus.

C. Organ Pencernaan

Organ pencernaan bukan merupakan bagian dari saluran cerna, akan tetapi berperan penting dalam pencernaan, yaitu: liver/hati dan pankreas.

1. Liver

Liver secara langsung mempengaruhi pencernaan dengan memproduksi empedu/bile. Empedu berfungsi untuk membantu mencerna lemak dan menyaring racun dan sampah/limbah termasuk obat dan alkohol Empedu yang dihasilkan hati disimpan di kantung empedu.



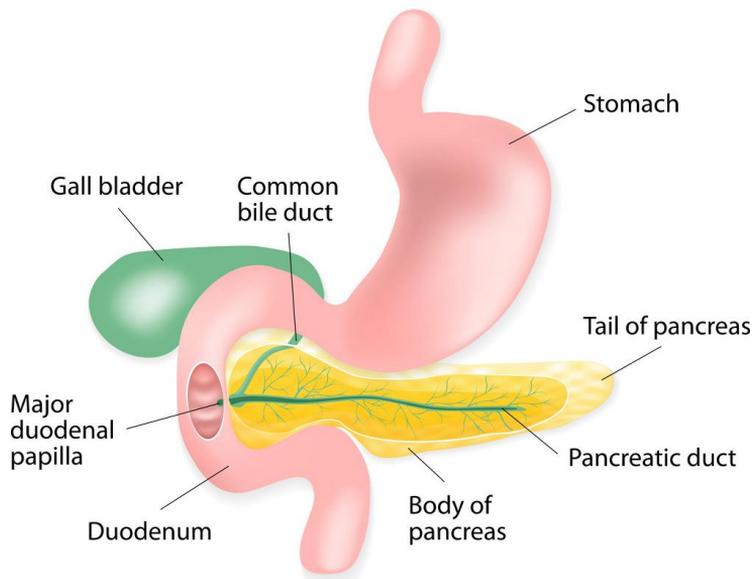
Gambar 8. Hati atau Liver

Sumber: VectorStock.com / 9107289

Kantung empedu akan mengalirkan empedu ke usus halus jika ada komponen lemak yang sampai ke usus halus. Empedu bukan merupakan enzim akan tetapi empedu adalah *emulsifier* atau pengemulsi lemak sehingga lemak akan lebih mudah dipecah oleh enzim pencernaan.

2. Pankreas

Pankreas berfungsi memproduksi getah pankreas yang dialirkan langsung ke duodenum, usus halus. Getah pankreas mengandung sodium bikarbonat dan enzim pencernaan. Sodium bikarbonat berfungsi untuk menetralkan kembali pH makanan yang masuk dari lambung. Berikut pada Gambar 9 dapat dilihat organ pankreas;



Gambar 9. Pankreas

Sumber: VectorStock.com/2085375

D. Proses Pencernaan Makanan Dalam Tubuh

Proses pencernaan meliputi proses mengunyah dan menelan di mulut, pergerakan dari esophagus ke lambung, proses pencernaan mekanis dan kimia, penyerapan, dan pembuangan di anus. **Pencernaan mekanis** merupakan pemecahan atau penghancuran makanan secara fisik. Bentuk pencernaan mekanik: mengunyah, menyobek/memotong, dan proses peristaltik (menggiling, melembekkan, dan mengaduk makanan). Sedangkan **pencernaan kimiawi** merupakan proses pemecahan makanan dari molekul kompleks menjadi molekul – molekul yang sederhana dengan bantuan getah pencernaan (enzim) yang dihasilkan oleh kelenjar pencernaan.

Di dalam **mulut** makanan akan dikunyah dan ditelan dengan sedikit proses pencernaan kimiawi. Pencernaan karbohidrat dimulai

dengan enzim saliva atau amilase mulai memecah pati yang terdapat dalam makanan menjadi polisakarida atau maltosa. Serat yang melapisi biji-bijian, sayuran, dan buah akan dipecah atau dihancurkan oleh gigi, kemudian zat gizi yang terdapat dibalik biji-bijian, sayuran, dan buah bisa diakses dan bercampur dengan enzim saliva.

Di dalam **lambung**, makanan dikumpulkan dan diaduk dan terjadi beberapa proses pencernaan kimiawi. Karbohidrat yang terdapat dalam makanan akan terhenti sementara pencernaannya karena enzim amilase tidak bisa bekerja dalam suasana asam. Sedangkan protein yang terdapat dalam roti, kacang-kacangan mulai diurai oleh HCL atau asam lambung dan dicerna oleh enzim protease. Sementara itu lemak akan mulai terpisah dilapisan atas dari adonan makanan, terpisah dari lapisan air.

Di dalam **usus halus** terjadi semua proses pencernaan dan absorpsi. Gula yang terdapat di dalam pisang hanya mengalami proses pencernaan yang sangat sedikit dan langsung melewati sel usus halus dan diabsorpsi. Pati akan dicerna kembali ketika pankreas mengirimkan enzim amilase ke usus halus melalui saluran pankreas. Enzim ini akan memecah pati menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana dan dilanjutkan oleh enzim maltase, sucrose, dan lactose yang terdapat dipermukaan usus halus sehingga bisa diabsorpsi. Lemak dari kacang, mentega diemulsi oleh cairan empedu, dan enzim lipase dari pankreas dan juga usus halus sendiri mulai memecah lemak menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana (asam lemak dan gliserol) sehingga bisa diabsorpsi. Protein dilanjutkan pencernaannya oleh enzim protease dari pankreas dan usus halus, kemudian siap diabsorpsi. Sementara itu vitamin dan mineral langsung diabsorpsi tanpa proses pencernaan.

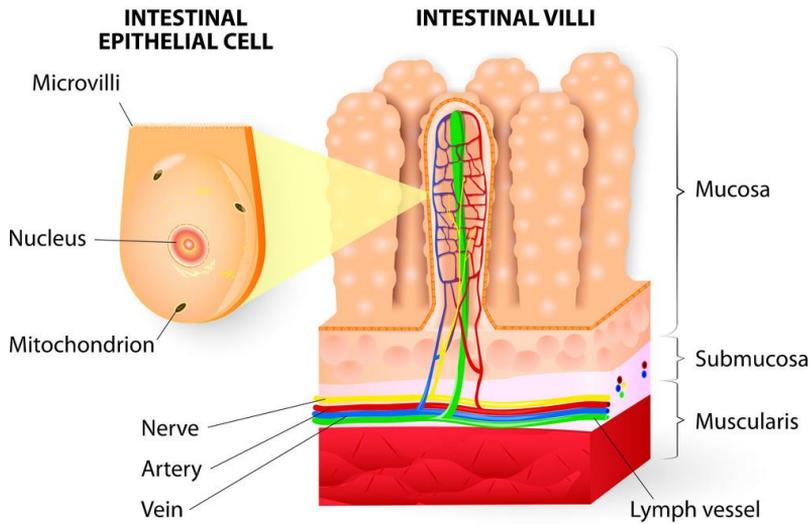
Di dalam **usus besar** terjadi penyerapan kembali dan eliminasi atau pembuangan. Air dan mineral diserap kembali, beberapa serat akan dicerna atau difermentasi oleh bakteri usus (*E. coli*) dan beberapa hasilnya akan diserap kembali (vitamin K, air). Sebagian besar serat akan dikeluarkan dalam bentuk feses. Beberapa jenis lemak, kolesterol, mineral yang tidak dibutuhkan tubuh, zat aditif dan kontaminan akan diikat oleh serat dan dikeluarkan bersama feses. Serat akan mengikat air untuk mempertahankan feses dalam bentuk semipadat atau lunak. Serat juga mengikat garam empedu sehingga feses tidak pucat atau berwarna kuning.

E. Absorpsi Zat Gizi

Sebagian besar (90%) proses penyerapan zat gizi makanan dilakukan di usus halus. Usus halus menyerap: 80% air, vitamin, mineral, karbohidrat, protein, dan lemak. Dinding usus halus memiliki vili yang ditutupi microvilli yang berguna untuk meningkatkan luas permukaan serap. Keberadaan vili dan microvilli membuat permukaan usus halus yang lembut dan licin di bawah mikroskop terlihat seperti ribuan lipatan yang dilengkapi rambut-rambut halus.

Antara vili-vili usus halus terdapat celah yang disebut **kripta** berupa kelenjer-kelenjer yang berfungsi mensekresikan getah pencernaan (enzim-enzim pencernaan) yang disalurkan ke usus halus. Setiap vili dilengkapi dengan pembuluh darah dan saluran limfa. Sedangkan mikrovili dilengkapi dengan enzim-enzim yang membantu menuntaskan proses pencernaan yang belum sempurna. Setiap mikrovili mampu menangkap molekul-molekul zat gizi dan menyerapnya dan menyalurkan ke pembuluh darah atau saluran limfa. Selain itu disetiap permukaan

mikrovili terdapat ratusan pompa-pompa alat angkut zat gizi yang berbeda yang dapat mengenali dan menyerap zat gizi yang sesuai. Berikut gambaran vili dan mikrovili usus halus;



Gambar 10. Vili dan Mikrovili Usus Halus

Sumber: *VectorStock.com/1751458*

Absorpsi merupakan proses yang sangat kompleks dan menggunakan tiga cara: **aktif, pasif, dan fasilitatif**. Absorpsi aktif menggunakan alat angkut protein dan energi. Glukosa, galaktosa, asam amino, kalium, magnesium, fosfat, iodine, kalsium, dan zat besi diabsorpsi secara aktif. Absorpsi pasif terjadi tanpa menggunakan alat angkut dan energi. Hal ini terjadi jika konsentrasi zat gizi di saluran cerna lebih tinggi dari pada sel yang mengabsorpsi. Hanya sebagian kecil zat gizi yang diabsorpsi secara pasif, yaitu: air dan beberapa mineral. Absorpsi fasilitatif tidak membutuhkan energi, hanya membutuhkan alat angkut protein untuk memindahkan zat gizi dari saluran cerna ke sel yang

mengabsorpsi. Hal ini terjadi karena perbedaan konsentrasi dan ini dilakukan pada absorpsi fruktosa. Beberapa zat gizi mungkin menggunakan alat angkut yang sama, sehingga berkompetisi untuk diabsorpsi.

Zat-zat gizi yang larut air (protein, karbohidrat, vitamin larut air, mineral), termasuk hasil pencernaan lemak berupa emulsi, diabsorpsi langsung oleh vili usus halus ke pembuluh darah melalui pembuluh kapiler dan diteruskan menuju pembuluh vena organ hati. Di dalam hati makanan di sortir, yang berbahaya dimusnahkan, kemudian dibawa kembali ke pembuluh vena dan diedarkan ke seluruh tubuh atau sel-sel tubuh dan siap dimanfaatkan tubuh dan dimetabolisme menjadi energi. Berikut skema proses penyerapan zat gizi makanan larut air;



Gambar 11. Skema Proses Penyerapan Zat Gizi Makanan Larut Air

Lemak berbentuk molekul besar dan vitamin larut lemak sehingga dalam proses penyerapan tidak bisa langsung memasuki pembuluh darah. Zat gizi tersebut akan membentuk molekul-molekul yang lebih besar dan pada permukaannya akan ditempatkan protein-protein khusus sehingga membentuk kilomikron. Kilomikron akan masuk ke dalam sistem limfe. Sistem limfe merupakan jalur satu arah bagi cairan yang berasal dari jaringan tubuh untuk masuk ke darah, Cairan limfe hampir sama dengan darah, hanya tidak mengandung sel darah merah. Sistem limfe tidak mempunyai pompa, sebagian besar limfe pada akhirnya berkumpul ke

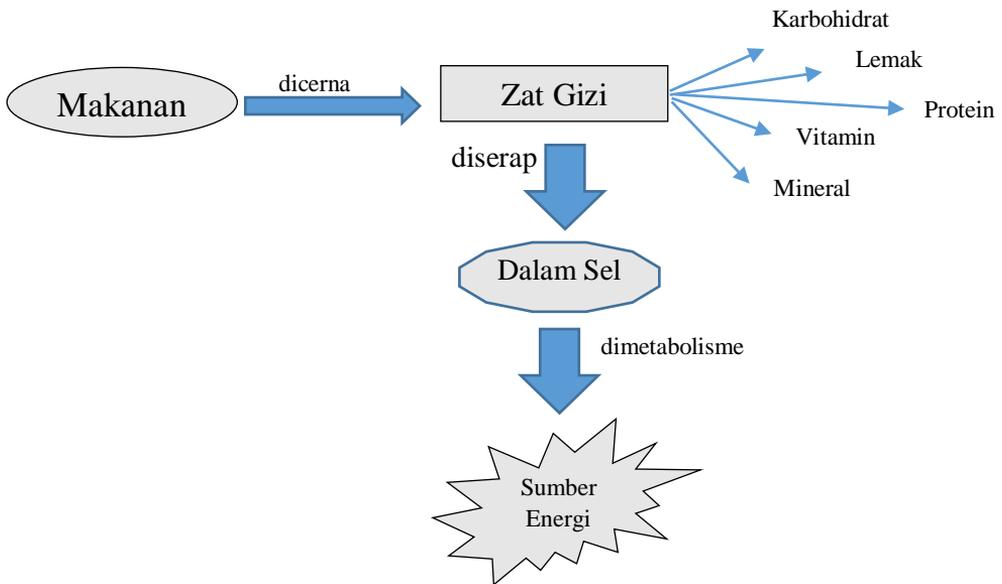
dalam pipa/ductus besar di belakang hati. Duktus ini berakhir di suatu vena yang membawa limfe ke jantung. Dengan cara ini lemak bermolekul besar dan vitamin larut lemak dapat memasuki sistem vaskuler atau sistem peredaran darah seperti zat-zat gizi lain, tanpa terlebih dahulu masuk ke hati. Berikut skema proses penyerapan zat gizi makanan tidak larut air;



Gambar 12. Skema Proses Penyerapan Zat Gizi Makanan Tidak Larut Air

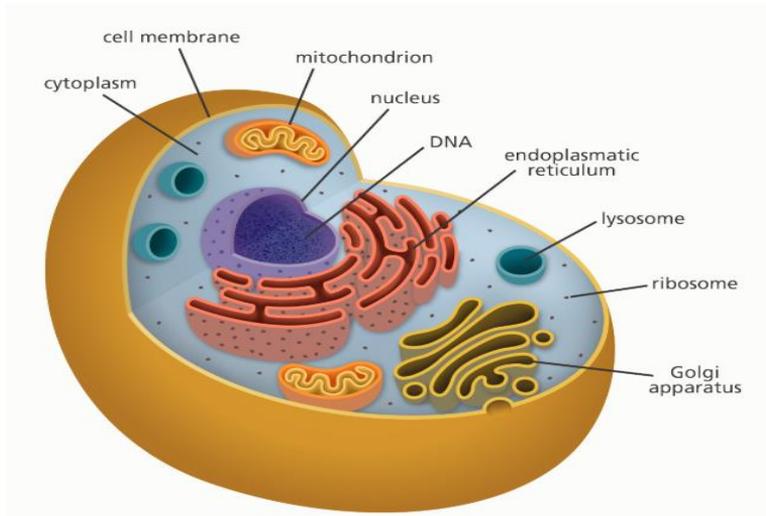
F. Metabolisme Zat Gizi

Zat-zat gizi yang sudah diabsorpsi dan sampai di sel seluruh tubuh siap dimanfaatkan dan dimetabolisme menjadi energi. Zat-zat gizi yang akan dimetabolisme menjadi energi adalah karbohidrat, protein, dan lemak. Sedangkan vitamin dan mineral akan berperan sebagai koenzim dan kofaktor dalam proses metabolisme. Sisa-sisa metabolisme yang tidak dibutuhkan tubuh akan dikeluarkan melalui sistem ekskresi dan sistem pernafasan. Sisa-sisa ini dapat berupa: urea, air, CO₂. Hubungan pencernaan, absorpsi, dan metabolisme makanan dapat dilihat pada skema berikut;



Gambar 13. Skema Hubungan Pencernaan, Absorpsi, dan Metabolisme Makanan

Metabolisme adalah proses pemecahan zat-zat gizi di dalam tubuh untuk menghasilkan energi atau untuk pembentukan struktur tubuh. Proses metabolisme ini terjadi di dalam mitokondria masing-masing sel tubuh, terutama sel hati. Sel tubuh dapat dilihat pada gambar berikut;



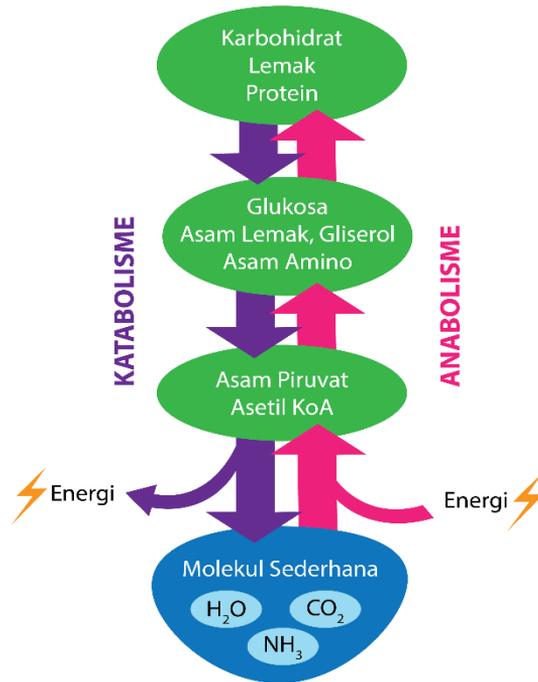
Gambar 14. Gambar Struktur Sel

Sumber : *Genome Research Limited*

Proses metabolisme terdiri dari **anabolisme** dan **katabolisme**. Anabolisme adalah reaksi menggabungkan molekul-molekul kecil menjadi makromolekul yang lebih kompleks, contoh: glukosa diubah menjadi glikogen, asam lemak dan gliserol menjadi trigliserida, atau asam amino menjadi protein. Katabolisme adalah reaksi memecah molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana, contoh: pemecahan glukosa menjadi asam piruvat yang melepaskan atau menghasilkan energi.

Selama proses pencernaan, zat gizi penghasil energi (karbohidrat, protein, lemak) dipecah menjadi glukosa (dan monosakarida lainnya), asam-asam amino, gliserol dan asam lemak. Dengan penambahan enzim dan koenzim, sel akan menggunakan hasil-hasil pencernaan makanan tersebut untuk membangun komponen yang lebih kompleks (anabolisme) untuk membentuk struktur tubuh atau memecahnya lebih lanjut untuk memperoleh energi (katabolisme) sesuai kebutuhan. ATP (adenosine

triphosphate) merupakan bentuk senyawa energi tinggi yang dihasilkan selama proses katabolisme.



Gambar 15. Perbedaan Anabolisme dan Katabolisme

Tubuh lebih menggunakan karbohidrat dan lemak untuk kebutuhan energi. Sedangkan asam amino lebih diprioritaskan untuk membentuk protein struktur tubuh, akan tetapi protein juga melewati jalur metabolisme dan berkontribusi sekitar 10-15% energi yang digunakan per hari. Glukosa, asam lemak, gliserol, dan asam amino hasil pencernaan makanan yang diabsorpsi tubuh akan dimetabolisme menjadi energi dan kebanyakannya yang tidak dimanfaatkan sebagai energi akan disimpan dalam bentuk glikogen dan trigliserida (lemak tubuh).

a. Metabolisme Karbohidrat

Pencernaan karbohidrat menghasilkan glukosa. Sebagian glukosa disimpan sebagai glikogen, dan sebagian dibawa ke otak dan sel lainnya. Di dalam sel glukosa mengalami **glikolisis**, yaitu dipecah menjadi piruvat dan selanjutnya dioksidasi menjadi asetil KoA untuk menghasilkan energi. Asetil KoA memasuki siklus TCA atau siklus krebs dan RTE atau jalur *transport electron* untuk menghasilkan lebih banyak energi. Glukosa melalui piruvat dapat diubah menjadi gliserol dan melalui asetil KoA menjadi asam lemak (lipogenesis).

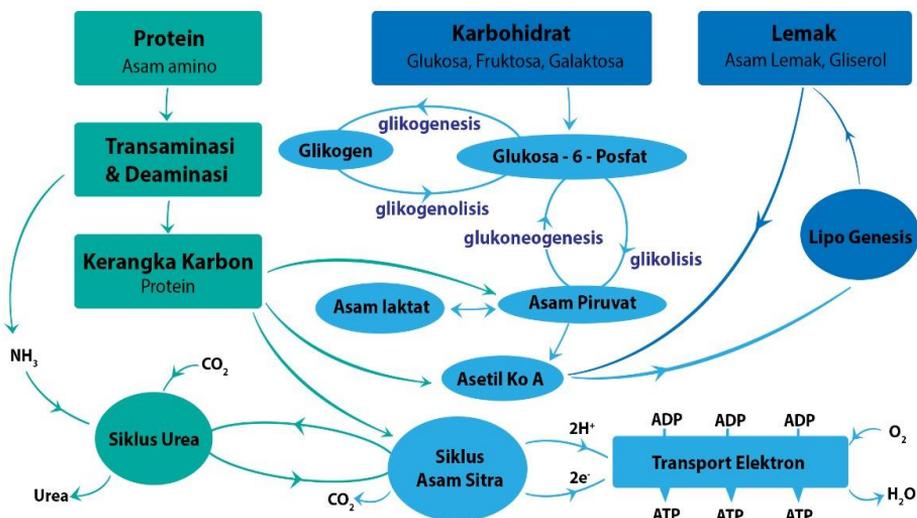
b. Metabolisme Lemak

Pencernaan lemak menghasilkan gliserol dan asam lemak. Sebagian dirakit kembali di dalam hati dan disimpan sebagai lemak di dalam sel-sel lemak. Sebagian dari asam lemak diubah menjadi asetil KoA, memasuki siklus TCA dan RTE untuk menghasilkan energi atau membentuk bahan-bahan keton. Sebagian dari gliserol diubah menjadi piruvat yang dapat diubah menjadi glukosa atau asetil KoA untuk menghasilkan energi. Lemak mengandung energi paling banyak untuk berat yang sama. Satu molekul glukosa dengan dua belas atom hydrogen akan menghasilkan 38 ATP. Sedangkan satu molekul lemak dengan 16 karbon akan menghasilkan 129 ATP jika dibakar sempurna.

b. Metabolisme Protein

Pencernaan protein menghasilkan asam amino. Sebagian besar asam amino digunakan untuk pembangunan protein tubuh. Bila ada kelebihan asam amino atau karbohidrat dan lemak tidak mencukupi untuk energi, sebagian dari asam amino dipecah melalui jalur yang sama dengan glukosa untuk menghasilkan energi. Beberapa jenis asam amino bisa langsung memasuki siklus TCA untuk menghasilkan energi.

Asetil KoA memegang peranan sentral dalam metabolisme energi. Semua metabolisme energi melalui asetil KoA. Walaupun karbohidrat, lemak, protein memasuki siklus TCA melalui jalur yang berbeda, cara menghasilkan energi setelah itu adalah sama. Penjelasan lebih lanjut tentang katabolisme (pemecahan molekul menjadi energi) ketiga zat gizi ini yang menghasilkan produk antara yang sama berupa Asetil KoA dapat dijelaskan melalui bagan pada gambar 11.



Gambar 16. Kesimpulan Metabolisme Karbohidrat, Protein, Lemak

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas proses metabolisme makanan sehingga menghasilkan energi bagi tubuh.

RINGKASAN

Sistem pencernaan adalah sistem tubuh yang terdiri dari saluran dan organ yang memecah molekul makanan dari yang besar atau kompleks menjadi molekul makanan lebih kecil atau sederhana sehingga dapat diserap ke dalam cairan plasma darah yang dimulai dari mulut dan berakhir di anus. Makanan yang sudah dicerna kemudian diabsorpsi melalui usus halus selanjutnya mengalami proses metabolisme untuk menghasilkan energi atau untuk pembentukan struktur tubuh.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas dan jelas !

- a) Jelaskan apa yang dimaksud dengan anabolisme dan katabolisme !
- b) Jelaskan proses metabolisme karbohidrat menghasilkan energi !

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi terutama tentang permasalahan kesehatan yang berdampak pada proses pencernaan, absorpsi dan metabolisme makanan dalam tubuh.

3. Daftar Pustaka.

- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.

- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- DeMan, J. M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational deja-vu? Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Gillespie S. 1997. *Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options*. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Linder M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. *Ilmu Gizi I*. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. *Ilmu Gizi II*. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhtadi, Deddi. 2008. *Pengantar Ilmu Gizi*. Jakarta. Alfabeta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Sediaoetama, A. D. 2010. *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I*. Jakarta: Dian Rakyat.

- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.

4. Daftar Singkatan

ATP	Adenosine Triphosphat
CO ₂	Karbon Dioksida
HCl	Hidrogen Klorida / Asam Klorida (Asam Lambung)
TCA	Tricarboxylic acid cycle / Siklus asam trikarboksilat
RTE	Rantai Transport Elektron

5. Glosarium

Asetil KoA	: Molekul yang berpartisipasi dalam reaksi biokimia dan metabolisme protein, karbohidrat dan lipid
Amilase	: enzim yang memecah pati, mengubahnya menjadi gula
Bolus	: massa makanan yang telah mengalami proses pencernaan di dalam mulut dan siap untuk ditelan dan mengalami proses pencernaan selanjutnya.
Esofagus	: saluran yang mengalirkan makanan dari mulut ke lambung
Emulsifier	: pengemulsi lemak sehingga lemak akan lebih mudah dipecah

- Gerakan Peristaltik : Serangkaian gerakan kontraksi dan relaksasi otot di saluran pencernaan yang berfungsi mendorong makanan.
- Katup Kardiak : Tempat pertama masuknya makanan setelah kerongkongan
- Katup Pylorus : Bagian lambung yang paling akhir yang berhubungan langsung dengan usus halus
- Kimus : Bahan setengah cair, seperti bubur, terdapat di dalam lambung sebagai hasil pencernaan makanan

ENERGI

Deskripsi Bab :

Pada bab ini membahas tentang energi, faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan energi, cara menghitung kebutuhan energi.

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa dapat menjelaskan kebutuhan energi pada kondisi istirahat dan faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan energi seseorang, serta mampu menghitung dengan cara cepat kebutuhan energi individu

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

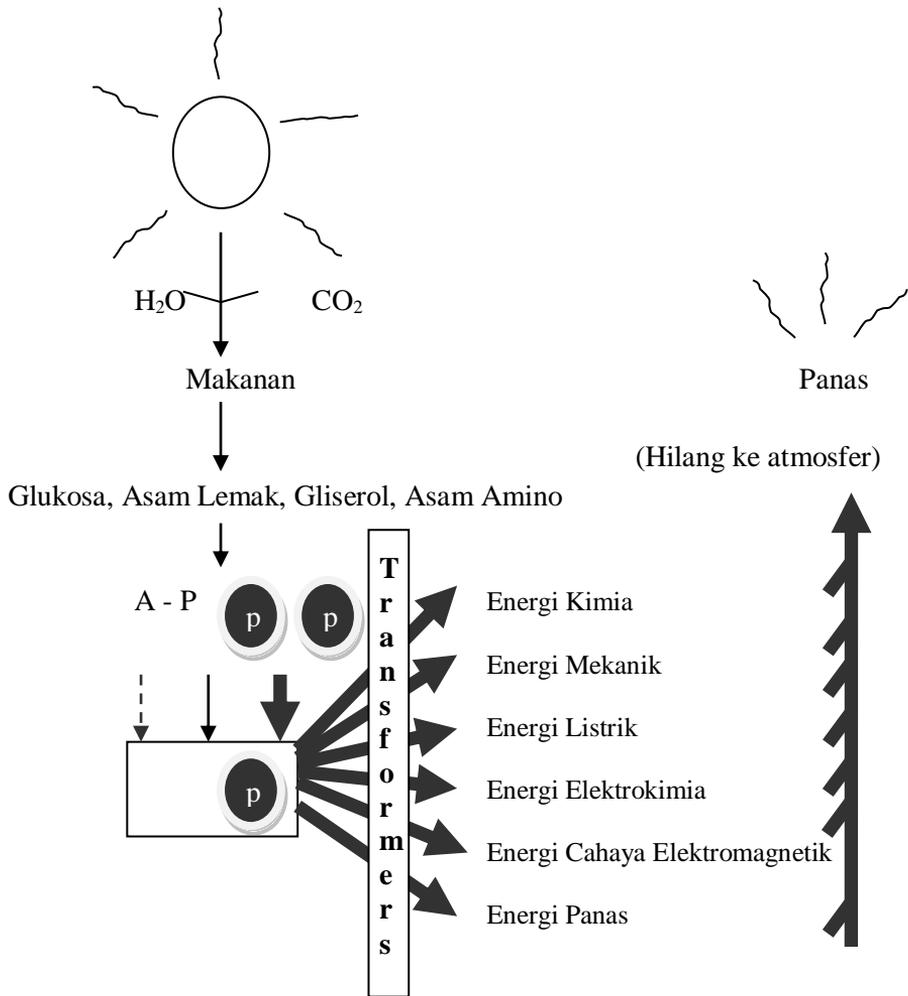
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai konsep energi serta terampil dalam menghitung kebutuhan energi individu

A. Pengertian Energi dan Panas

Pengertian energi adalah daya atau kekuatan yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi dinyatakan

dalam unit panas atau kilokalori (kcal). Satu kilokalori dinyatakan sebagai jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg air sebanyak 1⁰C.



Gambar 17. Ilustrasi Pembentukan Energi

Hewan dan manusia berbeda dengan tumbuh-tumbuhan dalam menghasilkan dan memanfaatkan energi. Tumbuh-tumbuhan mampu menggunakan energi solar yang berasal dari matahari secara langsung

untuk mensintesis molekul kompleks sebagai sumber energi, seperti karbohidrat, lemak, protein. Sedangkan hewan dan manusia bergantung dari energi kimia yang tersimpan dalam makanan hasil sintesis tumbuhan. Energi ini akan dirubah ke dalam berbagai bentuk energi sesuai kebutuhan tubuh, seperti energi mekanik untuk kontraksi otot, energi listrik untuk pemeliharaan kestabilan ion antar membran, dan lainnya. Proses perubahan energi makanan ke dalam bentuk energi lain tidaklah berjalan efisien, sekitar 75% energi makanan dikeluarkan dalam bentuk panas.

B. Energi Makanan

Energi makanan dihitung dengan calorimeter langsung atau calorimeter bom. Kalorimeter merupakan alat berupa kotak yang diisolasi, berukuran kurang lebih 30,5 cm³. Energi yang ditentukan melalui kalorimeter ini adalah energi kasar makanan dan mewakili energi kimia total dari makanan tersebut. Angka energi kasar untuk karbohidrat adalah 4,1 kkal/g, untuk lemak 8,87 kkal/g, dan protein 5,65 kkal/g.

Tidak seluruh energi yang tersedia dalam makanan dapat dimanfaatkan tubuh, hanya 99% dari karbohidrat, 95% dari lemak, dan 92% dari protein yang dimakan dapat diabsorpsi. Sehingga nilai-nilai dari energi kasar yang diperoleh dari calorimeter dikoreksi dan dibulatkan menjadi: 4 kkal/g untuk karbohidrat dan protein, dan 9 kkal/g untuk lemak. Nilai-nilai ini dinamakan faktor Atwater.

C. Energi Basal Metabolisme

Energi metabolisme basal adalah energi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi vital tubuh, seperti untuk pernafasan, peredaran darah, kerja ginjal, dan lainnya, dengan kondisi tubuh sedang

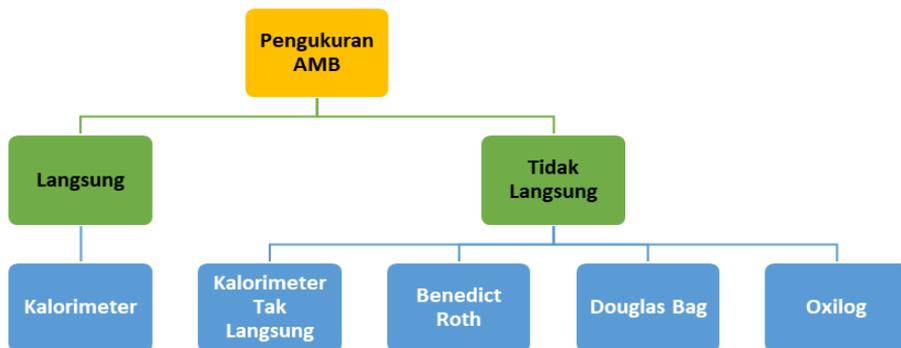
istirahat total. Istirahat total yang dimaksud setidaknya adalah istirahat pencernaan atau 12 jam setelah makan, istirahat fisik dan emosi.

Kurang lebih dua pertiga energi yang dikeluarkan seseorang dalam sehari digunakan untuk kebutuhan aktivitas metabolisme basal tubuh. Angka metabolisme basal dinyatakan dalam kilokalori per kilogram berat badan per jam. Angka ini berbeda-beda antar individu dan bahkan berbeda pada individu yang sama pada waktu berbeda jika terjadi perubahan keadaan fisik dan lingkungan.

Energi metabolisme basal meningkat ketika sedang masa pertumbuhan seperti pada kelompok anak-anak, remaja dan ibu hamil. Contoh kondisi ini adalah Angka Energi Metabolisme Basal (AMB) bagi orang dewasa dengan berat normal adalah lebih tinggi 1,5 kali dibanding orang obes. Hal ini karena jaringan tanpa lemak pada orang dewasa lebih aktif dibandingkan dengan jaringan lemak yang banyak terdapat orang obes. Selain itu, AMB seseorang meningkat ketika dalam kondisi demam, stress atau di bawah tekanan, dan ketika memiliki kadar hormon tiroid yang tinggi. Sedangkan AMB menurun ketika dalam kondisi puasa dan kurang gizi.

a. Pengukuran Energi Metabolisme Basal

Angka energi metabolisme basal (AMB) atau *Basal Metabolic Rate* (BMR) dapat diukur melalui kalorimeter langsung dan kalorimeter tidak langsung. Pengukuran metabolisme basal dilakukan pada pagi hari terhadap subjek dalam keadaan istirahat total baik fisik maupun emosional, tidak makan selama 12 jam terakhir serta berada pada suhu dan lingkungan yang nyaman. Gambaran ringkas cara mengukur AMB dapat dilihat pada gambar berikut;



Gambar 18. Bagan Cara Mengukur AMB

Pengukuran metabolisme basal dengan menggunakan kalorimeter langsung dilakukan dalam ruangan pernafasan yang dialirkan ke air seperti rancangan alat kalorimeter bom. Sedangkan pengukuran dengan tidak langsung menggunakan rasio pernafasan atau *Respiratory Quotient* (RQ). Berikut cara menghitung RQ;

$$RQ = \frac{\text{Jumlah mol } CO_2}{\text{Jumlah mol } O_2}$$

Teori ini berdasarkan analogi jika makanan dioksidasi menghasilkan panas dalam tubuh, maka proporsi jumlah oksigen yang digunakan dan karbondioksida yang dihasilkan sebanding dengan jumlah panas yang dikeluarkan.

b. Menghitung Energi Basal Metabolisme

Untuk menghitung energi metabolisme seseorang dapat menggunakan beberapa rumus berikut;

1) Berdasarkan BB normal

Laki-laki : $AMB = BB \text{ (kg)} \times 1 \times 24 \text{ kkal}$

Perempuan : $AMB = BB \text{ (kg)} \times 0,9 \times 24 \text{ kkal}$

2) Rumus Harist Benedict

Laki-laki : $AMB = 66,5 + [13,5 \times BB \text{ (kg)}] + [5 \times TB \text{ (cm)}$

$(6,75 \times \text{Umur (th)})$

Perempuan : $AMB = 651 + [9,56 \times BB \text{ (kg)}] + [1,85 \times TB \text{ (cm)} -$

$(4,68 \times \text{Umur (th)})$

3) Cara Cepat

Laki-laki : $AMB = 30 \text{ (kkal)} \times BB \text{ (kg)}$

Perempuan : $AMB = 25 \text{ (kkal)} \times BB \text{ (kg)}$

4) AMB Berdasarkan BB menurut FAO/WHO/UNU

Cara mengetahui angka energi metabolisme basal atau disingkat AMB berdasarkan Berat Badan (BB) seseorang menurut FAO/WHO/UNU.

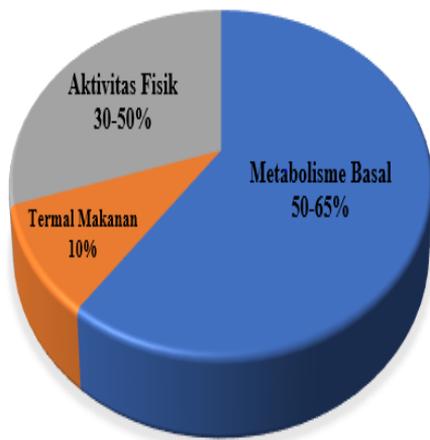
Tabel 2. AMB berdasarkan BB menurut FAO/WHO/UNU

Usia	Laki-Laki	Perempuan
0-3	60,9 BB-54	61BB-51
3-10	22,7 BB+495	22,5BB+499
10-18	17,5 BB+651	12,2 BB + 746
18-30	15,3 BB + 679	14,7 BB + 496

30-60	11,6 BB + 879	8,7 BB + 829
>60	13,5 BB + 487	10,5 BB + 596

D. Kebutuhan Energi Total

Kebutuhan energi adalah konsumsi energi yang berasal dari makanan yang diperlukan untuk menutupi pengeluaran energi. Pengeluaran energi (*energy expenditure*) utama seseorang terdiri dari 3



komponen, yaitu: 1) Energi metabolisme basal, 2) Aktivitas fisik, 3) Termal Makanan (*Thermic effect of food/TEF*). Energi metabolisme basal adalah komponen pengeluaran energi paling besar dan energi termal makanan adalah paling kecil. Sedangkan aktivitas fisik bervariasi tergantung pola aktivitas fisik individu. Seseorang yang tidak

beraktifitas fisik atau dalam keadaan santai (*sedentary*), aktivitas fisiknya sekitar separuh dari energi metabolisme basal, sedangkan orang yang dengan aktifitas fisik sangat tinggi paling banyak setara dengan energi metabolisme basal. Termal Makanan (*Thermic effect of food/TEF*) atau *specific dynamic activity(SDA) of food* adalah estimasi energi yang dibutuhkan untuk memproses makanan didalam tubuh (mencerna, menyerap, metabolisme, mentransportasi dan menyimpan zat gizi).

E. Faktor –Faktor yang Berhubungan dengan Kebutuhan Energi

Estimasi kebutuhan energi seseorang dipengaruhi beberapa faktor berikut:

1. Jenis Kelamin

Secara umum, wanita memiliki BMR lebih rendah dibandingkan dengan pria karena pria mempunyai lebih banyak otot atau jaringan tanpa lemak dibandingkan wanita. Sehingga dengan kondisi tersebut pria lebih banyak membutuhkan energi dibandingkan dengan wanita.

2. Faktor Pertumbuhan

BMR orang yang sedang mengalami pertumbuhan seperti kelompok bayi, balita, remaja dan ibu hamil lebih tinggi dibandingkan kelompok umur lainnya. Sehingga orang yang sedang mengalami pertumbuhan memerlukan energi yang lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak mengalami pertumbuhan.

3. Umur

BMR seseorang menurun sesuai umur, semakin dewasa seseorang semakin berkurang komposisi otot atau jaringan tanpa lemaknya. Selain itu, semakin tua seseorang maka semakin berkurang aktivitas fisiknya. Penurunan aktivitas fisik ini rata-rata 5% per dekade.

4. Aktivitas Fisik

Semakin banyak atau tinggi aktivitas fisik seseorang, semakin tinggi kebutuhannya. Selama beraktivitas, otot memerlukan energi untuk berpindah, jantung dan paru-paru membutuhkan energi tambahan untuk menyuplai oksigen dan zat gizi. Sejumlah energi dibutuhkan untuk aktivitas fisik, apakah itu

untuk bermain sepak bola, belajar, duduk, atau berdiri, namun semua itu juga tergantung oleh faktor, yaitu ukuran dan komposisi tubuh. Selain itu, energi untuk aktivitas fisik juga tergantung durasi, frekuensi dan intensitas aktivitas.

5. Ukuran dan komposisi tubuh

BMR lebih tinggi pada orang yang lebih tinggi dan lebih berat. Massa otot yang lebih besar dan BB yang lebih berat membutuhkan energi yang lebih besar.

F. Keseimbangan Energi

Keseimbangan energi dicapai ketika energi yang masuk sama dengan energi yang dikeluarkan. Keseimbangan energi akan menghasilkan berat badan (BB) atau status gizi ideal/normal. Cara mudah menentukan berat badan ideal adalah:

$$\text{BB Ideal} = (\text{Tinggi Badan} - 100) - 10\%$$

Sedangkan indikator dalam menentukan status gizi ideal orang dewasa adalah dengan perhitungan IMT (Indeks Massa Tubuh). Perhitungan untuk IMT dapat dilihat pada rumus berikut;

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan}^2 \text{ (m)}}$$

Status gizi normal jika perhitungan IMT memperoleh nilai 18,5 sampai 25. Adapun rinciannya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut;

Tabel 3. Batas Ambang IMT untuk Orang Indonesia

LATIHAN

Pada materi	Kategori	IMT
ii Sumber: P2PTM Kemenkes, 2019 berdiskusi secara berkelompok membahas faktor-faktor yang berhubungan dengan kebutuhan energi individu.	Anggapan BB tingkat berat	< 17,0
	Anggapan BB tingkat ringan	17,0-18,4
	Normal	18,5-25,0
	Gemuk	Kelebihan BB tingkat ringan (<i>overweight</i>) Kelebihan BB tingkat berat (<i>obess</i>)

RINGKASAN

Energi diartikan sebagai daya atau kekuatan yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi dinyatakan dalam unit panas atau kilokalori (kcal). Kebutuhan energi individu adalah konsumsi energi yang berasal dari makanan yang diperlukan untuk menutupi pengeluaran energi yang terdiri dari 3 komponen, yaitu energi metabolisme basal, aktivitas fisik dan Termal Makanan atau *Specific Dinamic Action*.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas dan jelas !

- a) Jelaskan pengertian energi metabolisme basal !
- b) Jelaskan faktor-faktor yang berhubungan dengan kebutuhan energi individu

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi terutama tentang pengolahan bahan makanan sumber lemak.

3. Daftar Pustaka

- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med*. 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.

- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. Public Health. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. The New Public Health. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from:

http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en

WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.

Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.

4. Daftar Singkatan

AMB	Angka Metabolik Basal
BB	Berat Badan
BBI	Berat Badan Ideal
BMR	Basal Metabolic Rate
IMT	Indeks Massa Tubuh
TEF	<i>Thermic effect of food</i>
SDA	<i>specific dynamic activity</i>
RQ	<i>Respiratory Quotient</i>

AIR

Deskripsi Bab :

Pada bab ini membahas tentang air, mencakup jenis-jenis air, perannya bagi tubuh dan risiko kelebihan dan kekurangan konsumsi air.

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa dapat menjelaskan jenis-jenis air yang dapat dikonsumsi, sumber, peran air bagi tubuh manusia, akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi air serta menghitung kebutuhan air

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai konsep air serta terampil dalam menghitung kebutuhan air bagi individu

A. Pengertian Air

Air dan makhluk hidup memiliki hubungan yang sangat erat, baik itu manusia, hewan dan tumbuhan. Air memiliki peranan penting bagi kehidupan di bumi. Tanpa air yang mencukupi, akan terjadi kekeringan, dehidrasi, bahkan kematian. Air juga merupakan bagian terbesar di bumi.

Sebanyak 71% permukaan bumi terdiri dari air, baik berupa lautan, sungai, danau, hujan, dan uap air.

Tubuh manusia sebagian besar terdiri atas air. Rata-rata 60% berat tubuh manusia terdiri dari air. Kandungan air tersebar di seluruh tubuh, antara lain di bagian plasma, dibagian jaringan lunak, dan organ internal. Menurut beberapa ilmuan, 95% otak manusia tersusun atas air, 82% darah tersusun atas air, sebanyak 75% air terdapat pada jantung, 86% air terdapat pada paru-paru dan 83% air terdapat di ginjal.

Air berguna sebagai zat pengatur dalam tubuh sehingga asupan gizi, oksigen dan zat penting lainnya dapat diterima organ tubuh yang membutuhkan, memperbarui sel, membantu mengatur suhu tubuh agar tetap stabil dan membantu melumasi persendiaan tubuh serta melindungi persendian dari gesekan yang menyakitkan.

Air adalah suatu zat dengan rumus kimia H_2O yang tidak memiliki warna, rasa, dan aroma. Air memiliki fungsi bagi kehidupan yang tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Kehilangan air sebanyak 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang disebabkan oleh dehidrasi. Orang dewasa perlu minum air sebanyak 1,5 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. Tubuh manusia membutuhkan air untuk transportasi zat-zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh, contohnya melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluh-pembuluh darah yang ada disekitar alveoli paru.

Air merupakan senyawa kimia dengan rumus H_2O , artinya satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen

pada satu atom oksigen. Air mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan suhu 273,15 K (0°C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting karena mampu melarutkan zat kimia lainnya seperti garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan senyawa organik.

Air memiliki sifat khas yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia lain. Diantara sifat-sifat tersebut adalah air memiliki titik beku 0°C dan titik didih 100°C, sehingga pada suhu sekitar 0°C sampai 100°C yang merupakan suhu yang sesuai untuk kehidupan, air berwujud cair. Hal ini sangat menguntungkan bagi makhluk hidup, karena tanpa sifat ini air yang terdapat pada jaringan tubuh makhluk hidup maupun yang terdapat di laut, sungai, danau dan badan perairan yang lain mungkin ada dalam bentuk gas ataupun padat. Sedangkan yang diperlukan dalam kehidupan adalah dalam bentuk cair.

B. Kebutuhan Air

Kebutuhan air sehari-hari berbeda-beda untuk tiap tempat dan tingkatan kehidupan. Semakin tinggi taraf kehidupan maka semakin terdapat peningkatan taraf kebutuhan air. Air minum merupakan kebutuhan manusia paling penting. Kebutuhan minum setiap orang bervariasi dari 2,1 liter hingga 2,8 liter perhari, tergantung pada berat badan dan aktivitasnya. Menurut WHO dalam Depkes (2006) beberapa data menyebutkan bahwa volume kebutuhan air bersih bagi penduduk rata-rata di dunia berbeda. Di negara maju, air yang dibutuhkan adalah lebih kurang 500 liter/orang/hari, sedangkan di Indonesia (terutama kota besar), kebutuhan air sebanyak 200-400 liter/orang/hari dan di daerah pedesaan hanya 60 liter/orang/hari. Kualitas air bersih di Indonesia harus

memenuhi persyaratan yang tertuang dalam Kepmenkes RI No. 907/Men.Kes/SK/VII/2002, yaitu setiap komponen yang berada di dalamnya harus sesuai.

Air yang diperoleh tubuh berasal dari dua sumber utama, yaitu air yang dikonsumsi dalam bentuk cairan atau air dalam makanan sebesar 2100 mL/hari dan air metabolik (endogen) 200 mL/hari dengan demikian total konsumsi air sebesar 2300 mL/hari. Air metabolik berasal dari oksidasi bahan makanan seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Jumlah air metabolik yang terbentuk tergantung kecepatan metabolisme seseorang. Sebagian besar air diperoleh secara oral, baik sebagai minuman (1200-1500 mL) atau yang dikonsumsi dari makanan, atau yang dikonsumsi dari makanan dan minuman (800-1000 mL). Antara individu atau bahkan individu yang sama dengan hari yang berbeda terdapat variasi konsumsi air minum yang berbeda tergantung iklim kebiasaan, dan tingkat aktivitas fisik. Kebutuhan air pada manusia khususnya di Indonesia telah ada di dalam AKG (Angka Kecukupan Gizi) tahun 2013.

C. Sumber Air

Kebutuhan air sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia sehingga penyediaan air baik dari segi kuantitas maupun kualitas harus diupayakan. Kuantitas air merupakan ketersediaan air sehingga kuantitas air dikatakan baik apabila ketersediaannya mencukupi dan dapat memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya. Ketersediaan air yang berada dipermukaan bumi berasal dari beberapa sumber. Berdasarkan letak sumbernya air dibagi menjadi tiga yaitu air hujan, air permukaan dan air tanah. Air merupakan sumber utama air di bumi, air

ini pada saat pengendapan dapat dianggap sebagai air yang paling bersih, tetapi pada saat di atmosfer cenderung mengalami pencemaran oleh beberapa partikel debu, mikroorganisme, dan gas seperti karbon dioksida, nitrogen dan amonia.

Air permukaan meliputi aliran-aliran sungai, danau, telaga, waduk, rawa dan sumur permukaan. Sebagian air permukaan ini berasal dari air hujan dan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, dan lainnya. Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi kemudian penyerapan ke dalam tanah dan penyaringan secara alami. Proses-proses ini menyebabkan air tanah menjadi lebih baik dari air permukaan.

D. Fungsi Air

Air memiliki peran yang penting dalam kehidupan manusia, antara lain sebagai berikut;

1. Pembentuk sel dan cairan tubuh. Air ditemukan di setiap sel, jaringan, dan kompartemen tubuh.
2. Sebagai pengatur suhu tubuh. Melalui penguapan keringat di kulit dan udara, nafas serta pelarutan zat-zat di dalam tubuh (zat gizi, gas, sisa metabolisme).
3. Media reaksi kimiawi metabolisme berlangsung. Media transportasi zat gizi dan oksigen (gas dalam darah).
4. Air sebagai zat gizi makro. Air terlibat dalam seluruh reaksi hidrolisis protein, karbohidrat dan lemak. Air juga diproduksi dari hasil metabolisme oksidatif yang berisi substrat hidrogen.
5. Air juga berfungsi sebagai pelumas dan bantalan pada persendiaan.
6. Media pengeluaran racun dan produk sisa metabolisme.

7. Pengaturan keseimbangan elektrolit. Air menjaga volume vaskuler dan sirkulasi darah yang berperan penting dalam fungsi seluruh organ dan jaringan tubuh.

Air Minum

Air memegang peranan penting dalam tubuh manusia yaitu sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur suhu tubuh, pelarut, pelumas dan bantalan, media transportasi dan media eliminasi toksin dan produk sisa metabolisme. Air putih dinilai sebagai jenis air yang ideal untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan air pada kondisi normal. Banyak orang yang mengalami kekurangan air minum sehingga berdampak negatif pada fisik dan mental, serta dampak jangka panjangnya berkaitan dengan risiko penyakit tidak menular seperti obesitas, penyakit ginjal, kencing batu dan lain-lain.

Kebutuhan air untuk minum memiliki beberapa kriteria atau biasa disebut kualitas atau standar air minum. Kualitas air minum perlu diperhatikan sebelum dikonsumsi, sebab air yang tidak bersih atau kualitas rendah dapat merugikan kesehatan manusia. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan air minum berikut :

1. Syarat fisik. Air memiliki syarat fisik agar dapat memenuhi persyaratan air minum dan tidak membahayakan kesehatan manusia, antara lain tidak berwarna (jernih/bening), tidak berasa (tawar), tidak berbau (bau khas air), suhu sebaiknya dibawah suhu udara, sejuk ($\pm 25^{\circ}\text{C}$)
2. Syarat kimia. Air minum yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia dan mineral, terutama oleh zat-zat kimia dan mineral yang dapat membahayakan kesehatan

dan menimbulkan kerusakan pada tempat penyimpanan air. Sebaliknya, zat ataupun bahan kimia dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh, hendaknya harus terdapat dalam kadar yang wajar dalam air minum tersebut.

3. Syarat biologi. Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen), tidak boleh mengandung bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 koloni/100 ml air. Bakteri dari golongan coli ini berasal dari usus besar dan tanah. Air yang mengandung golongan coli dengan kadar melebihi batas yang ditentukan, dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa mengalami proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Jenis air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002, meliputi :

1. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga.
2. Air yang didistribusikan melalui tangki air
3. Air kemasan
4. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat.

Distribusi Air dalam Tubuh

Air merupakan persentase paling besar dari berat badan manusia. Air tubuh total atau *total body water* (TBW) adalah persentase berat air

dibandingkan dengan berat total, yang bervariasi menurut jenis kelamin, umur dan kandungan lemak tubuh. Air membentuk sekitar 60% dari berat badan seorang pria dan 50% dari berat badan wanita. Seiring bertambahnya usia maka persentase air dalam tubuh menurun.

Cairan tubuh tersebar antara dua kompartemen cairan utama yaitu cairan di dalam sel (cairan intrasel) dan cairan mengelilingi sel (ekstra sel). Cairan intraseluler adalah cairan yang berada di dalam sel di seluruh tubuh. Pada orang dewasa kira-kira $\frac{2}{3}$ dari cairan tubuh adalah cairan intraseluler. Komposisi cairan intraseluler dijaga oleh perpindahan zat larut yang melewati membran sel dengan cara transpor aktif.

Cairan ekstraseluler ialah cairan yang berada di luar sel dan terdiri dari tiga kelompok, yaitu cairan intravaskuler (plasma) adalah cairan yang berada di dalam sistem vaskuler. Cairan interstisial adalah cairan yang terletak di antar sel. Cairan transeluler adalah cairan sekresi khusus seperti cairan serebrospinal dan sekresi saluran cerna. Distribusi total air dalam persentase berat badan dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 4. Distribusi Total Air Tubuh dalam Persentase Berat Badan

Penggolongan manusia	Total Air Tubuh dalam Persentase Berat Badan
Bayi baru lahir	75%
Pria (20 – 40 tahun)	60%
Wanita (20-40 tahun)	50%
Lansia (> 60 tahun)	45 – 50%

E. Akibat Kekurangan dan Kelebihan Konsumsi Air

Salah satu dampak kekurangan air adalah dehidrasi atau kekurangan cairan. Dehidrasi merupakan keadaan keseimbangan air negatif, ketika terjadi proses hilangnya cairan dari dalam tubuh melalui cairan urin, keringat, feses, dan udara pernafasan. Dehidrasi terjadi ketika keringat yang dikeluarkan lebih banyak dari pada jumlah cairan yang di konsumsi. Umumnya dehidrasi yang terjadi adalah kekurangan air saja tanpa terjadi kekurangan garam/elektrolit tubuh. Faktor yang mempengaruhi besarnya jumlah kehilangan air dan penurunan kinerja fisik ialah suhu lingkungan, beratnya latihan fisik yang dilakukan dan toleransi individu terhadap dehidrasi.

Kebutuhan cairan tubuh setiap orang berbeda-beda, hal ini bergantung pada beberapa faktor seperti jenis kegiatan, jenis kelamin, dan kondisi cuaca. Selain itu kondisi kesehatan juga perlu diperhitungkan. Penderita gangguan ginjal disarankan untuk lebih membatasi konsumsi cairan karena konsumsi cairan yang berlebih akan memperburuk kondisi ginjal. Pada saat kadar air dalam tubuh meningkat, hal ini akan membuat organ ginjal bekerja lebih keras untuk menyaring kelebihan air dan menyebabkan beban ginjal meningkat karena semakin banyak air yang harus disaring oleh glomerulus.

Mengonsumsi air putih berlebihan juga dapat membuat darah lebih encer. Hal ini berarti konsentrasi elektrolit dalam sel-sel tubuh menjadi menurun dan hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya pembengkakan dalam sel-sel tubuh.

Para ahli kesehatan menyarankan agar mengonsumsi air putih secara wajar dan secukupnya sesuai kebutuhan tubuh, serta dilakukan secara bertahap. Kebutuhan air dapat dilihat dari warna urin, urin

berwarna bening atau cerah dan dengan volume yang banyak menandakan bahwa tubuh memiliki jumlah cairan yang cukup. Apabila warna urin lebih gelap dan jumlahnya sedikit menandakan bahwa tubuh sedang membutuhkan asupan cairan.

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas faktor-faktor yang berhubungan dengan kebutuhan air individu.

RINGKASAN

Air adalah suatu zat dengan rumus kimia H_2O yang tidak memiliki warna, rasa, dan aroma. Air yang dikonsumsi manusia berperan penting sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur suhu tubuh, pelarut, pelumas dan bantalan, media transportasi dan media eliminasi toksin dan produk sisa metabolisme. Salah satu dampak kekurangan air adalah dehidrasi atau kekurangan cairan.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan ringkas dan jelas !

- a) Jelaskan faktor yang mempengaruhi kebutuhan air seseorang!
- b) Jelaskan beserta contoh fungsi air bagi tubuh manusia!

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa

mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi terutama konsumsi air individu saat ini.

3. Daftar Pustaka

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakara: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational déjà-vu? Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Geelhoed D, Agadzi F, Visser L, Ablordeppey E, Asare K, O'Rourke P, et al. 2006. Maternal and fetal outcome after severe anemia in pregnancy in rural Ghana. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet]. 2006 Jan 1;85(1):49–55. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016340500334794>
- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.

- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med*. 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. *Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang*. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. *A Guide to Teaching Introductory Psychology*. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. *Ilmu Gizi I*. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. *Ilmu Gizi II*. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Sediaoetama, A. D. 2010. *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. *Nutrition Concept and Controversies*. USA: Wadsworth Cengage Learning.

- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. The New Public Health. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.
- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.
- World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

Depkes	Departemen Kesehatan
H ₂ O	Hidrogen Dioksida
TBW	<i>Total body water</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

VITAMIN LARUT LEMAK

Deskripsi Bab

Pada bab ini membahas tentang vitamin larut lemak mencakup jenis-jenis, perannya bagi tubuh dan risiko kelebihan dan kekurangan konsumsi vitamin larut lemak.

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis vitamin larut lemak, bagaimana perannya dalam tubuh manusia, sumber makanan yang mengandung vitamin yang baik, akibat konsumsi secara kekurangan dan kelebihan terhadap tubuh manusia serta dapat menghitung kebutuhan vitamin larut lemak pada individu yang sehat

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai konsep vitamin larut lemak serta terampil dalam menilai kebutuhan vitamin larut lemak bagi individu

A. Pendahuluan

Vitamin merupakan zat gizi yang terdapat dalam makanan, yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Walaupun dibutuhkan dalam jumlah kecil, peranan vitamin sangat vital bagi pertumbuhan dan perkembangan, pencegahan penyakit, dan mencapai kehidupan yang sehat dan optimal. Vitamin sebagai zat gizi mikro tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga harus didapatkan dari makanan (WHO, 2016).

Kekurangan vitamin masih menjadi masalah di dunia. Diperkirakan separuh anak-anak usia 6 bulan sampai 5 tahun di dunia menderita sakit atau lebih kekurangan zat gizi mikro, dan secara global lebih dari dua juta orang di dunia mengalami kekurangan zat gizi mikro termasuk vitamin. *World Health Organization* (2016) memperkirakan 250 juta anak prasekolah di dunia mengalami defisiensi vitamin A, demikian juga pada ibu hamil sebanyak 250 juta sampai 500 ribu kekurangan vitamin A pada anak menyebabkan kebutaan setiap tahun, separuhnya meninggal antara usia 12 bulan (WHO, 2016). Secara global, 1 dari 3 anak prasekolah dan 1 dari 6 wanita hamil menderita kekurangan vitamin A yang disebabkan kurangnya asupan dari makanan. Sebanyak 150.000 bayi lahir dengan kelainan kelahiran diakibatkan oleh kekurangan asam folat (VMINS, 2016).

Sampai saat ini terdapat 13 jenis vitamin yang telah diakui sebagai vitamin dan esensial bagi kesehatan manusia, yaitu 4 jenis vitamin larut lemak (vitamin A, D, E, dan K), serta 10 jenis vitamin larut air, yaitu vitamin C, B₁, B₂, B₆, B₁₂, asam folat, niasin, asam pantotenat, biotin, dan kolin (Comb, 2012).

Kekurangan vitamin memberikan konsekuensi yang serius terhadap kesehatan di setiap tahap daur kehidupan. Pada bayi,

kekurangan vitamin selama kehamilan ibu akan menyebabkan bayi yang dilahirkan dengan kondisi Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR), tingginya angka kematian, gangguan perkembangan mental, dan meningkatnya risiko terkena penyakit kronis. Pada anak dan remaja, kekurangan vitamin dapat menyebabkan stunting, penurunan kapasitas mental, peningkatan frekuensi infeksi, tidak adekuatnya kejar tumbuh, menurunnya produktivitas, dan tingginya angka kematian. Selanjutnya, konsekuensi kekurangan vitamin pada orang dewasa yaitu menyebabkan rendahnya produktivitas kerja, dan kekurangan gizi. Kemudian spesifik pada wanita dewasa dengan kondisi hamil selain risiko pada bayinya juga akan berisiko pada ibu tersebut berupa meningkatnya komplikasi kehamilan. Sementara itu, pada lansia menyebabkan tingginya risiko penyakit dan gangguan mental (SCCN dan IEPRI, 2000).

Kata vitamin berasal dari bahasa Latin, yaitu gabungan dari kata “vital” artinya “hidup” dan amina (amin) yang mengacu pada suatu gugus organik yang memiliki atom nitrogen (N). Pengertian ini didasarkan pada konsep awal penemuan vitamin, yaitu semua vitamin dianggap mengandung atom N. Akan tetapi, pada akhirnya diketahui bahwa banyak vitamin yang sama sekali tidak memiliki atom N (Bender, 2003)

Vitamin berdasarkan keperluan studi aspek gizi dapat didefinisikan sebagai berikut (Comb, 2012);

1. Suatu senyawa organik yang berbeda dari karbohidrat, lemak, dan protein.
2. Suatu komponen alamiah (*natural component*) pada makanan yang dibutuhkan dalam jumlah kecil.

3. Zat gizi penting yang dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk menjalankan fungsi fisiologis secara normal (fungsi pemeliharaan, pertumbuhan, perkembangan, dan/atau produksi senyawa tertentu).
4. Suatu zat yang ketidakhadirannya atau ketidakcukupannya dapat menyebabkan gangguan spesifik (*spesific deficiency syndrome*).
5. Zat yang tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan fisiologis secara normal.

Beberapa definisi lainnya mengenai vitamin juga hampir sama. Vitamin merupakan zat gizi esensial yang dibutuhkan tubuh, senyawa organik yang mengandung karbon yang berikatan dengan hidrogen dan dibutuhkan dalam jumlah kecil dari makanan. Vitamin tidak dapat menghasilkan energi, tetapi berperan penting dalam membantu proses pertumbuhan, perkembangan, dan pemeliharaan jaringan tubuh (byrd-Bredbenner, dkk, 2007). Vitamin merupakan ikatan organik yang berfungsi sebagai zat pengatur yang dibutuhkan dari makanan karena manusia tidak dapat menyintesisnya sehingga termasuk zat esensial, bahkan karena zat tersebut harus diperoleh dari makanan (Erdman, dkk, 2012).

Pada bab ini khusus dibahas materi tentang vitamin larut lemak, kemudian bab berikutnya dibahas tentang vitamin larut air. Namun ada beberapa bagian dijelaskan secara umum tentang vitamin, seperti awal munculnya penamaan vitamin dan ada bagian yang memunculkan bahasan tentang vitamin larut air untuk membandingkan dengan vitamin larut lemak.

B. Klasifikasi/Penggolongan Vitamin

Terdapat 13 jenis atau kelompok zat gizi yang diakui sebagai vitamin. Empat jenis vitamin bersifat larut dalam lemak, yaitu A,D, E, dan K, sedangkan dua jenis vitamin larut dalam air, yaitu vitamin B dan C.

Selama pertengahan abad ke-20 para ilmuwan sudah mengidentifikasi sebanyak 13 jenis vitamin yang diakui sangat dibutuhkan tubuh. Sebagian besar vitamin ditemukan dengan memberi nama sesuai abjad alfabet, yaitu A, B, C, D, dan E. Belakangan ini beberapa zat yang diklasifikasikan sebagai vitamin B dikeluarkan karena terbukti merupakan zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Vitamin B awalnya dianggap memiliki bentuk kimia tunggal, tetapi ternyata mempunyai bentuk yang berbeda-beda sehingga sampai sekarang terdapat 8 jenis vitamin B.

Vitamin sering dikelompokkan berdasarkan kelarutannya, yaitu vitamin larut lemak (*fat soluble vitamin*) dan vitamin larut air (*water soluble vitamin*). Khusus vitamin larut lemak lebih dominan bersifat aromatik dan alifatik serta larut dalam pelarut non-polar. Vitamin larut lemak memiliki ciri-ciri sebagai berikut;

1. Penyimpanannya dalam tubuh disimpan di hati dan jaringan lemak.
2. Dapat bertahan lebih lama di dalam tubuh (*longevity*), dalam bentuk cadangan yang suatu saat dapat digunakan jika asupan vitamin kurang atau tidak tersedia.
3. Vitamin larut lemak diserap melalui usus kecil bersama lemak-lemak makanan dan diekskresikan perlahan.

4. Dapat menyebabkan toksisitas. Vitamin larut lemak disimpan di dalam tubuh sehingga dapat terjadi kelebihan dan menyebabkan keracunan. Umumnya gejala toksisitas terjadi akibat penggunaan suplemen vitamin pada tingkat (dosis) tinggi.

Vitamin larut lemak sangat terkait dengan proses penyerapan dan transpor lemak yang sangat bergantung pada garam empedu. Larutan lemak diangkut ke dalam darah melalui kilomikron, kemudian disimpan di dalam lemak tubuh, meskipun jumlah penyimpanannya berbeda untuk setiap jenis vitamin larut lemak.

Berikut beberapa vitamin larut lemak yaitu Vitamin A, Vitamin D, Vitamin E, dan Vitamin K

1. Vitamin A

Vitamin A, yang juga dikenal dengan nama retinol, merupakan vitamin yang berperan dalam pembentukan indra penglihatan yang baik, terutama di malam hari, dan sebagai salah satu komponen penyusun pigmen mata di retina. Selain itu, vitamin ini juga berperan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan imunitas tubuh. Vitamin ini bersifat mudah rusak oleh paparan panas, cahaya matahari, dan udara. Sumber makanan yang banyak mengandung vitamin A, antara lain susu, ikan, sayur-sayuran (terutama yang berwarna hijau dan kuning), dan juga buah-buahan (terutama yang berwarna merah dan kuning, seperti cabai merah, wortel, pisang, dan pepaya).

Apabila terjadi defisiensi vitamin A, penderita akan mengalami rabun senja dan katarak. Selain itu, penderita defisiensi vitamin A ini juga dapat mengalami infeksi saluran pernafasan, menurunnya daya tahan tubuh, dan kondisi kulit yang kurang sehat. Kelebihan asupan vitamin A

dapat menyebabkan keracunan pada tubuh. Penyakit yang dapat ditimbulkan antara lain pusing-pusing, kerontokan rambut, kulit kering bersisik, dan pingsan. Selain itu, bila sudah dalam kondisi akut, kelebihan vitamin A di dalam tubuh juga dapat menyebabkan kerabunan, terhambatnya pertumbuhan tubuh, pembengkakan hati, dan iritasi kulit.

2. Vitamin D

Vitamin D juga merupakan salah satu jenis vitamin yang banyak ditemukan pada makanan hewani, antara lain ikan, telur, susu, serta produk olahannya, seperti keju. Bagian tubuh yang paling banyak dipengaruhi oleh vitamin ini adalah tulang. Vitamin D ini dapat membantu metabolisme kalsium dan mineralisasi tulang. Sel kulit akan segera memproduksi vitamin D saat terkena cahaya matahari (sinar ultraviolet). Bila kadar vitamin D rendah maka tubuh akan mengalami pertumbuhan kaki yang tidak normal, dimana betis kaki akan membentuk huruf O dan X. Di samping itu, gigi akan mudah mengalami kerusakan dan otot pun akan mengalami kekejangan. Penyakit lainnya adalah osteomalasia, yaitu hilangnya unsur kalsium dan fosfor secara berlebihan di dalam tulang. Penyakit ini biasanya ditemukan pada remaja, sedangkan pada manula, penyakit yang dapat ditimbulkan adalah osteoporosis, yaitu kerapuhan tulang akibatnya berkurangnya kepadatan tulang. Kelebihan vitamin D dapat menyebabkan tubuh mengalami diare, berkurangnya berat badan, muntah-muntah, dan dehidrasi berlebihan.

3. Vitamin E

Vitamin E berperan dalam menjaga kesehatan berbagai jaringan di dalam tubuh, mulai dari jaringan kulit, mata, sel darah merah hingga hati. Selain itu, vitamin ini juga dapat melindungi paru-paru manusia dari

polusi udara. Nilai kesehatan ini terkait dengan kerja vitamin E di dalam tubuh sebagai senyawa antioksidan alami. Vitamin E banyak ditemukan pada ikan, ayam, kuning telur, ragi, dan minyak tumbuh-tumbuhan. Walaupun hanya dibutuhkan dalam jumlah sedikit, kekurangan vitamin E dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang fatal bagi tubuh, antara lain kemandulan baik bagi pria maupun wanita. Selain itu, saraf dan otot akan mengalami gangguan yang berkepanjangan. Vitamin E tahan terhadap suhu tinggi serta asam, karena bersifat antioksidan, Vitamin E mudah teroksidasi terutama bila pada lemak yang tengik, timah, garam besi serta mudah rusak oleh sinar UV.

4. Vitamin K

Vitamin K banyak berperan dalam pembentukan sistem peredaran darah yang baik dan penutupan luka. Defisiensi vitamin ini akan berakibat pada pendarahan di dalam tubuh dan kesulitan pembekuan darah saat terjadi luka atau pendarahan. Selain itu, vitamin K juga berperan sebagai kofaktor enzim untuk mengkatalis reaksi karboksilasi asam amino asam glutamat. Oleh karena itu, kita perlu banyak mengonsumsi susu, kuning telur, dan sayuran segar yang merupakan sumber vitamin K yang baik bagi pemenuhan kebutuhan di dalam tubuh.

C. Fungsi

Vitamin secara bersamaan dengan komponen senyawa lainnya berfungsi dalam berbagai aspek untuk memelihara kesehatan. Vitamin berfungsi dalam metabolisme energi, pembentukan dan pembekuan darah, metabolisme protein dan asam amino, kesehatan tulang, ekspresigen, dan antioksidan.

Vitamin mempunyai fungsi yang berbeda dengan jenis zat gizi lain, seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Vitamin lebih banyak berperan dalam fungsi fisiologis tubuh, terutama dalam proses pertumbuhan dan perkembangan sehingga vitamin sangat dibutuhkan untuk kehidupan manusia.

Berdasarkan fungsi metabolik, vitamin mempunyai 5 fungsi dasar, yaitu sebagai koenzim, antioksidan biologis, kofaktor dalam reaksi metabolik oksidasi reduksi, dan hormon.

Antioksidan biologis. Vitamin yang berfungsi sebagai antioksidan ialah Vitamin C dan Vitamin E. Vitamin E dalam tubuh berperan sebagai antioksidan dengan cara menghentikan reaksi berantai yang disebabkan oleh radikal bebas yang berpotensi merusak sel-sel tubuh. Salah satu bentuk peran vitamin E sebagai antioksidan adalah menghentikan reaksi berantai peroksidasi lipid di dalam tubuh dengan cara mendonasikan atom hidrogen ke radikal lipid sehingga reaksi oksidasi berhenti dan melindungi lemak tubuh.

Koenzim. Sebagian besar vitamin larut air berperan sebagai prekursor dari koenzim untuk metabolisme antara enzim. Sementara itu, hanya satu vitamin larut lemak yang berfungsi sebagai koenzim yaitu Vitamin K. Beberapa vitamin larut air yang berfungsi sebagai koenzim ialah Vitamin C, tiamin, niasin, riboflavin, B6, biotin, asam pantotenat, folat, dan Vitamin B12. Akan tetapi, tidak semua enzim kofaktornya berupa vitamin.

Hormon. Vitamin A dan Vitamin D juga berperan sebagai hormon. Vitamin D berperan sebagai hormon steroid. Pada vitamin ini, Vitamin D bukan dalam bentuk fungsional, sehingga harus dikonversi

terlebih dahulu kebentuk metaboliknya, yaitu menjadi metabolit terhidroksilasi, 1,25 (OH)₂-D₃.

Sebagai Kofaktor. Vitamin yang berperan sebagai kofaktor adalah vitamin K, C, Niasin, Riboflavin, dan Asam Pantotenat.

Sebagai Elemen Transkripsi Gen. Vitamin berperan sebagai elemen penting dalam transkripsi gen yang terjadi pada tahap pertama proses ekspresi gen.

Fungsi Spesifik Vitamin. Setiap vitamin mempunyai gejala yang spesifik jika terjadi kekurangan. Ini menunjukkan bahwa setiap vitamin mempunyai peran dan fungsi spesifik dalam tubuh.

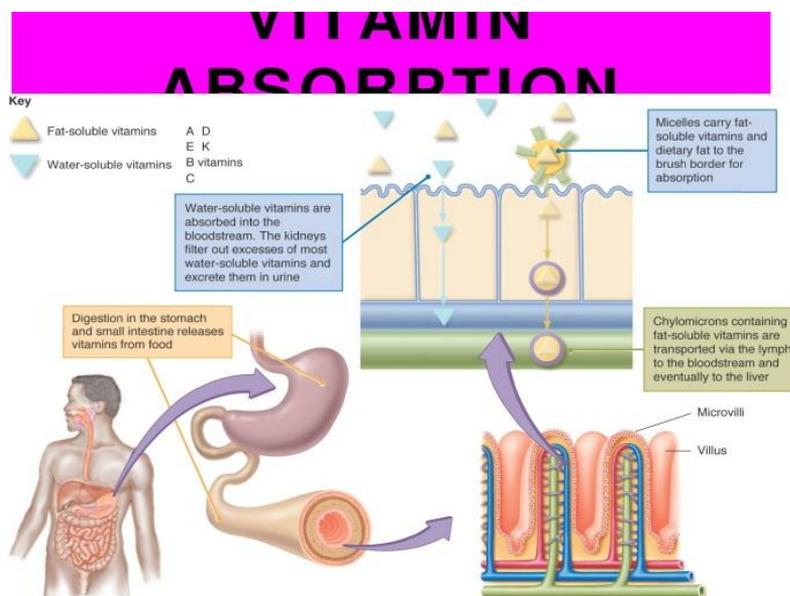
D. Penyerapan dan Metabolisme Vitamin

Penyerapan vitamin dipengaruhi oleh struktur kimia dan sifat fisik vitamin. Vitamin larut lemak diserap bersamaan dengan penyerapan lemak dari makanan sehingga penyerapan vitamin larut lemak yang optimal tergantung pada efisiensi penggunaan asam empedu dan enzim lipase yang dihasilkan oleh pankreas di usus halus untuk mencerna lemak, serta kemampuan optimal penyerapan di mukosa usus. Pada kondisi di bawah optimal, sekitar 40-90%, vitamin larut lemak akan diserap jika dikonsumsi sesuai dengan kebutuhan yang dianjurkan. Sebaliknya, penyerapan vitamin B dan vitamin C yang larut air tidak tergantung pada lemak. Absorpsi vitamin larut air diserap secara langsung di usus halus dan langsung masuk ke pembuluh darah. Kemampuan optimal penyerapan berkisar antara 90-100%.

Penyerapan vitamin terjadi di usus halus (duodenum, jejunum, dan ileum) dengan bentuk, lokasi penyerapan, dan efisiensi penyerapan yang berbeda menurut jenis vitamin. Selain itu, kondisi tertentu seperti

kurangnya produksi enzim pankreas, fibrosis sistik, defisiensi selenium, konsumsi alkohol yang menyebabkan tingginya kadar etanol, dan celiac sprue, dapat mempengaruhi penyerapan vitamin.

Gangguan penyerapan vitamin (malabsorpsi vitamin) dapat juga terjadi pada penderita gangguan gastrointestinal dan kelainan/penyakit pankreas yang dapat mempengaruhi penyerapan lemak sehingga turut mempengaruhi penyerapan vitamin larut lemak. Penggunaan alkohol dan penyakit gangguan usus dapat menyebabkan gangguan penyerapan vitamin tersebut, seseorang harus mengkonsumsi vitamin dalam jumlah yang lebih besar daripada kebutuhan normal untuk mencegah dampak kekurangan vitamin. Proses penyerapan vitamin dalam tubuh dapat dilihat pada Gambar



Gambar 19. Proses Penyerapan Vitamin dalam Tubuh
Sumber : Marion Regalado

Transportasi Vitamin

Pengangkutan vitamin setelah diserap sangat bervariasi bergantung sifat fisik dan kimia vitamin. Vitamin larut lemak diangkut melalui sistem limfatik dan dikirim melalui aliran darah ke sel-sel target di seluruh tubuh dengan cara yang sama seperti transportasi lemak oleh kilomikron dan lipoprotein darah lainnya. Kilomikron yang beredar dalam darah banyak mengandung trigliserida yang dilepaskan oleh sel-sel tubuh, kemudian diambil oleh hati. Sisa ini banyak mengandung vitamin larut lemak yang diserap dari makanan. Hati kemudian memampatkan/membentuk kembali vitamin larut lemak dengan protein lainnya untuk diangkut ke dalam darah atau disimpan di dalam jaringan adiposa atau hati untuk digunakan kemudian.

Untuk vitamin larut air, pengangkutannya berbeda dengan vitamin larut lemak. Setelah diserap di usus halus, vitamin larut air langsung masuk ke pembuluh darah dan dikirim ke seluruh tubuh. Pengangkutan vitamin ke seluruh tubuh dilakukan melalui bantuan media pengangkut (*vehicle*), media transportasi yang meliputi lipoprotein dan protein non-spesifik seperti albumin dan imunoglobulin, berikatan dengan protein spesifik (*specific binding protein*), diangkut bersama eritrosit, berikatan dengan protein spesifik intraseluler, dan beredar secara bebas di plasma.

Penyimpanan Vitamin Dalam Tubuh

Simpanan dan distribusi vitamin dalam jaringan tubuh sangat bergantung pada sifat kimia dan fisik vitamin. Vitamin larut lemak bertahan lebih lama dalam tubuh karena penyimpanannya pada jaringan lemak tubuh, seperti hati dan jaringan adiposa sehingga dapat disimpan

dan digunakan sebagai cadangan vitamin yang akan digunakan pada saat asupan vitamin tidak cukup. Semua vitamin larut lemak (kecuali vitamin K) disimpan di jaringan adiposa dan tidak mudah dikeluarkan dari dalam tubuh. Sebaliknya, vitamin larut air paling cepat dikeluarkan dari dalam tubuh sehingga cadangan/simpanan di dalam tubuh sangat terbatas. Oleh sebab itu, vitamin larut harus dikonsumsi setiap hari. Hanya dua jenis vitamin larut air, yaitu vitamin B₁₂ dan vitamin B₆ dapat disimpan dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan jenis vitamin larut air lainnya.

Ekskresi Vitamin

Pengeluaran (ekskresi) vitamin larut lemak terjadi secara umum bersama dengan feses melalui sirkulasi enterohepatika, kecuali vitamin A dan E, yang pada batas tertentu mempunyai metabolit yang larut air seperti turunan rantai pendek asam retinoat dan dikeluarkan melalui urine. Sebaliknya, vitamin larut air umumnya diekskresikan melalui urine, baik dalam bentuk utuh, yaitu riboflavin dan asam pantotenat, maupun sebagai hasil metabolit (vitamin C, tiamin, niasin, riboflavin, piridoksin, biotin, folat, dan vitamin B₁₂).

Bioavailabilitas Vitamin

Bioavailabilitas suatu zat gizi adalah persentase zat gizi yang terdapat dalam makanan yang dapat digunakan oleh tubuh. Bioavailabilitas dipengaruhi oleh proses pencernaan makanan, penyerapan zat gizi setelah dicerna, dan metabolisme zat gizi (Bender, 2003). Tidak semua vitamin dalam makanan dapat digunakan secara keseluruhan oleh tubuh. Untuk itu, perlu diketahui jumlah kandungan vitamin dalam setiap bahan makanan agar diketahui berapa jumlah yang

harus dikonsumsi sehingga dapat terpenuhi kecukupan atau kebutuhan vitamin. Jumlah vitamin yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh pada tingkat seluler disebut bioavailabilitas vitamin. Semakin tinggi jumlah vitamin yang diserap dan dimanfaatkan dari suatu makanan, bioavailabilitas vitamin semakin baik (Comb, 2012).

Bioavailabilitas vitamin sangat dipengaruhi oleh faktor fisiologis dan jenis makanan sebagai sumber vitamin. Beberapa faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas vitamin adalah (Comb, 2012) sebagai berikut;

1. Perbedaan biopotensi, yaitu perbedaan sifat yang dimiliki oleh setiap vitamin tertentu.
2. Kehilangan vitamin dalam makanan selama proses penyimpanan, pengolahan, dan pemasakan.
3. Efek makanan, yaitu komposisi dan jenis makanan akan berpengaruh pada penyerapan beberapa vitamin, seperti vitamin A yang larut lemak akan sangat kurang penyerapannya pada makanan yang rendah lemak.
4. Status kesehatan, yaitu beberapa kondisi tertentu akibat penyakit dapat mengganggu proses pencernaan, penyerapan, dan utilisasi vitamin.

Bender (2003) menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas vitamin, yaitu;

1. Banyak vitamin diserap oleh transpor aktif sehingga memudahkan proses penyerapan. Namun, persentase penyerapan akan menurun pada saat asupan vitamin meningkat.

2. Vitamin larut lemak (A, D, E, K) diserap dalam bentuk misel yang larut dalam lemak. Penyerapan akan terganggu jika makanan yang dikonsumsi rendah lemak.
3. Banyak jenis vitamin larut air terdapat di dalam makanan berikatan dengan protein sehingga untuk pelepasannya terkait dengan aktivitas asam lambung.
4. Penggunaan obat-obatan dan senyawa lainnya yang secara alamiah sudah terdapat dalam makanan akan mempengaruhi penyerapan vitamin.
5. Zat/senyawa yang secara alamiah terdapat dalam makanan dapat berperan sebagai antivitamin yang dapat berpengaruh pada kerusakan atau menyebabkan vitamin menjadi inaktif.
6. Ketersediaan cadangan vitamin dalam tubuh (terutama vitamin larut lemak) memengaruhi penyerapan vitamin.
7. Beberapa vitamin terdapat dalam makanan dalam bentuk kimia (bukan bentuk aktif) sehingga tidak mudah dihidrolisis oleh enzim selama proses pencernaan.

E. Sumber bahan makanan

Vitamin terdapat dalam banyak jenis bahan makanan baik hewani maupun nabati. Akan tetapi, kandungan setiap jenis vitamin berbeda antara jenis bahan makanan. Beberapa jenis bahan makanan kaya akan jenis vitamin tertentu, sebaliknya kurang atau tidak mengandung jenis vitamin lainnya. Buah-buahan dan sayuran merupakan jenis bahan makanan yang kaya akan kandungan vitamin. Bahan makanan tertentu seperti hati sapi, susu, telur, dan ikan merupakan bahan makanan kaya vitamin. Selain dari makanan, beberapa vitamin tertentu seperti vitamin

K dapat disintesis oleh bakteri di dalam usus. Demikian vitamin D, yaitu provitamin D yang terdapat di bawah jaringan kulit, dapat dikonversi menjadi vitamin D melalui bantuan sinar ultraviolet dari matahari. Sumber vitamin dalam makanan dapat dilihat pada Gambar 20 berikut;



Gambar 20. Sumber Vitamin dalam Makanan
Sumber : www.md-health.com

Secara individual, banyak faktor yang mempengaruhi kebutuhan gizi termasuk vitamin larut lemak, yaitu :

1. Faktor fisiologis; antara lain masa pertumbuhan, kondisi hamil dan menyusui, proses penuaan, variasi antar-individu, tingkat aktivitas fisik, dan status gizi.
2. Faktor hereditas; antara lain *inborn vitamin-dependent diseases*; polimorfisme dari pengangkut vitamin, reseptor, enzim bergantung vitamin, dan enzim metabolisme vitamin.
3. Kondisi tertentu yang dapat mengganggu penyerapan vitamin, seperti operasi saluran pencernaan, gangguan endokrin (diabetes, hipoparatiroidisme, anemia kongenital atau anemia hemolitik), penyakit hepatobiliari, reseksi usus halus (*intestinal resection*)

bypass), anemia pernisirosa, infeksi usus, radiasi, kwashiorkor dan pelagra, gluten enteropati, infeksi parasit di usus, fibrosis sistik, dan pemberian obat-obatan.

4. Hipermetabolik; tirotoksikosis, pyrexial disease, dan adanya infeksi.
5. Kondisi yang menyebabkan gangguan utilisasi seperti penyakit hati kronis dan penyakit ginjal kronis.
6. Kondisi yang menyebabkan meningkatnya turnover di sel; gangguan kongenital dan anemia hemolitik, penyakit *stickle cell*.
7. Kondisi yang menyebabkan peningkatan kehilangan vitamin dari dalam tubuh; luka bakar parah, bullous dermatoses, enteropati, netrosis, operasi, hemodialisis, merokok.

Kebutuhan vitamin dapat didefinisikan sebagai tingkat asupan yang dapat memenuhi kriteria tertentu untuk memenuhi kecukupan, sehingga dapat meminimalkan dampak negatif dari risiko kekurangan atau kelebihan vitamin. Kriteria yang digunakan untuk menentukan kecukupan adalah rentang tingkatan konsumsi yang dapat mencegah terjadinya efek biologis yang diakibatkan oleh kekurangan atau kelebihan asupan vitamin (WHO, 1998).

Beberapa istilah yang digunakan terkait dengan penentuan kebutuhan gizi yang dianjurkan, yaitu *Estimated Average Reference Intake* (EAR), *Recommended Dietary Intake* (RNI) atau dikenal juga dengan istilah *Recommended Dietary Allowance* (RDA) di Amerika dan Kanada atau di Indonesia disebut dengan Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan (AKG), *Adequate Intake* (AI), dan *Tolerable Upper Intake Levels* (UL), EAR adalah tingkat rata-rata asupan gizi yang dapat

memenuhi kebutuhan hampir 50% individu yang sehat menurut kelompok umur dan jenis kelamin. Sementara RNI/RDA adalah jumlah rata-rata asupan ditambah 2 standar deviasi (SD) sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi hampir semua orang sehat atau dapat memenuhi kebutuhan gizi hampir dari 97.5% populasi orang sehat berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin (WHO, 1998 dan Comb, 2012). Asupan adekuat adalah perkiraan asupan zat gizi individu yang sehat berdasarkan umur dan jenis kelamin dan demografi, digunakan untuk menentukan batas kekurangan (defisiensi) untuk mengestimasi EAR dan sebagian tahapan dalam penetapan RDA. Sementara itu, *Tolerable Upper Intake Levels* (UL) adalah batas tertinggi asupan vitamin setiap hari dimana tidak menunjukkan risiko atau efek terhadap kesehatan pada semua individu berdasarkan umur, jenis kelamin, dan demografi tertentu. Berikut bahan makanan sumber vitamin;

Tabel 5. Bahan Makanan Sumber Vitamin Larut Lemak

Jenis Vitamin	Bahan Makanan
Vitamin A	Hati sapi, produk susu, ubi, wortel, bayam, butternut, squash, brokoli.
Vitamin D	Disintesis di dalam kulit yang terpajan sinar ultraviolet, susu yang difortifikasi vitamin D.
Vitamin E	Minyak biji sayuran.
Vitamin K	Dapat disintesis di usus oleh bakteri, sayuran berdaun hijau, kacang kedelai dan hati sapi.

F. Akibat Kekurangan dan Kelebihan Vitamin Larut Lemak

Dampak defisiensi vitamin dapat terjadi akibat ketidakseimbangan antara jumlah asupan dengan kebutuhan vitamin sehingga menyebabkan gangguan metabolik. Defisiensi vitamin dapat diklasifikasikan menjadi defisiensi primer dan sekunder. Defisiensi primer merupakan suatu kondisi ketika jumlah vitamin yang masuk dari makanan yang dikonsumsi tidak mencukupi kebutuhan fisiologis, sedangkan defisiensi sekunder terjadi akibat ketidakmampuan tubuh menggunakan vitamin akibat kurangnya penyerapan, atau ketidakmampuan tubuh menggunakan (utilisasi) vitamin setelah proses penyerapan.

Akibat kekurangan vitamin

Kekurangan vitamin menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan. Secara umum, kekurangan vitamin berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan dan gangguan fisiologis dalam tubuh sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup manusia. Kekurangan vitamin baik secara sendiri maupun bersamaan dengan zat gizi mikro lainnya, berdampak terhadap kesehatan, pada setiap tahapan daur kehidupan manusia. Menurut ACC/SCN (2000), kekurangan vitamin dan mineral berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan mental, tingginya angka kesakitan dan kematian, meningkatnya risiko terkena penyakit kronis, gangguan produktifitas, meningkatnya risiko komplikasi kehamilan, dan kekurangan gizi (malnutrisi). Secara spesifik, kekurangan vitamin memberikan dampak yang spesifik, seperti pada tabel :

Tabel 6. Bentuk Gangguan Akibat Kekurangan Vitamin Larut Lemak

Vitamin	Gangguan yang ditimbulkan Akibat defisiensi
Vitamin A	Adaptasi gelap yang buruk buta senja atau rabun senja, serosis, keratomalasia, <i>bitot spots seroftalmia</i> , gangguan pertumbuhan, gangguan kekebalan tubuh atau imunitas dan keratinasi kulit
Vitamin D	Pada anak Riketsia akibat gangguan mineralisasi tulang, pada orang dewasa osteomalasia akibat demineralisasi tulang
Vitamin E	Miopati, anemia dan neuropati, disfungsi sistim saraf serius, tetapi sangat jarang terjadi
Vitamin K	Gangguan pembekuan darah, penyakit hemoragik (<i>hemoragic disease</i>)

Defisiensi vitamin dapat dicegah dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi (Comb (2012)) menyatakan beberapa faktor potensial yang dapat menyebabkan defisiensi vitamin pada manusia, yaitu faktor psikologis dan teknologi yang meliputi kebiasaan makan yang buruk, (kurang mengandung vitamin), faktor kemiskinan sehingga daya beli terhadap makanan rendah, ketidakpedulian terhadap gizi, akibat kurangnya informasi dan pengetahuan, konsumsi makanan yang tidak cukup, kurangnya ketersediaan makanan sumber vitamin, kerusakan vitamin pada saat panen serta penyimpanan dan pengolahan, tidak nafsu makan, adanya pengaruh budaya (makanan yang tabu) dan ketidakpedulian keluarga dalam penyiapan makanan. Sementara faktor yang mempengaruhi terjadinya defisiensi sekunder disebabkan oleh gangguan penyerapan (malabsorpsi), gangguan penggunaan vitamin secara metabolik, peningkatan kebutuhan akibat kondisi fisiologis tertentu (kehamilan, menyusui, masa pertumbuhan, adanya infeksi), serta akibat

kelebihan ekskresi vitamin seperti diuresis, keringat berlebihan dan pengeluaran melalui air susu ibu atau ASI bagi ibu menyusui.

Efek keracunan (toksisitas) akibat kelebihan vitamin dapat terjadi terutama pada vitamin larut lemak. Akan tetapi, efek toksik baru terjadi jika konsumsi melebihi 5-10 kali lebih besar dari angka kecukupan yang dianjurkan. Pemberian suplementasi biasanya hanya memasok kurang dari 2 kali nilai kecukupan harian sehingga efek toksik jarang terjadi terutama pada orang dewasa (Byrd Bredbenner, dkk., 2007).

Akibat Kelebihan Vitamin A

Tanda dan gejala yang disebabkan oleh kelebihan vitamin A disebut dengan *hiperavitaminosis*, yang biasa terjadi akibat suplementasi jangka panjang dengan dosis 5-10 kali dari kebutuhan gizi yang dianjurkan (AKG) untuk vitamin A retinoid. Untuk Vitamin A karotenoid tidak ada penetapan batas maksimum (*upper level*) konsumsi karena dampak kelebihan vitamin A hanya disebabkan oleh kelebihan konsumsi retinoid. Terdapat tiga jenis dampak kelebihan vitamin A, yaitu akut, kronis, dan teratogenik. Toksisitas akut vitamin A disebabkan oleh pemberian vitamin A dengan dosis yang sangat tinggi (100 kali *Recommended Dietary Allowances* atau RDA). Dampak yang ditimbulkan antara lain gangguan pada saluran pencernaan, sakit kepala, penglihatan kabur, dan menurunnya koordinasi otot. Dosis 500 mg pada anak dan 10 gram pada orang dewasa dapat berakibat fatal. Sementara tanda dan gejala yang timbul akibat toksisitas kronis akibat konsumsi yang berulang sampai 10 kali dari RDA pada bayi dan orang dewasa adalah penurunan nafsu makan, gangguan pada kulit, sakit kepala, penurunan mineral tulang, gangguan hati, penglihatan kabur, perdarahan,

dan koma. Sedangkan toksisitas yang paling serius akibat kelebihan vitamin A adalah teratogenik, yaitu dapat menyebabkan aborsi spontan dan bayi lahir cacat (hasil studi di laboratorium pada hewan) termasuk malformasi kongenital.

Konsumsi vitamin A dalam bentuk karotenoid dalam jumlah besar dari makanan terbukti tidak menyebabkan toksisitas karena angka konversi menjadi vitamin A relatif sangat lambat. Selain itu, penyerapan karotenoid di usus halus menurun seiring dengan peningkatan asupan. Konsumsi karotenoid dari makanan yang terus-menerus dalam jumlah besar dan menyebabkan konsentrasi karotenoid dalam tubuh tinggi, dapat menyebabkan kulit menjadi kuning-oranye. Kondisi ini disebut *hiperkarotenimia* atau *karotenimia* atau disebut juga dengan *karotenodermia*.

Akibat Kelebihan Vitamin D

Kelebihan asupan vitamin D sangat berhubungan dengan meningkatnya sirkulasi 25-OH-D₃. Toksisitas vitamin D dapat terjadi karena kelebihan vitamin D dari suplementasi. Kondisi kelebihan vitamin D tidak terjadi akibat konsumsi secara alami dari makanan atau pajanan sinar matahari karena vitamin D di kulit sangat mudah dipecah. Akan tetapi, konsekuensi toksisitas vitamin D sangat serius sehingga batas maksimum asupan vitamin D ditetapkan 50 µg/hari atau 2000 IU/hari. Kelebihan vitamin D dapat menyebabkan kelebihan penyerapan kalsium dan hiperkalsemia. Kelebihan penyerapan kalsium, di dalam darah menyebabkan penumpukan kalsium di ginjal, hati, dan paru, kelelahan, dan disorientasi.

Akibat Kelebihan Vitamin E

Vitamin E relatif tidak toksik, tetapi kelebihan konsumsi dapat mempengaruhi peranan vitamin K dalam proses pembekuan darah yang menyebabkan insufisiensi pembekuan dan risiko pendarahan. Risiko tersebut sering terjadi pada individu yang menggunakan obat-obatan aspirin atau antikoagulan. Megadosis vitamin E dapat menyebabkan pendarahan berat. Untuk mencegah toksisitas vitamin E ditetapkan batas atas (*upper level*) konsumsi sebanyak 1000 mg atau 1500 IU alfa-tokoferol dari sumber alami atau 1100 IU dari sumber sintetik. Konsumsi alfa-tokoferol dalam jumlah besar menyebabkan menurunnya aktivitas gama-tokoferol.

Akibat Kelebihan Vitamin K

Vitamin K disimpan di hati dan tulang, tetapi merupakan salah satu vitamin larut lemak yang sangat mudah diekskresikan dari tubuh dibanding vitamin larut lemak lainnya. Konsumsi vitamin K alami dalam bentuk filokuinon atau menakuinon menyebabkan peningkatan jumlah vitamin K, tetapi tidak menyebabkan efek yang berbahaya. Namun, jumlah vitamin K dalam bentuk menadion (bentuk sintetik vitamin K) yang tinggi dapat mengakibatkan anemia hemolitik, peningkatan bilirubin dalam darah, dan kematian bayi baru lahir. Gambaran vitamin larut lemak dapat dilihat pada Tabel 7 berikut;

Tabel 7. Ringkasan Vitamin Larut Lemak (*Fat Soluble Vitamin*)

Vitamin	Penemu	Fungsi secara Biokimia dan Fisiologis	Gangguan yang Ditimbulkan Akibat Defisiensi	Sumber Pangan
Vitamin A (retinol, retinal, asam retinoat) Pro-vitamin A Karotenoid, sebagian β -karoten	McCollum (1915)	Sintesis rodopsin dan pigmen reseptor cahaya, metabolisme yang terkait pertumbuhan, diferensiasi sel, perkembangan tulang, dan fungsi imunitas.	Adaptasi gelap yang buruk, buta senja, xerosis, keratomalasia, bitots spots, gangguan pertumbuhan dan imunitas.	Hati sapi, produk susu, ubi, wortel, bayam, butternut squash, greens, broccoli, cantaloupe.
Vitamin D Provitamin 7-dehidrokolesterol, Vitamin D ₂ (ergokalsiferol) Vitamin D ₃ (kolekalsiferol)	McCollum (1922)	Regulator metabolisme mineral tulang, homeostasis kalsium darah, diferensiasi sel, proliferasi, dan pertumbuhan	Anak: riketsia Dewasa: osteomalasia	Disintesis di dalam kulit yang terpapar sinar ultraviolet, susu yang difortifikasi vitamin D.
Vitamin E Tokoferol Tokotrienol	Evans dan Bishop (1922)	antioksidan	Myopathy, anemia, dan neuropathy	Minyak biji sayuran
Vitamin K Filokuinon Menakuinon	Dam (1935)	Mengaktifkan faktor pembekuan darah melalui residu γ -karboksilasi asam glutamat, karboksilasi protein	Gangguan pembekuan darah	Dapat disintesis di usus oleh bakteri, sayuran berdaun hijau, kacang kedelai, dan hati sapi

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas permasalahan kesehatan yang muncul akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi makanan sumber vitamin larut lemak.

RINGKASAN

Vitamin bersifat larut dalam lemak adalah A,D, E, dan K. Vitamin mempunyai 5 fungsi dasar, yaitu sebagai koenzim, antioksidan biologis, kofaktor dalam reaksi metabolik oksidasi reduksi, dan hormon. Kekurangan vitamin berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan mental, tingginya angka kesakitan dan kematian, meningkatnya risiko terkena penyakit kronis, gangguan produktifitas, meningkatnya risiko komplikasi kehamilan, dan kekurangan gizi (malnutrisi).

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas dan jelas !

- a) Sebutkan pengelompokkan vitamin larut lemak dan jelaskan masing-masing jenis vitamin tersebut !
- b) Jelaskan secara umum peran vitamin larut lemak bagi tubuh manusia !

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi mengenai konsumsi makanan sumber vitamin larut lemak saat ini.

3. Daftar Pustaka

Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta

- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bender, D.A 2003. *Nutritional Biochemistry of the Vitamins*. 2th Ed. Cambridge University Press: New York.
- Comb, JF. 2012. *The Vitamin ; Fourth edition*. Elsevier : United State of America
- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). *Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V*. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.

- Notoatmodjo S. 2003. Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Oxford University Press. 2005. Oxford Learner’s Pocket Dictionary. 4th ed.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press

4. Daftar Singkatan

AI	<i>Adequate Intake</i>
AKG	Angka Kecukupan Gizi
EAR	<i>Estimated Average Reference Intake</i>
RDA	<i>Recommended Dietary Allowance</i>
RNI	<i>Recommended Dietary Intake</i>
UL	<i>Tolerable Upper Intake Levels</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

5. Glosarium

Bioavailabilitas	Persentase zat gizi yang terdapat dalam makanan yang dapat digunakan oleh tubuh
Hiperkarotemia	Kelebihan karotenoid akibat konsumsi karotenoid dari makanan yang terus-menerus dalam jumlah besar

Teratogenik

toksisitas yang paling serius akibat kelebihan
Vitamin yang dapat menyebabkan kematian

Toksisitas

Keracunan akibat kelebihan konsumsi vitamin

VITAMIN LARUT AIR

Deskripsi Bab

Pada bab ini membahas tentang vitamin larut air, mencakup jenis-jenis, perannya bagi tubuh dan risiko kelebihan dan kekurangan konsumsi vitamin larut air

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis vitamin, bagaimana perannya dalam tubuh manusia, sumber makanan yang mengandung vitamin yang baik, akibat konsumsi secara kekurangan dan kelebihan terhadap tubuh manusia serta dapat menghitung kebutuhan vitamin pada individu yang sehat

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai konsep vitamin larut air serta terampil dalam menilai kebutuhan vitamin larut air bagi individu

A. Pendahuluan

Pada bab sebelumnya sudah dibahas secara umum mengenai vitamin kemudian spesifik dibahas vitamin larut lemak. Berikut dibahas vitamin larut air. Berdasarkan bahasan pada bab sebelumnya, vitamin yang termasuk dalam kelompok vitamin larut air adalah vitamin C, B₁, B₂, B₆, B₁₂, asam folat, niasin, asam pantotenat, biotin, dan kolin.

Vitamin larut air berperan penting sebagai ko-enzim dalam proses biokimia. Berbeda dengan vitamin larut lemak, vitamin ini secara kontinu harus dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan manusia karena tidak dapat disimpan dalam tubuh untuk jangka waktu yang lama.

Dalam proses pengolahan pada bahan makanan yang mengandung vitamin larut air harus dilakukan secara berhati-hati untuk menjaga kandungan vitamin tersebut. Zat gizi ini berbeda dengan zat gizi lain seperti karbohidrat, lipid, dan protein dalam hal struktur molekul dan tujuan metabolisme. Oleh karena itu, teknik-teknik dalam pengolahan, yang sebagian besar melibatkan pemrosesan termal atau penerapan medan listrik atau tekanan hidrostatik tinggi, memiliki pengaruh besar pada ketersediaan hayati dan aksesibilitas hayati vitamin-vitamin ini dan oleh karena itu harus dioptimalkan secara efisien agar tidak mengubah sifat-sifat ini secara signifikan. Selain itu, penentuan dua sifat penting ini memainkan peran kunci untuk formulasi lebih lanjut dari diet yang efisien. Namun, faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, status gizi, dan kondisi kesehatan individu, seperti genotipe, kehamilan, menyusui, atau gangguan tertentu, harus dipertimbangkan untuk menentukan ketersediaan hayati.

B. Klasifikasi/Penggolongan Vitamin Larut Air

Setelah dikonsumsi dan melalui usus, vitamin larut air akan diserap ke dalam pembuluh darah portal, dan tidak dapat dipertahankan dalam jangka waktu lama oleh tubuh, kecuali vitamin B₁₂ (kobalamin). Penyimpanan vitamin larut air terjadi dari hasil ikatannya dengan enzim dan transpor protein.

Proses pencernaan vitamin larut air berbeda dengan vitamin larut lemak. Vitamin larut lemak terdapat di dalam makanan dan berhubungan dengan lemak. Proses penyerapan vitamin larut lemak terjadi secara bersamaan dengan lemak melalui mekanisme yang sama yang tergantung pada absorpsi lemak. Sementara vitamin larut air diserap dan dicerna bersamaan dengan penyerapan air masuk ke dalam tubuh.

Vitamin larut air akan dibuang/dikeluarkan melalui urine setiap kali kadar dalam plasma melebihi batas ambang ginjal sehingga tidak menyebabkan gejala toksisitas. Jenis vitamin larut air mencakup kelompok vitamin B kompleks dan vitamin C.

Adapun Vitamin larut dalam air, diantaranya:

1. Vitamin C

Dari semua vitamin yang ada, vit C merupakan vitamin yang paling mudah rusak. Sangat larut dalam air, mudah teroksidasi dan proses tersebut dipercepat oleh panas, sinar, alkali, enzim, oksidator serta oleh katalis tembaga dan besi. Oksidasi akan terhambat bila vitamin C dibiarkan dalam keadaan asam atau pada suhu rendah. Kelenjar adrenalin mengandung vitamin C yang sangat tinggi.

Vitamin C (asam askorbat) banyak memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh kita. Di dalam tubuh, vitamin C juga berperan sebagai

senyawa pembentuk kolagen yang merupakan protein penting penyusun jaringankulit, sendi, tulang, dan jaringan penyokong lainnya. Vitamin C merupakan senyawa antioksidan alami yang dapat menangkal berbagai radikal bebas dari polusi di sekitar lingkungan kita.

Terkait dengan sifatnya yang mampu menangkal radikal bebas, vitamin C dapat membantu menurunkan laju mutasi dalam tubuh sehingga risiko timbulnya berbagai penyakit degeneratif, seperti kanker, dapat diturunkan. Selain itu, vitamin C berperan dalam menjaga bentuk dan struktur dari berbagai jaringan di dalam tubuh, seperti otot. Vitamin ini juga berperan dalam penutupan luka saat terjadi pendarahan dan memberikan perlindungan lebih dari infeksi mikroorganisme patogen.

Melalui mekanisme inilah vitamin C berperan dalam menjaga kebugaran tubuh dan membantu mencegah berbagai jenis penyakit. Defisiensi vitamin C juga dapat menyebabkan gusi berdarah dan nyeri pada persendian. Akumulasi vitamin C yang berlebihan di dalam tubuh dapat menyebabkan batu ginjal, gangguan saluran pencernaan, dan rusaknya sel darah merah.

Vitamin C adalah Kristal putih yang mudah larut dalam air. Dalam keadaan kering vitamin C cukup stabil, tetapi dalam keadaan larut, vitamin C mudah rusak karena bersentuhan dengan udara (oksidasi) terutama bila terkena panas. Oksidasi dipercepat dengan kehadiran tembaga dan besi. Vitamin C stabil dalam larutan alkali, tetapi cukup stabil dalam larutan asam. Vitamin C adalah vitamin yang paling labil.

Vitamin C mempunyai banyak fungsi di dalam tubuh. Diantaranya adalah :

1) Sintesis Kolagen

Vitamin C dibutuhkan untuk hidroksilasi prolin dan lisin menjadi hidroksiprolin, bahan penting dalam pembentukan kolagen. Kolagen merupakan senyawa protein yang mempengaruhi integritas struktur sel disemua jaringan ikat, seperti pada tulang awan, matriks tulang, dentin gigi, membrane kapiler, kulit dan tendon (urat oto). Dengan demikian, vitamin C berperan dalam penyembuhan luka, patah tulang, perdarahan di bawah kulit dan perdarahan di gusi.

2) Sintesis Karnitin, Noradrenalin, Serotonin, dan Lain-lain.

Karnitin memegang peran dalam mengangkut asam lemak-rantai panjang kedalam mitokondria untuk dioksidasi. Karnitin menurun pada devisiensi vitamin C yang disertai rasa lemah dan lelah.

3) Absorpsi dan Metabolisme Besi

Vitamin C mereduksi besi feri menjadi fero dalam usus halus sehingga mudah di absorpsi. Vitamin C menghambat pembentukan homosiderin yang sukar dimobilisasi untuk membebaskan besi bila diperlukan. Absorpsi besi dalam bentuk nonhem meningkat empat kali lipat bila ada vitamin C. Vitamin C berperan dalam memindahkan besi dari transferin di dalam plasma ke feritin hati.

4) Absorpsi Kalsium

Vitamin C juga membantu dalam absorpsi kalsium dengan menjaga agar kalsium berada dalam bentuk larutan.

5) Mencegah Infeksi

Vitamin C meningkatkan daya tahan terhadap infeksi, kemungkinan karena pemeliharaan terhadap membrane mukosa atau pengaruh terhadap fungsi kekebalan.

Vitamin C pada umumnya hanya terdapat di dalam pangan nabati, yaitu sayur dan buah terutama yang asam, seperti jeruk, nanas, rambutan, pepaya, gandaria, dan tomat. Vitamin C juga banyak terdapat di dalam sayuran, daun-daunan, dan jenis kol. Kandungan vitamin C beberapa bahan makanan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel nilai Vitamin C berbagai bahan makanan (mg/100 gram)

Bahan Makanan	Satuan (mg)	Bahan Makanan	Satuan (mg)
Daun Singkong	275	Jambu Monyet	197
Daun Katuk	200	Gandaria (masak)	110
Daun Melinjo	150	Jambu Biji	95
Daun Pepaya	140	Pepaya	78
Sawi	102	Mangga Muda	65
Bayam	60	Durian	53
Kol Kembang	65	Kedondong (Masak)	50
Kemangi	50	Jeruk Nipis	27
Tomat Masak	40	Jeruk Manis	49
Kangkung	30	Nanas	24
Ketela Pohon Kuning	30	Rambutan	58

Kekurangan vitamin C menyebabkan sariawan di mulut, kulit cenderung kasar, gusi tidak sehat hingga gigi mudah goyah dan tanggal, mudah terjadi perdarahan di bawah kulit (sekitar mata dan gusi), cepat

lelah, otot lemah, luka sukar sembuh, mudah mengalami depresi, gampang terkena anemia dengan gejala-gejala kelelahan sakit kepala dan lekas marah. Kekurangan vitamin C berat menyebabkan penyakit kudisan.

Keracunan vitamin C terjadi jika terlalu banyak konsumsi suplemen vitamin C berlebihan. Efek keracunan vitamin C tidak akan terjadi jika vitamin C yang dimakan berasal dari makanan, buah – buahan dan sayuran. Efek dari kelebihan konsumsi suplemen vitamin C overdosis antara lain diare, mual, muntah, mulas, kram perut, sakit kepala, insomnia, batu ginjal

Batas maksimal vitamin C yang masih dapat diterima oleh tubuh adalah 2000 mg/hr, melebihi dari dosis tersebut dapat menyebabkan keracunan. Ketika seseorang mengkonsumsi sejumlah besar vitamin C dalam bentuk suplemen dalam jangka panjang, tubuh menyesuaikan dengan menghancurkan dan mengeluarkan kelebihan vitamin C dari pada biasanya. Jika konsumsi kemudian secara tiba-tiba dikurangi, tubuh tidak akan menghentikan proses ini, sehingga menyebabkan penyakit kudisan.

2. Vitamin B

Secara umum, golongan vitamin B berperan penting dalam metabolisme di dalam tubuh, terutama dalam hal pelepasan energi saat beraktivitas. Hal ini terkait dengan perannya di dalam tubuh, yaitu sebagai senyawa koenzim yang dapat meningkatkan laju reaksi metabolisme tubuh terhadap berbagai jenis sumber energi. Beberapa jenis vitamin yang tergolong dalam kelompok vitamin B ini juga berperan dalam pembentukan sel darah merah (eritrosit). Sumber utama vitamin B berasal dari susu, gandum, ikan, dan sayur-sayuran hijau.

1) Vitamin B1

Vitamin B1, yang dikenal juga dengan nama tiamin, merupakan salah satu jenis vitamin yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan membantu mengkonversi karbohidrat menjadi energi yang diperlukan tubuh untuk rutinitas sehari-hari. Di samping itu, vitamin B1 juga membantu proses metabolisme protein dan lemak. Bila terjadi defisiensi vitamin B1, kulit akan mengalami berbagai gangguan, seperti kulit kering dan bersisik. Tubuh juga dapat mengalami beri-beri, gangguan saluran pencernaan, jantung, dan sistem saraf. Untuk mencegah hal tersebut, kita perlu banyak mengonsumsi banyak gandum, nasi, daging, susu, telur, dan tanaman kacang-kacangan. Bahan makanan inilah yang telah terbukti banyak mengandung vitamin B1.

2) Vitamin B2

Vitamin B2 (riboflavin) banyak berperan penting dalam metabolisme di tubuh manusia. Di dalam tubuh, vitamin B2 berperan sebagai salah satu komponen koenzim flavin mononukleotida (flavin mononucleotide, FMN) dan flavin adenine dinukleotida (adenine dinucleotide, FAD). Kedua enzim ini berperan penting dalam regenerasi energi bagi tubuh melalui proses respirasi. Vitamin ini juga berperan dalam pembentukan molekul steroid, sel darah merah, dan glikogen, serta menyokong pertumbuhan berbagai organ tubuh, seperti kulit, rambut, dan kuku. Sumber vitamin B2 banyak ditemukan pada sayur-sayuran segar, kacang kedelai, kuning telur, dan susu. Defisiensinya dapat menyebabkan menurunnya daya tahan tubuh, kulit kering bersisik, mulut kering, bibir pecah-pecah, dan sariawan.

3) Vitamin B3

Vitamin B3 juga dikenal dengan istilah niasin. Vitamin ini berperan penting dalam metabolisme karbohidrat untuk menghasilkan energi, metabolisme lemak, dan protein. Di dalam tubuh, vitamin B3 memiliki peranan besar dalam menjaga kadar gula darah, tekanan darah tinggi, penyembuhan migrain, dan vertigo. Berbagai jenis senyawa racun dapat dinetralisir dengan bantuan vitamin ini. Vitamin B3 termasuk salah satu jenis vitamin yang banyak ditemukan pada makanan hewani, seperti ragi, hati, ginjal, daging unggas, dan ikan. Akan tetapi, terdapat beberapa sumber pangan lainnya yang juga mengandung vitamin ini dalam kadar tinggi, antara lain gandum dan kentang manis. Kekurangan vitamin ini dapat menyebabkan tubuh mengalami kekejangan, kram otot, gangguan sistem pencernaan, muntah-muntah, dan mual.

4) Vitamin B5

Vitamin B5 (asam pantotenat) banyak terlibat dalam reaksi enzimatik di dalam tubuh. Hal ini menyebabkan vitamin B5 berperan besar dalam berbagai jenis metabolisme, seperti dalam reaksi pemecahan nutrisi makanan, terutama lemak. Peranan lain vitamin ini adalah menjaga komunikasi yang baik antara sistem saraf pusat dan otak dan memproduksi senyawa asam lemak, sterol, neurotransmitter, dan hormon tubuh. Vitamin B5 dapat ditemukan dalam berbagai jenis variasi makanan hewani, mulai dari daging, susu, ginjal, dan hati hingga makanan nabati, seperti sayuran hijau dan kacang hijau. Seperti halnya vitamin B1 dan B2, defisiensi vitamin B5 dapat menyebabkan kulit pecah-pecah dan bersisik. Selain itu, gangguan lain yang akan diderita adalah kram otot serta kesulitan untuk tidur.

5) Vitamin B6

Vitamin B6, atau dikenal juga dengan istilah piridoksin, merupakan vitamin yang esensial bagi pertumbuhan tubuh. Vitamin ini berperan sebagai salah satu senyawa koenzim A yang digunakan tubuh untuk menghasilkan energi melalui jalur sintesis asam lemak, seperti spingolipid dan fosfolipid. Selain itu, vitamin ini juga berperan dalam metabolisme nutrisi dan memproduksi antibodi sebagai mekanisme pertahanan tubuh terhadap antigen atau senyawa asing yang berbahaya bagi tubuh. Vitamin ini merupakan salah satu jenis vitamin yang mudah didapatkan karena vitamin ini banyak terdapat di dalam beras, jagung, kacang-kacangan, daging, dan ikan. Kekurangan vitamin dalam jumlah banyak dapat menyebabkan kulit pecah-pecah, kram otot, dan insomnia.

6) Vitamin B12

Vitamin B12 atau sianokobalamin merupakan jenis vitamin yang hanya khusus diproduksi oleh hewan dan tidak ditemukan pada tanaman. Oleh karena itu, vegetarian sering kali mengalami gangguan kesehatan tubuh akibat kekurangan vitamin ini. Vitamin ini banyak berperan dalam metabolisme energi di dalam tubuh. Vitamin B12 juga termasuk dalam salah satu jenis vitamin yang berperan dalam pemeliharaan kesehatan sel saraf, pembentukan molekul DNA dan RNA, pembentukan platelet darah. Telur, hati, dan daging merupakan sumber makanan yang baik untuk memenuhi kebutuhan vitamin B12. Kekurangan vitamin ini akan menyebabkan anemia (kekurangan darah), mudah lelah lesu, dan iritasi kulit.

Berdasarkan fungsinya, vitamin B dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok berikut;

1. Vitamin B yang berfungsi membantu proses pembentukan energi, antara lain tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niasin (B₃), asam pantotenat, biotin, dan vitamin B₆.
2. Vitamin B yang berfungsi dalam hematopoetik, yaitu folat, vitamin B₁₂, vitamin B₆, dan asam pantotenat.
3. Vitamin B yang berfungsi mengatur aktivitas lain dalam tubuh, yaitu vitamin B₆, tiamin (B₁), folat, dan niasin (B₃).

B. Fungsi

Pada pembahasan bab sebelumnya yaitu pada bab vitamin larut lemak disampaikan bahwa vitamin secara bersamaan dengan komponen senyawa lainnya berfungsi dalam berbagai aspek untuk memelihara kesehatan. Vitamin berfungsi dalam metabolisme energi, pembentukan dan pembekuan darah, metabolisme protein dan asam amino, kesehatan tulang, ekspresigen, dan antioksidan. Kemudian berdasarkan fungsi metabolik, vitamin mempunyai 5 fungsi dasar, yaitu sebagai koenzim, antioksidan biologis, kofaktor dalam reaksi metabolik oksidasi reduksi, dan hormon.

Antioksidan biologis. Vitamin larut air yang juga berfungsi sebagai antioksidan seperti vitamin E adalah Vitamin C. Vitamin C sebagai donor elektron merupakan kofaktor yang berperan dalam beberapa metaloenzim dan sebagai antioksidan. Peran Vitamin C adalah sebagai antioksidan melalui donasi elektron untuk radikal bebas sehingga menjadi stabil. Vitamin C juga berperan dalam membentuk kembali Vitamin E dan membuat fungsi Vitamin E lebih efektif.

Koenzim. Sebagian besar vitamin larut air berperan sebagai prekursor dari koenzim untuk metabolisme antara enzim. Beberapa vitamin larut air yang berfungsi sebagai koenzim ialah Vitamin C, tiamin, niasin, riboflavin, B6, biotin, asam pantotenat, folat, dan Vitamin B12. Akan tetapi, tidak semua enzim kofaktornya berupa vitamin.

Sebagai Kofaktor. Vitamin larut air yang berperan sebagai kofaktor adalah C, Niasin, Riboflavin, dan Asam Pantotenat.

Sebagai Elemen Transkripsi Gen. Vitamin berperan sebagai elemen penting dalam transkripsi gen yang terjadi pada tahap pertama proses ekspresi gen.

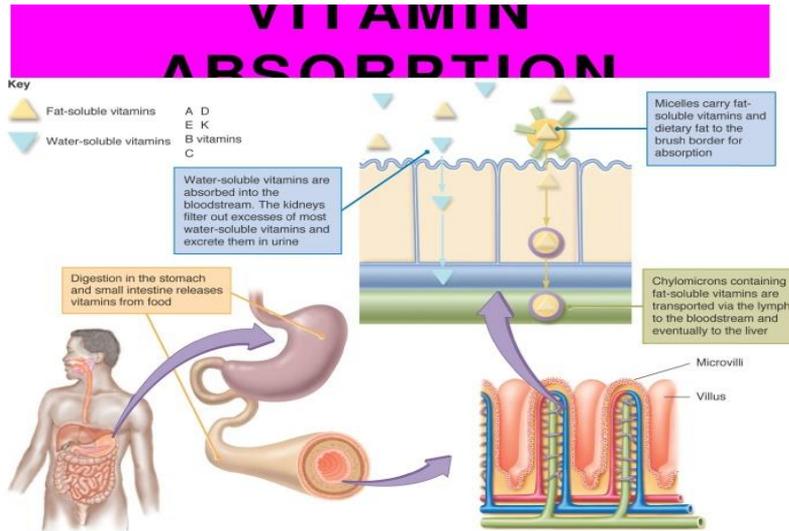
Fungsi Spesifik Vitamin. Sama seperti vitamin larut lemak, vitamin larut air juga mempunyai gejala yang spesifik jika terjadi kekurangan. Ini menunjukkan bahwa setiap vitamin mempunyai peran dan fungsi spesifik dalam tubuh.

C. Penyerapan dan Metabolisme Vitamin

Penyerapan vitamin dipengaruhi oleh struktur kimia dan sifat fisik vitamin. Penyerapan vitamin B dan vitamin C yang larut air tidak tergantung pada lemak. Absorpsi vitamin larut air diserap secara langsung di usus halus dan langsung masuk ke pembuluh darah. Kemampuan optimal penyerapan berkisar antara 90-100%.

Penyerapan vitamin terjadi di usus halus (duodenum, jejunum, dan ileum) dengan bentuk, lokasi penyerapan, dan efisiensi penyerapan yang berbeda menurut jenis vitamin. Selain itu, kondisi tertentu seperti kurangnya produksi enzim pankreas, fibrosis sistik, defisiensi selenium, konsumsi alkohol yang menyebabkan tingginya kadar etanol, dan celiac sprue, dapat mempengaruhi penyerapan vitamin.

Proses penyerapan vitamin larut air dalam tubuh dapat dilihat pada gambar berikut;



Gambar 19. Proses Penyerapan Vitamin Larut Air dalam Tubuh

Sumber : Marion Regalado

Transportasi Vitamin

Pengangkutan vitamin setelah diserap di usus halus, vitamin larut air langsung masuk ke pembuluh darah dan dikirim ke seluruh tubuh. Pengangkutan vitamin ke seluruh tubuh dilakukan melalui bantuan media pengangkut (*vehicle*), media transportasi yang meliputi lipoprotein dan protein non-spesifik seperti albumin dan imunoglobulin, berikatan dengan protein spesifik (*specific binding protein*), diangkut bersama eritrosit, berikatan dengan protein spesifik intraseluler, dan beredar secara bebas di plasma.

Penyimpanan Vitamin Dalam Tubuh

Simpanan dan distribusi vitamin dalam jaringan tubuh sangat bergantung pada sifat kimia dan fisik vitamin. Vitamin larut air paling cepat dikeluarkan dari dalam tubuh sehingga cadangan/simpanan di dalam tubuh sangat terbatas. Oleh sebab itu, vitamin larut harus dikonsumsi setiap hari. Hanya dua jenis vitamin larut air, yaitu vitamin B₁₂ dan vitamin B₆ dapat disimpan dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan jenis vitamin larut air lainnya.

Ekskresi Vitamin

Pengeluaran (ekskresi) vitamin larut air umumnya diekskresikan melalui urine, baik dalam bentuk utuh, yaitu riboflavin dan asam pantotenat, maupun sebagai hasil metabolit (vitamin C, tiamin, niasin, riboflavin, piridoksin, biotin, folat, dan vitamin B₁₂).

Bioavailabilitas Vitamin

Bioavailabilitas suatu zat gizi adalah persentase zat gizi yang terdapat dalam makanan yang dapat digunakan oleh tubuh. Bioavailabilitas dipengaruhi oleh proses pencernaan makanan, penyerapan zat gizi setelah dicerna, dan metabolisme zat gizi (Bender, 2003). Tidak semua vitamin dalam makanan dapat digunakan secara keseluruhan oleh tubuh. Untuk itu, perlu diketahui jumlah kandungan vitamin dalam setiap bahan makanan agar diketahui berapa jumlah yang harus dikonsumsi sehingga dapat terpenuhi kecukupan atau kebutuhan vitamin. Jumlah vitamin yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh pada tingkat seluler disebut bioavailabilitas vitamin. Semakin tinggi jumlah vitamin yang diserap dan dimanfaatkan dari suatu makanan, bioavailabilitas vitamin semakin baik (Comb, 2012).

Bioavailabilitas vitamin sangat dipengaruhi oleh faktor fisiologis dan jenis makanan sebagai sumber vitamin. Beberapa faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas vitamin adalah (Comb, 2012) sebagai berikut;

1. Perbedaan biopotensi, yaitu perbedaan sifat yang dimiliki oleh setiap vitamer tertentu.
2. Kehilangan vitamin dalam makanan selama proses penyimpanan, pengolahan, dan pemasakan.
3. Efek makanan, yaitu komposisi dan jenis makanan akan berpengaruh pada penyerapan beberapa vitamin, seperti vitamin A yang larut lemak akan sangat kurang penyerapannya pada makanan yang rendah lemak.
4. Status kesehatan, yaitu beberapa kondisi tertentu akibat penyakit dapat mengganggu proses pencernaan, penyerapan, dan utilisasi vitamin.

Bender (2003) menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas vitamin larut air, yaitu;

1. Banyak vitamin diserap oleh transpor aktif sehingga memudahkan proses penyerapan. Namun, persentase penyerapan akan menurun pada saat asupan vitamin meningkat.
2. Banyak jenis vitamin larut air terdapat di dalam makanan berikatan dengan protein sehingga untuk pelepasannya terkait dengan aktivitas asam lambung.
3. Penggunaan obat-obatan dan senyawa lainnya yang secara alamiah sudah terdapat dalam makanan akan mempengaruhi penyerapan vitamin.

4. Zat/senyawa yang secara alamiah terdapat dalam makanan dapat berperan sebagai antivitamin yang dapat berpengaruh pada kerusakan atau menyebabkan vitamin menjadi inaktif.
5. Beberapa vitamin terdapat dalam makanan dalam bentuk kimia (bukan bentuk aktif) sehingga tidak mudah dihidrolisis oleh enzim selama proses pencernaan.

D. Sumber bahan makanan

Sumber vitamin dapat diperoleh dari bahan makanan baik hewani maupun nabati. Buah-buahan dan sayuran merupakan jenis bahan makanan yang kaya akan kandungan vitamin, termasuk vitamin larut air. Bahan makanan tertentu seperti hati sapi, susu, telur, dan ikan merupakan bahan makanan kaya vitamin. Sumber vitamin dalam makanan dapat dilihat pada Gambar 20 berikut;



Gambar 20. Sumber Vitamin dalam Makanan

Sumber : www.md-health.com

Faktor yang mempengaruhi kebutuhan vitamin larut air, sebagai berikut;

1. Faktor fisiologis; antara lain masa pertumbuhan, kondisi hamil dan menyusui, proses penuaan, variasi antar-individu, tingkat aktivitas fisik, dan status gizi.
2. Faktor hereditas; antara lain *inborn vitamin-dependent diseases*; polimorfisme dari pengangkut vitamin, reseptor, enzim bergantung vitamin, dan enzim metabolisme vitamin.
3. Kondisi tertentu yang dapat mengganggu penyerapan vitamin, seperti operasi saluran pencernaan, gangguan endokrin (diabetes, hipoparatiroidisme, anemia kongenital atau anemia hemolitik), penyakit hepatobiliari, reseksi usus halus (intestinal resectionl bypass), anemia pernisiiosa, infeksi usus, radiasi, kwashiorkor dan pelagra, gluten enteropati, infeksi parasit di usus, fibrosis sistik, dan pemberian obat-obatan.
4. Hipermetabolik; tirotoksikosis, pyrexial disease, dan adanya infeksi.
5. Kondisi yang menyebabkan gangguan utilisasi seperti penyakit hati kronis dan penyakit ginjal kronis.
6. Kondisi yang menyebabkan meningkatnya turnover di sel; gangguan kongenital dan anemia hemolitik, penyakit *stickle cell*.
7. Kondisi yang menyebabkan peningkatan kehilangan vitamin dari dalam tubuh; luka bakar parah, bullous dermatoses, enteropati, netrosis, operasi, hemodialisis, merokok.

Kebutuhan vitamin dapat didefinisikan sebagai tingkat asupan yang dapat memenuhi kriteria tertentu untuk memenuhi kecukupan,

sehingga dapat meminimalkan dampak negatif dari risiko kekurangan atau kelebihan vitamin. Kriteria yang digunakan untuk menentukan kecukupan adalah rentang tingkatan konsumsi yang dapat mencegah terjadinya efek biologis yang diakibatkan oleh kekurangan atau kelebihan asupan vitamin (WHO, 1998).

Beberapa istilah yang digunakan terkait dengan penentuan kebutuhan gizi yang dianjurkan, yaitu *Estimated Average Reference Intake* (EAR), *Recommended Dietary Intake* (RNI) atau dikenal juga dengan istilah *Recommended Dietary Allowance* (RDA) di Amerika dan Kanada atau di Indonesia disebut dengan Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan (AKG), *Adequate Intake* (AI), dan *Tolerable Upper Intake Levels* (UL), EAR adalah tingkat rata-rata asupan gizi yang dapat memenuhi kebutuhan hampir 50% individu yang sehat menurut kelompok umur dan jenis kelamin. Sementara RNI/RDA adalah jumlah rata-rata asupan ditambah 2 standar deviasi (SD) sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi hampir semua orang sehat atau dapat memenuhi kebutuhan gizi hampir dari 97.5% populasi orang sehat berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin (WHO, 1998 dan Comb, 2012). Asupan adekuat adalah perkiraan asupan zat gizi individu yang sehat berdasarkan umur dan jenis kelamin dan demografi, digunakan untuk menentukan batas kekurangan (defisiensi) untuk mengestimasi EAR dan sebagian tahapan dalam penetapan RDA. Sementara itu, *Tolerable Upper Intake Levels* (UL) adalah batas tertinggi asupan vitamin setiap hari dimana tidak menunjukkan risiko atau efek terhadap kesehatan pada semua individu berdasarkan umur, jenis kelamin, dan demografi tertentu. Berikut bahan makanan sumber vitamin;

Tabel 5. Bahan Makanan Sumber Vitamin Vitamin Larut Air

Jenis Vitamin	Bahan Makanan
Vitamin B ₁ (tiamin)	Jamur, biji bunga matahari, kacang-kacangan.
Vitamin B ₂ (riboflavin)	Hati sapi, daging, telur, yoghurt, keju ricotta, susu non-fat.
Vitamin B ₅ (niasin, asam nikotinat, nikotinamida)	Ikan tuna, hati sapi, daging sapi muda, ayam, selai kacang.
Asam pantotenat	Terdapat dalam berbagai makanan.
Biotin	Disintesis oleh mikroflora pada saluran pencernaan, hati, kacang kedelai, telur.
Vitamin B ₆	Steak, kacang-kacangan, kentang, ikan salmon, pisang, gandum.
Folat	Jamur, bayam, asparagus, lobak, kacang lima, hati sapi, produk gandum yang difortifikasi.
Vitamin B ₁₂ (kobalamin)	Daging, ikan, kerang-kerangan, unggas, susu.
Vitamin C (asam askorbat)	Pepaya, jeruk. Blewah (cantaloupe), brokoli, kubis, paprika, anggur, stroberi.

E. Akibat Kekurangan dan Kelebihan Vitamin Larut Air

Defisiensi vitamin dapat terjadi akibat ketidakseimbangan antara jumlah asupan dengan kebutuhan vitamin sehingga selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya gangguan metabolik. Defisiensi vitamin larut air, seperti vitamin larut lemak dikelompokkan menjadi defisiensi primer dan sekunder. Pada bab vitamin larut lemak telah disampaikan bahwa defisiensi primer merupakan suatu kondisi ketika jumlah vitamin yang masuk dari makanan yang dikonsumsi tidak mencukupi kebutuhan fisiologis, sedangkan defisiensi sekunder terjadi akibat ketidakmampuan

tubuh menggunakan vitamin akibat kurangnya penyerapan, atau ketidakmampuan tubuh menggunakan (utilisasi) vitamin setelah proses penyerapan.

Akibat kekurangan vitamin

Kekurangan vitamin menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan. Secara umum, kekurangan vitamin berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan dan gangguan fisiologis dalam tubuh sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup manusia. Kekurangan vitamin baik secara sendiri maupun bersamaan dengan zat gizi mikro lainnya, berdampak terhadap kesehatan, pada setiap tahapan daur kehidupan manusia. Menurut ACC/SCN (2000), kekurangan vitamin dan mineral berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan mental, tingginya angka kesakitan dan kematian, meningkatnya risiko terkena penyakit kronis, gangguan produktifitas, meningkatnya risiko komplikasi kehamilan, dan kekurangan gizi (malnutrisi). Secara spesifik, kekurangan vitamin memberikan dampak yang spesifik, seperti pada tabel :

Tabel 6. Bentuk Gangguan Akibat Kekurangan Konsumsi Vitamin Larut Air

Vitamin	Gangguan yang ditimbulkan Akibat defisiensi	Kelompok risiko defisiensi
Vitamin B1 (Tiamin)	Beri-beri, otot lemah, anoreksia, takikardia, pembesaran hati, edema, gangguan saraf perifer atau lesi sistem saraf pusat (<i>wernicke-korsakoff syndrome</i>)	Pengguna alkohol, lansia, gangguan penyerapan
Vitamin B2 (Riboflavin)	Ariboflavinosis, cheilosis, glositis, hiperemia, edema faring, dan mukosa membran mulut, angular stomatitis, photophobia, seborrheic dermatitis	Pengguna alkohol, trauma, kondisi hipermetabolik
Vitamin B3	Pelagra, diare, <i>photosensitive dermatitis</i> ,	Pengguna alkohol,

(Niasin, Asam Nikotinat, Nikotinamida)	gangguan mental atau demensia, <i>depressive psychosis</i>	kondisi mal absorpsi, <i>hartnup disease</i>
Asam Pantotenat	Defisiensi sangat jarang terjadi, mati rasa (numbness) dan perasaan nyeri (tingling) di tangan dan kaki, muntah, kelelahan, gangguan fungsi saraf perifer (<i>nutritional melalgia</i> atau " <i>burning food syndrome</i> ")	Pengguna alkohol dan kondisi mal absorpsi
Biotin	Defisiensi sangat terjadi; anoreksia, mual, glositis, depresi, kulit bersisik dan kering, gangguan metabolisme lemak dan karbohidrat, dermatitis	Konsumsi telur mentah berlebihan, pengguna alkohol, gangguan penyerapan atau mal absorpsi
Vitamin B6 (Piridoksin, Piridoksa, Piridosamin)	Dermatitis, glositis, emosi tidak stabil (confulsion) gangguan metabolisme asam amino, anemia megaloblastik, diare, kelelahan, depresi konfusi	Pengguna alkohol, gangguan penyerapan atau mal absorpsi, penggunaan obat-obat tertentu
Vitamin B12 Kobalamin	Anemia megaloblastik, degenerasi saraf perifer	Lanjut usia, vegetarian yang ketat, anemia pernisiiosa, beberapa gangguan terkait pencernaan dan usus
Vitamin C (Asam Askorbat)	Sariawan atau <i>scurfy</i> , hiperkeratosis, folikel rambut, gangguan psikologis, penyembuhan luka yang lama, perdarahan gusi, pecah pembuluh kapiler secara spontan (pembuluh kapiler tidak elastis), kehilangan semen gigi, hemoragik subkutan	Lanjut usia, pengguna alkohol dan perokok
Vitamin A	Adaptasi gelap yang buruk buta senja atau rabun senja, serosis, keratomalasia, <i>bitot spots</i> <i>seroftalmia</i> , gangguan pertumbuhan, gangguan kekebalan tubuh atau imunitas dan keratinasi kulit	
Vitamin D	Pada anak Riketsia akibat gangguan mineralisasi tulang, pada orang dewasa osteomalasia akibat demineralisasi tulang	
Vitamin E	Miopati, anemia dan neuropati, disfungsi sistem saraf serius, tetapi sangat jarang terjadi	
Vitamin K	Gangguan pembekuan darah, penyakit hemoragik (<i>hemoragic disease</i>)	

Defisiensi vitamin dapat dicegah dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi (Comb (2012)) menyatakan beberapa faktor potensial yang dapat menyebabkan defisiensi vitamin pada manusia, yaitu faktor psikologis dan teknologi yang meliputi kebiasaan makan yang buruk, (kurang mengandung vitamin), faktor kemiskinan sehingga daya beli terhadap makanan rendah, ketidakpedulian terhadap gizi, akibat kurangnya informasi dan pengetahuan, konsumsi makanan yang tidak cukup, kurangnya ketersediaan makanan sumber vitamin, kerusakan vitamin pada saat panen serta penyimpanan dan pengolahan, tidak nafsu makan, adanya pengaruh budaya (makanan yang tabu) dan ketidakpedulian keluarga dalam penyiapan makanan. Sementara faktor yang mempengaruhi terjadinya defisiensi sekunder disebabkan oleh gangguan penyerapan (malabsorpsi), gangguan penggunaan vitamin secara metabolik, peningkatan kebutuhan akibat kondisi fisiologis tertentu (kehamilan, menyusui, masa pertumbuhan, adanya infeksi), serta akibat kelebihan ekskresi vitamin seperti diuresis, keringat berlebihan dan pengeluaran melalui air susu ibu atau ASI bagi ibu menyusui.

Efek keracunan (toksisitas) akibat kelebihan vitamin dapat terjadi terutama pada vitamin larut lemak. Akan tetapi, efek toksik baru terjadi jika konsumsi melebihi 5-10 kali lebih besar dari angka kecukupan yang dianjurkan. Pemberian suplementasi biasanya hanya memasok kurang dari 2 kali nilai kecukupan harian sehingga efek toksik jarang terjadi terutama pada orang dewasa (Byrd Bredbenner, dkk., 2007).

Berikut gambaran vitamin larut air yang dapat dilihat pada Tabel 8;

Tabel 8. Ringkasan Vitamin Larut Air (*water soluble vitamin*)

Vitamin	Peran Utama sebagai Koenzim	Fungsi secara Biokimia dan Fisiologis	Gangguan Akibat Defisiensi	Sumber Pangan	Kelompok Risiko Defisiensi
Vitamin B ₁ (Tiamin)	Tiamin difosfat (TDP) atau tiamin pirofosfat (TPP)	Dekarboksilasi oksidatif a-keto asam dan gula 2-keto	Beri-beri, otot lemah, anoreksia, takikardia, pembesaran hati, edema	Jamur, biji bunga matahari, kacang-kacangan	Pengguna alkohol, lansia, gangguan penyerapan
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	Flavin adenin dinukleotida (FAD); flavin mononukleotida (FMN)	Reaksi transfer elektron (hidrogen)	Ariboflavinosi, cheilosis, glositis, hiperemia, edema faringeal dan mukosa membran mulut, angular stomatitis, fotofobia.	Hati sapi, daging, telur, yoghurt, keju ricotta, susu non fat	Pengguna alkohol, trauma, kondisi hipermatabolik
Vitamin B ₃ (niasin, asam nikotinat, nikotinamida)	Nikotinamida adenin dinukleotida (NAD); nikotinamida adenin dinukleotida fosfat (NADP)	Reaksi transfer elektron (hidrogen)	Pelagra, diare, dermatitis, gangguan mental atau demensia	Ikan tuna, hati sapi, daging sapi muda, ayam, selai kacang	Pengguna alkohol, kondisi malabsorpsi, <i>Hartnup disease</i>
Asam pantotenat	Koenzim A (CoA)	Reaksi transfer asli	Defisiensi sangat jarang terjadi, mati rasa (<i>numbness</i>) dan perasaan nyeri (<i>tingling</i>) di tangan dan kaki, muntah, kelelahan	Terdapat dalam berbagai makanan	Pengguna alkohol, kondisi malabsorpsi
Biotin	Karboksibiotinil Lisin	Transfer CO ₂ / reaksi karboksilasi	Defisiensi sangat jarang terjadi; anorexia, mual, glositis, depresi, kulit bersisik dan kering	Disintesis oleh mikroflora pada saluran pencernaan, hati, kacang kedelai, telur	Konsumsi telur mentah berlebihan, pengguna alkohol, gangguan penyerapan (malabsorpsi)
Vitamin B ₆ (piridoksin, piridoksal, piridoksamin)	Piridoksal fosfat (PLP)	Reaksi transaminasi dan dekarboksilasi	Dermatitis, glositis, emosi tidak stabil (<i>convulsions</i>)	Steak, kacang-kacangan, kentang, ikan salmon, pisang, gandum	Lanjut usia, pengguna alkohol, penggunaan obat tertentu

Folat	Derivat asam tetrahidrofolat: 5, 10-metilen THF, 10-formil THF, 5-formimino THF, 5,10-metilenil THF, 5-metil THF	Reaksi transfer 1-karbon	Anemia megaloblastik, diare, kelelahan, depresi, confusion	Jamur, bayam, asparagus, lobak, kacang lima, hati sapi, produk gandum yang difortifikasi	Pengguna alkohol, gangguan penyerapan (malabsorpsi), penggunaan obat-obatan tertentu
Vitamin B ₁₂ (kobalamin)	Metilkobalamin, adenosilkobalamin	Metilasi homosistein menjadi metionin, konversi metilmalonil-koA menjadi suksinil-koA	Anemia megaloblastik, degenerasi saraf perifer.	Daging, ikan, kerang-kerangan, unggas, susu	Lanjut usia, vegetarian yang ketat, anemia pernisirosa, beberapa gangguan terkait pencernaan dan usus
Vitamin C (asam askorbat)	Tidak ada	Antioksidan, hidroksilasi enzim yang terlibat dalam sintesis kolagen, karnitin dan norepinefrin	Sariawan (<i>scurvy</i>), hiperkeratosis, folikel rambut, gangguan psikologis, penyembuhan luka yang lama, pendarahan gusi, pecah pembuluh kapiler secara spontan (pembuluh kapiler tidak elastis)	Pepaya, jeruk, blewah, brokoli, kubis, paprika, anggur, stroberi	Lanjut usia, pengguna alkohol, dan perokok

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas permasalahan kesehatan yang muncul akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi makanan sumber vitamin larut air.

RINGKASAN

Jenis vitamin larut air, yaitu vitamin C, B₁, B₂, B₆, B₁₂, asam folat, niasin, asam pantotenat, biotin, dan kolin (Comb, 2012). Vitamin lebih banyak berperan dalam fungsi fisiologis tubuh, terutama dalam proses pertumbuhan dan perkembangan sehingga vitamin sangat dibutuhkan

untuk kehidupan manusia. Kekurangan vitamin baik secara sendiri maupun bersamaan dengan zat gizi mikro lainnya, berdampak terhadap kesehatan, pada setiap tahapan daur kehidupan manusia

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas dan jelas !

- a) Sebutkan pengelompokkan vitamin larut air dan jelaskan masing-masing vitamin tersebut !
- b) Jelaskan secara umum peran vitamin bagi tubuh manusia !

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi tentang vitamin larut air saat ini.

3. Daftar Pustaka

- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakara: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bender, D.A 2003. *Nutritional Biochemistry of the Vitamins*. 2th Ed. Cambridge University Press: New York.

- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- Comb, JF. 2012. *The Vitamin ; Fourth edition*. Elsevier : United State of America
- DeMan, J. M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational *deja-vu?* Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Geelhoed D, Agadzi F, Visser L, Ablordeppey E, Asare K, O'Rourke P, et al. 2006. Maternal and fetal outcome after severe anemia in pregnancy in rural Ghana. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet]. 2006 Jan 1;85(1):49–55. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016340500334794>
- Gillespie S. 1997. *Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options*. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. *Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi"*. Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UI Press.

- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med*. 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). *Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V*. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health*. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Oxford University Press. 2005. Oxford Learner's Pocket Dictionary. 4th ed.
- Papalia O, Feldman Ruth. 2001. Human development. 8th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.

- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Sjawitri PS. 2001. Alergi Makanan pada Bayi dan Anak. Sari Pediatr. 2001;3:168–74.
- Sudargo, T., LM, H. F., Rosiyani, F., & Kusmayanti, N. A. 2014. Pola Makan dan Obesitas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. The New Public Health. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.
- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.
- World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

AI	<i>Adequate Intake</i>
AKG	Angka Kecukupan Gizi

EAR	<i>Estimated Average Reference Intake</i>
FAD	<i>Adenine Dinucleotide</i>
FMN	<i>Flavin Mononucleotide</i>
PLP	<i>Piridoksal fosfat</i>
RDA	<i>Recommended Dietary Allowance</i>
RNI	<i>Recommended Dietary Intake</i>
TDP	<i>Tiamin Dipospat</i>
TPP	<i>Tiamin Piropospat</i>
UL	<i>Tolerable Upper Intake Levels</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

5. Glosarium

Bioavabilitas	Persentase zat gizi yang terdapat dalam makanan yang dapat digunakan oleh tubuh
Biopotensi	Sifat yang dimiliki oleh setiap vitamer tertentu yang memengaruhi kualitas vitamin
Vitamer	Zat yang mempunyai unsur kimia yang berbeda, tetapi mempunyai aktifitas biologis yang sama seperti vitamin

MINERAL MAKRO

Deskripsi Bab

Pada bab ini membahas tentang mineral makro, mencakup jenis-jenis, perannya bagi tubuh dan risiko kelebihan dan kekurangan konsumsi serta kebutuhan mineral makro

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis mineral makro, perannya dalam tubuh manusia, sumber makanan yang mengandung mineral makro yang baik, akibat konsumsi secara kekurangan dan kelebihan terhadap tubuh manusia serta dapat menilai kebutuhan mineral makro pada individu yang sehat

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai konsep mineral makro serta terampil dalam menilai kebutuhan mineral makro bagi individu

A. Pendahuluan

Mineral adalah unsur kimia yang diperlukan tubuh dan berada dalam bentuk elektrolit anion atau bermuatan negatif dan kation atau bermuatan positif. Secara garis besar mineral dikelompokkan menjadi 2, yaitu mineral makro dan mineral mikro. Pengelompokan mineral tersebut didasarkan pada jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh. Penjelasan mengenai mineral makro, yaitu mineral yang jumlahnya dalam tubuh lebih dari 0,01% atau 100 ppm dari bobot tubuh. Mineral yang termasuk ke dalam mineral makro ialah kalsium (Ca), fosfor (P), sulfur (S), kalium (K), natrium (Na), klor (Cl), dan magnesium (Mg). Kemudian mineral mikro adalah mineral yang dibutuhkan kurang dari 100 mg/dl. Mineral yang termasuk dalam mineral mikro antara lain zat besi (Fe), copper, cobalt, potassium, magnesium (Mg), iodium (I), zink (Zn), mangan (Mn), molybdenum, fluor, chromium, selenium dan sulfur

Tubuh mempunyai beberapa cara untuk mengontrol kadar mineral, yaitu dengan mengatur jumlah yang diabsorpsi dari saluran pencernaan dan mengatur jumlah mineral yang dapat ditahan dalam tubuh. Kekurangan atau kelebihan konsumsi mineral tidak baik untuk kesehatan tubuh. Kekurangan konsumsi akan menyebabkan defisiensi dan kelebihan akan menyebabkan keracunan.

Pada bab ini dibahas spesifik mineral makro, peran mineral makro bagi tubuh manusia, sumber bahan makanan yang mengandung mineral makro dan akibat kekurangan serta kelebihan konsumsi mineral makro. Namun ada beberapa bagian yang menampilkan perbandingan antara mineral makro dengan mineral mikro. Khusus jabaran tentang mineral mikro dibahas pada bab berikutnya.

B. Fungsi Mineral Makro

Secara umum fungsi mineral bagi tubuh ialah sebagai berikut :

1. Mempertahankan keseimbangan asam basa di dalam tubuh
2. Komponen senyawa tubuh yang esensial
3. Sebagai katalisis reaksi biologis Memelihara keseimbangan air dalam tubuh
4. Transmisi impuls saraf
5. Mengatur kontraktibilitas otot
6. Pertumbuhan jaringan tubuh

C. Sumber Mineral Makro

Mineral dalam makanan secara umum dapat diperoleh dalam kacang-kacangan, biji-bijian, sayuran hijau, daging, cokelat, alpukat, buah-buahan, yoghurt, keju dan umbi-umbian. Beberapa sumber mineral dalam bahan makanan dapat dilihat pada gambar berikut;



Gambar 21. Sumber Mineral dalam Bahan Makanan

Sumber : <http://eat-well-to-be-well.com>

Untuk menilai kebutuhan dan asupan mineral dapat diketahui melalui pengumpulan data kandungan mineral dalam makanan dan air yang dikonsumsi.

D. Pengelompokan Mineral

Mineral Makro

Ada tujuh jenis mineral makro yang diuraikan di bawah ini, ketujuh mineral tersebut ialah kalsium (Ca), fosfor (P), sulfur (S), kalium (K), natrium (Na), klor (Cl), dan magnesium (Mg).

Kalsium (Ca)

Kalsium di dalam tubuh, sebagian besar terdapat dalam jaringan keras seperti tulang, gigi dan sisanya tersebar di dalam bagian tubuh yang lain. Sumber kalsium yang baik ialah bahan pangan hewani seperti susu, keju dan sejenisnya. Kalsium juga terdapat pada kacang-kacangan, roti, ikan, dan sebagainya. Asupan yang cukup untuk remaja dan dewasa adalah 1000-1300 mg per hari.

Penyerapan kalsium merupakan proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain jumlah kalsium dalam makanan, ketersediaan kalsium (kalsium dapat terikat oleh fitat dan oksalat), umur, dan zat gizi lainnya. Penyerapan kalsium dari lumen usus menuju lumen usus menuju saluran darah membutuhkan protein pembawa (*calcium-binding protein*), yang terdapat pada dinding usus. Dari saluran darah selanjutnya kalsium disebarkan ke seluruh jaringan tubuh yang memerlukan, misalnya tulang, gigi, ginjal, dan cairan ekstra seluler.

Sebanyak 50 % kalsium yang dikonsumsi diabsorpsi tubuh yang terjadi di bagian atas usus halus yaitu duodenum. Kalsium membutuhkan

pH 6 agar dapat berada dalam kondisi terlarut. Absorpsi kalsium terutama dilakukan secara aktif dengan menggunakan alat angkut protein pengikat kalsium. Absorpsi pasif terjadi pada permukaan saluran cerna. Kalsium hanya bias diabsorpsi bila terdapat dalam bentuk larut air dan tidak mengendap karena unsur makanan lain. Kalsium yang tidak diabsorpsi dikeluarkan melalui feses. Kehilangan kalsium dapat terjadi melalui urin, sekresi cairan yang masuk saluran cerna serta keringat.

Faktor-faktor yang membantu penyerapan kalsium adalah vitamin D, keasaman lambung, laktosa, dan kebutuhan tubuh akan kalsium. Faktor yang menghambat penyerapan kalsium adalah asam oksalat, asam fitat, lemak, ketidakstabilan emosi, peningkatan motilitas saluran cerna, dan fisik yang kurang gerak.

Kalsium berfungsi untuk pembentukan tulang dan gigi, mengatur kontraksi otot termasuk denyut jantung, berperan dalam proses pembekuan darah, dan sebagai katalis reaksi biologis. Kalsium dalam tubuh ditemukan dalam bentuk ion kalsium bebas dalam darah dan hidroksiapatit dalam tulang.

Kekurangan atau kelebihan konsumsi kalsium akan menyebabkan terjadinya metabolisme yang tidak normal. Defisiensi kalsium dapat menyebabkan osteomalasia, sedangkan kelebihan kalsium dapat menyebabkan hiperkalsemia, tetani, rigor kalsium. Osteoporosis disebabkan oleh penurunan massa tulang akibat absorpsi kalsium yang kurang baik, kurangnya jumlah kalsium dalam makanan yang berlangsung lama, peningkatan proses resorpsi tulang (keluarnya kalsium dari tulang), dan terhambatnya proses klasifikasi (masuknya kalsium kedalam matriks tulang). Penyebab terjadinya kondisi ini adalah abnormalitas kinerja kelenjar paratiroid dalam resorpsi tulang, kegagalan

sintesis matriks kolagen dan imobilitas atau kehilangan stimulus estrogen dalam klasifikasi tulang.

Osteomalasia merupakan kondisi penurunan kualitas tulang. Keadaan ini biasanya terjadi pada wanita yang tinggal di daerah sub tropis dengan intensitas sinar matahari rendah. Mengonsumsi obat-obatan anti konvulsif, atau kekurangan cadangan mineral kalsium akibat kehamilan, dan menyusui dalam waktu yang lama.

Hiperkalsemia ditandai dengan kadar kalsium dalam darah yang sangat tinggi. Hal ini dapat terjadi jika asupan vitamin D yang terlalu tinggi atau makanan dengan rasio Ca:P yang sangat tinggi. Hiperkalsemia dapat ditanggulangi dengan cara mengurangi asupan vitamin D dibandingkan dengan menurunkan jumlah kalsium dalam makanan.

Fosfor (P)

Fosfor merupakan bagian dari asam nukleat DNA dan RNA yang terdapat dalam intisel dan sitoplasma sel. Fosfor dalam bentuk fosfolipid merupakan komponen pembentuk membran sel. Fosfor juga berperan dalam reaksi biologis, terutama pelepasan dan penyimpanan energi.

Fosfor adalah mineral yang dapat dijumpai pada hampir semua bahan makanan terutama di dalam daging merah, makanan yang mengandung susu, ikan, unggas, roti, beras dan gandum. Asupan yang cukup untuk remaja dan dewasa adalah 700 mg/ hari.

Fosfor diserap di usus halus terutama di bagian jejunum, fosfor diserap melalui dua mekanisme yaitu transpor aktif yang melibatkan natrium dan difusi pasif. Penyerapan fosfor dipengaruhi oleh sistem endokrin dan interaksi dengan substansi lain di dalam lumen usus. Fosfor dari makanan dilepaskan oleh enzim fosfatase lalu diserap oleh usus

dengan bantuan vitamin D. Kadar fosfor dalam darah diatur oleh hormon paratiroid. Hormon ini berperan dalam mengatur jumlah penyerapan fosfor dari usus, serta jumlah fosfor yang disimpan di ginjal. Bentuk fosfor dalam tubuh ialah ion fosfor bebas dalam darah, dan dalam bentuk fosfolipid dan hidroksiapatit dalam tulang.

Fosfor dapat diabsorpsi secara efisien sebagai fosfor bebas di dalam usus setelah dihidrolisis dan dilepas dari makanan oleh enzim alkaline fosfatase dalam mukosa usus halus dan diabsorpsi secara aktif yang dibantu oleh bentuk aktif vitamin D dan difusi pasif. Kadar fosfor dalam darah diatur oleh hormone paratiroid (PTH) yang dikeluarkan oleh kelenjar paratiroid dan hormone kalsitonin serta vitamin D, untuk mengontrol jumlah fosfor yang diserap, jumlah yang ditahan oleh ginjal, jumlah yang dibebaskan dan disimpan dalam tulang. PTH menurunkan reabsorpsi fosfor oleh ginjal. Kalsitonin meningkatkan ekskresi fosfat oleh ginjal.

Fosfor memiliki beberapa peran penting dalam tubuh yaitu regulasi pelepasan energi, komponen membran sel dan DNA, penyerapan dan transportasi zat-zat gizi, bagian dari senyawa tubuh yang esensial, klasifikasi tulang dan gigi, serta regulasi keseimbangan asam-basa.

Defisiensi fosfor sangat jarang terjadi. Namun terjadi karena menggunakan obat antacid untuk menetralkan asam lambung, yang dapat mengikat fosfor sehingga tidak dapat diabsorpsi. Kekurangan fosfor juga terjadi pada penderita yang kehilangan banyak cairan melalui urin. Kekurangan fosfor mengakibatkan kerusakan tulang dengan gejala lelah, kurang nafsu makan dan kerusakan tulang. Bila kadar fosfor darah terlalu tinggi, ion fosfat akan mengikat kalsium sehingga dapat menimbulkan kejang.

Sementara itu, mengonsumsi suplemen fosfor dosis tinggi dalam waktu singkat dapat mengakibatkan diare atau nyeri lambung. Konsumsi fosfor dosis tinggi dalam waktu lama dapat menurunkan jumlah kalsium dalam tubuh sehingga tulang lebih berisiko mengalami fraktur.

Belerang (S)

Belerang terdapat hampir di dalam setiap sel dan terkonsentrasi di dalam sitoplasma. Konsentrasi belerang yang tinggi terdapat pada rambut, kulit, dan kuku, dalam bentuk asam amino metionin dan sistein yang membentuk protein keratin. Belerang dapat berkombinasi dengan atom H dan berperan dalam proses penggumpalan darah dan reaksi transfer energi. Belerang juga berperan dalam sintesis kolagen dan mukopolisakarida. Belerang merupakan bagian dari vitamin, asam pantotenat, dan asam lipoat. Belerang diperlukan untuk antioksidan glutation, dan belerang juga merupakan bagian dari koenzim-A.

Belerang adalah mineral yang ditemukan secara alamiah dalam berbagai bentuk di dalam makanan. Belerang juga digunakan dalam bentuk sulfat dan sulfit sebagai zat aditif dalam berbagai pangan olahan. Sulfur diabsorpsi sebagai bagian dari asam amino atau sebagai sulfat anorganik. Sulfur juga merupakan bagian dari enzim glutation serta berbagai koenzim dan vitamin, termasuk koenzim A. Sebagian besar sulfur diekskresi melalui urin sebagai ion bebas. Sulfur juga merupakan salah satu elektrolit intraseluler yang terdapat dalam plasma berkonsentrasi rendah.

Kecukupan sehari sulfur tidak ditetapkan dan hingga sekarang belum diketahui adanya kekurangan sulfur bila makanan yang kita konsumsi cukup mengandung protein. Dampak kekurangan sulfur bisa terjadi jika kekurangan protein. Kelebihan sulfur bisa terjadi jika

konsumsi asam amino berlebih pada hewan yang akan menghambat pertumbuhan.

Kalium (K)

Kalium terkonsentrasi dalam sel. Rasio antara Na : K didalam sel adalah 1 : 10, sedangkan dalam sel 28 : 1. Kalium merupakan integral sel yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (setiap penambahan berat badan 0,5 kg diperlukan 1050 mg kalium). Di dalam sel, kalium berperan sebagai bagian dari enzim, mempertahankan tekanan osmotik dan memelihara keseimbangan asam basa dalam tubuh. Kalium juga berperan dalam transmisi impuls saraf, pelepasan insulin dari pankreas, dan bersama magnesium berperan sebagai pelemas atau pengendor otot.

Kalium adalah mineral yang dapat ditemukan dalam mayoritas makanan. Sumber kalium dapat diperoleh dari sayuran (kacang panjang dan mentimun) dan buah-buahan (pisang, belimbing), kacang-kacangan dan biji-bijian, susu, ikan, kerang-kerangan, daging sapi, ayam, daging kalkun dan roti. Asupan yang cukup untuk orang dewasa adalah 4,7 gram/hari.

Pada dasarnya seluruh kalium yang terdapat dalam makanan yang dikonsumsi dapat diserap oleh usus halus. Usus besar juga mampu melakukan penyerapan kalium secara aktif melalui proses yang diperantarai oleh H.K-ATPase. Ekskresi asupan kalium dari makanan terjadi melalui urine dan feses.

Kalium memiliki beberapa peran penting, antara lain mengendalikan keseimbangan cairan tubuh dan mungkin juga menurunkan tekanan darah. Di dalam tubuh, kalium berada dalam bentuk ion kalium bebas dalam sel dan dalam enzim piruvat kinase. Defisiensi

kalium akibat kurangnya konsumsi relatif jarang terjadi. Defisiensi kalium dapat terjadi pada anak-anak sebagai akibat dari diare dan muntah-muntah. Gejala yang timbul adalah otot lemah, perut kembung, dan gangguan jantung. Konsumsi kalium yang berlebihan dapat menimbulkan hiperkalemia. Pada kondisi ini dapat terjadi gangguan koordinasi otot dan dalam keadaan berat, jantung dapat berhenti bekerja. Hal tersebut dapat terjadi akibat ketidakmampuan ginjal untuk mengeluarkan kelebihan kalium dari tubuh.

Natrium (Na)

Sumber utama natrium dalam pangan adalah garam dapur secara kimiawi berupa NaCl. Sumber natrium lainnya adalah penyedap masakan yaitu MSG (*monosodium glutamat*) dan soda kue yaitu natrium bikarbonat. Natrium ditemukan secara alamiah dalam jumlah kecil pada semua makanan, tetapi dalam jumlah besar ditambahkan pada bahan makanan olahan seperti daging, sereal, keju, roti, dan berbagai macam makanan selingan atau *snack*.

Natrium merupakan ion positif (Na^+) utama dalam cairan ekstra seluler yang menimbulkan tekanan osmotik untuk menjaga agar air tidak keluar dari darah dan masuk ke dalam sel. Tekanan osmotik ini menyeimbangkan tekanan yang sama yang ditimbulkan oleh kalium di dalam sel yang menjaga agar air tetap berada di dalam sel. Dalam keadaan normal, tubuh dapat menjaga keseimbangan natrium di luar sel dan kalium di dalam sel serta menjaga keseimbangan air.

Sebagian kecil natrium diserap dalam lambung dan sebagian besar diserap secara cepat dalam usus halus. Penyerapan natrium terjadi secara proses aktif yang memerlukan energi. Natrium yang diserap selanjutnya ditransportasikan oleh darah ke ginjal untuk disaring dan diekskresikan

sehingga kadar dalam darah tetap rendah sesuai kebutuhan. Konsumsi garam terlalu banyak dapat meningkatkan tekanan darah dan hal ini berisiko terhadap terjadinya stroke dan serangan jantung.

Klor (Cl)

Klor terkonsentrasi di dalam cairan serebrospinal (mengalir di sekeliling otak) dan cairan sekresi ke saluran pencernaan. Sumber utama klor bagi tubuh adalah garam dapur (NaCl). Klor terdapat bersamaan dengan natrium dalam garam dapur. Beberapa sayuran dan buah juga mengandung klor. Sebagai bagian dari HCL, Cl berfungsi menjaga keasaman lambung.

Bersama dengan S dan P, Cl juga berperan dalam mempertahankan keseimbangan asam basa dan cairan elektrolit dalam cairan ekstraseluler tubuh, Memelihara suasana asam dalam lambung sebagai bagian dari HCL, yang diperlukan untuk bekerjanya enzim-enzim pencernaan, Membantu pemeliharaan keseimbangan asam dan basa bersama unsur-unsur pembentuk asam lainnya, Ion klor dapat dengan mudah keluar dari sel darah merah dan masuk ke dalam plasma darah guna membantu mengangkut karbondioksida ke paru-paru dan keluar dari tubuh. Klor juga diperlukan untuk pertumbuhan yaitu, pembentukan cairan ekstraseluler, tulang dan jaringan pengikat.

Klor diabsorpsi di usus halus dan dieksresi melalui urin dan keringat. Kehilangan klor mengikuti kehilangan natrium. Kebutuhan Klor untuk orang dewasa per hari adalah 750 mg. Kekurangan klor bisa terjadi pada saat muntah muntah, diare kronis, dan keringat berlebihan. Dan jika kelebihan juga bisa mengakibatkan muntah.

Magnesium (Mg)

Magnesium intraseluler dalam jaringan dan hati lebih tinggi dari pada di dalam aliran darah. Di dalam ekstraseluler, jumlah magnesium lebih sedikit tetapi diperlukan untuk konduksi impuls saraf agar terjadi kontraksi otot secara normal. Kalsium dan magnesium bersifat antagonis yaitu, kalsium menstimulus kontraksi otot sedangkan magnesium berperan untuk relaksasi otot. Kalsium dan magnesium saling berkompetisi baik pada waktu penyerapan, penggunaan, dan ekskresi pangan. Sumber magnesium adalah biji-bijian utuh, kacang-kacangan dan sayuran hijau. Asupan magnesium untuk orang dewasa adalah 300 – 420 mg per hari.

Magnesium di absorpsi di usus halus menggunakan protein pembawa atau difusi pasif. Vitamin D dan laktosa dapat meningkatkan penyerapan magnesium. Sebaliknya adanya kalsium, fitat, pospat, alkohol, dan lemak dapat menurunkan penyerapan magnesium. Metabolisme magnesium dikontrol oleh kelenjer tiroid, yaitu peningkatan penyerapan magnesium, jika terjadi sekresi hormon paratiroid akibat penurunan kadar magnesium dalam serum. Ekskresi magnesium dilakukan melalui ginjal.

Magnesium memiliki sejumlah fungsi penting yaitu elemen esensial sel terutama mitokondria, sebagai bagian dari enzim, katalisator biologis pada reaksi penggunaan dan pelepasan energi, metabolisme asam nukleat reaksi yang mengangkut karbohidrat, lemak dan protein. Defisiensi magnesium dapat mengakibatkan muntah-muntah, waktu transit dalam saluran cerna cepat, tidak terkontrolnya gerakan otot, (gemetar, kejang-kejang) dan klasifikasi jaringan lunak. Kelebihan

magnesium dalam tubuh di sebut hipermagnesemia, tetapi keadaan ini jarang terjadi.

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas permasalahan kesehatan yang muncul akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi makanan sumber mineral makro.

RINGKASAN

Mineral makro adalah mineral yang jumlahnya dalam tubuh lebih dari 0,01% atau 100 ppm dari bobot tubuh. Mineral yang termasuk kedalam mineral makro ialah kalsium (Ca), fosfor (P), sulfur (S), kalium (K), natrium (Na), klor (Cl), dan magnesium (Mg). Fungsi mineral secara umum adalah mempertahankan keseimbangan asam basa di dalam tubuh, sebagai komponen senyawa tubuh yang esensial, sebagai katalisis reaksi reaksi biologis, memelihara keseimbangan air dalam tubuh, transmisi impuls saraf, mengatur kontraktilitas otot dan pertumbuhan jaringan tubuh.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas dan ringkas !

- a)Jelaskan secara umum peran mineral makro bagi tubuh manusia !
- b)Jelaskan akibat kelebihan dan kekurangan konsumsi makanan sumber mineral makro

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi tentang peran mineral makro saat ini dalam meningkatkan status kesehatan manusia.

3. Daftar Pustaka

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational déjà-vu? Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Geelhoed D, Agadzi F, Visser L, Ablordeppey E, Asare K, O'Rourke P, et al. 2006. Maternal and fetal outcome after severe anemia in pregnancy in rural Ghana. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet]. 2006 Jan 1;85(1):49–55. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016340500334794>

- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med*. 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhartara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.

- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). *Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V*. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. *Pengantar Ilmu Gizi*. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health*. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Oxford University Press. 2005. *Oxford Learner's Pocket Dictionary*. 4th ed.
- Papalia O, Feldman Ruth. 2001. *Human development*. 8th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. *Kamus Gizi*. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. *Gizi Dalam Daur Kehidupan*. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. *Nutrition Concept and Controversies*. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Sjawitri PS. 2001. Alergi Makanan pada Bayi dan Anak. *Sari Pediatr*. 2001;3:168–74.
- Sudargo, T., LM, H. F., Rosiyani, F., & Kusmayanti, N. A. 2014. *Pola Makan dan Obesitas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. *Gizi dan Kesehatan Edisi I*. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. *The New Public Health*. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. *Understanding Nutrition*. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.

- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.
- World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
RNA	<i>Ribosenucleic Acid</i>
PTH	<i>Hormone paratiroid</i>
MSG	<i>Monosodium glutamat</i>

5. Glosarium

Resorpsi tulang	keluarnya kalsium dari tulang
-----------------	-------------------------------

MINERAL MIKRO

Deskripsi Bab

Pada bab ini membahas tentang mineral mikro, mencakup jenis-jenis, perannya bagi tubuh dan risiko kelebihan dan kekurangan konsumsi serta kebutuhan mineral mikro bagi individu

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa mampu menjelaskan jenis mineral mikro, perannya dalam tubuh manusia, sumber makanan yang mengandung mineral yang baik, akibat konsumsi secara kekurangan dan kelebihan terhadap tubuh manusia serta dapat menilai kebutuhan mineral mikro pada individu yang sehat

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai konsep mineral mikro serta terampil dalam menilai kebutuhan mineral mikro bagi individu

A. Pendahuluan

Pada bab sebelumnya yaitu bab mineral makro telah disampaikan secara umum mengenai mineral. Seperti diketahui bahwa mineral berasal

dari dalam tanah, kemudian tanaman yang tumbuh diatas tanah akan menyerap mineral yang dibutuhkan untuk tumbuh. Mineral yang diserap disimpan dalam akar, batang, daun, bunga dan buah. Hewan yang mengonsumsi tanaman akan menyimpan mineral dalam tubuhnya dan manusia memenuhi kebutuhan akan mineral melalui konsumsi pangan nabati dan hewani.

Dalam bahasan mineral dikenal dengan istilah mineral esensial. Pengertian mineral esensial adalah mineral yang jika terjadi defisiensi dalam menu makanan secara konsisten akan mengakibatkan terjadinya fungsi biologis yang suboptimal dan gangguan fungsi biologis tersebut dapat dicegah atau dapat dipulihkan melalui pemberian mineral. WHO mengelompokkan mineral mikro berdasarkan sifat esensialnya yaitu mineral mikro esensial (I, Zn, Se, Cu, Mo, dan Cr); mineral mikro yang kemungkinan esensial (Mn, Si, Ni, B, dan V); dan mineral mikro yang berpotensi beracun, tetapi kemungkinan mempunyai fungsi esensial (F, Cd, As, Pb, Al, Li).

Berdasarkan penjelasan pada bab sebelumnya telah disampaikan bahwa tubuh mempunyai beberapa cara untuk mengontrol kadar mineral, yaitu dengan mengatur jumlah yang diabsorpsi dari saluran pencernaan dan mengatur jumlah mineral yang dapat ditahan dalam tubuh. Konsumsi mineral yang kurang dan berlebihan tidak baik untuk kesehatan tubuh. Risiko yang terjadi apabila kurang konsumsi mineral mikro akan menyebabkan defisiensi dan kelebihan akan menyebabkan keracunan.

B. Fungsi Mineral Mikro

Secara umum fungsi mineral bagi tubuh ialah sebagai berikut :

1. Mempertahankan keseimbangan asam basa di dalam tubuh

2. Komponen senyawa tubuh yang esensial
3. Sebagai katalisis reaksi reaksi biologis memelihara keseimbangan air dalam tubuh
4. Transmisi impuls saraf
5. Mengatur kontraktilitas otot
6. Pertumbuhan jaringan tubuh

C. Sumber Mineral Mikro

Mineral dalam makanan secara umum dapat diperoleh dalam kacang-kacangan, biji-bijian, sayuran hijau, daging, cokelat, alpukat, buah-buahan, yoghurt, keju dan umbi-umbian. Beberapa sumber mineral dalam bahan makanan dapat dilihat pada gambar berikut;



Gambar 21. Sumber Mineral dalam Bahan Makanan

Sumber : <http://eat-well-to-be-well.com>

D. Pengelompokan, Peran bagi Tubuh Manusia, Sumber dalam Bahan Makanan dan Akibat Kelebihan serta Kekurangan Konsumsi Mineral Mikro

Mineral-mineral yang termasuk ke dalam kelompok mineral mikro sebagai berikut;

Besi (Fe)

Zat besi dalam tubuh dapat berkombinasi dengan protein sehingga mampu menerima dan melepaskan oksigen, dan karbon dioksida. Jumlah zat besi di dalam tubuh bervariasi menurut umur, status gizi, jenis kelamin dan jumlah zat besi cadangan. Zat besi merupakan mineral esensial. Sumber zat besi yang baik antara lain hati, daging, kacang-kacangan, padi-padian, sereal yang difortifikasi, tepung kedelai dan sayuran hijau gelap. Anjuran kecukupan zat besi untuk orang dewasa adalah 7-18 mg dan ibu hamil 27 mg.

Penyerapan zat besi (Fe) terjadi apabila Fe sudah terpisah dari bahan organik (seperti protein) sudah terpisah dan Fe^{3+} (Feri) sudah direduksi menjadi Fe^{2+} (fero) oleh HCL lambung dan Vitamin C. Penyerapan terjadi di duodenum usus halus, yang pengaturannya tergantung kepada kebutuhan tubuh.

Setelah di serap oleh usus, Fe diangkut oleh darah dan didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh dalam keadaan terikat oleh protein transferin. Zat besi (Fe) tersebut antara lain digunakan untuk sintesis enzim-enzim pernafasan, Fe dalam plasma darah, produksi hemoglobin dan sel darah merah pada tulang, di dalam hati, limfa dan lain-lain. Konsumsi daging sapi, daging ayam, ikan dan vitamin C akan meningkatkan penyerapan zat besi dari makanan nabati (2-3 kali). Adapun adanya serap pangan, asam fitat, asam oksalat, minuman berkarbonasi, teh dan kopi dapat menurunkan penyerapan zat besi. Kelebihan fosfat dan mineral kalsium dalam makanan juga dapat menghambat penyerapan zat besi. Zat besi memiliki sejumlah peranan

penting bagi tubuh, yaitu sebagai pengangkut (*carrier*) O₂, dan CO₂, pembentukan sel darah merah dan bagian dari enzim. Dalam tubuh, zat besi terdapat dalam bentuk feritin, transferin, dan hemosiderin.

Defisiensi zat besi biasanya terjadi pada masa pertumbuhan dan kekurangan asupan zat besi setelah kehilangan darah atau ketika wanita hamil atau melahirkan. Kekurangan zat besi dalam waktu yang lama akan mengakibatkan terjadinya anemia (anemia gizi besi/AGB). Kondisi kelebihan zat besi cadangan (hemosiderin) dalam hati, dapat mengakibatkan siderosis atau hemosiderosis. Hal ini terjadi karena kegagalan tubuh dalam mengatur jumlah zat besi yang telah diserap hemokromatosis juga dapat terjadi karena tingkat penyerapan zat gizi yang sangat tinggi.

Zink (Zn)

Zink atau seng adalah salah satu *trace-mineral* atau mineral mikro yang penting untuk semua bentuk kehidupan termasuk tanaman, hewan dan mikroorganisme. Simbol kimia untuk zink ialah Zn. Zink berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan, fungsi neurologis, sistem kekebalan tubuh dan reproduksi.

Tubuh manusia mengandung sekitar 1,5 sampai 2,5 gram zink yang tersebar hampir di semua sel. Sebagian besar zink tersimpan dibagian hati, ginjal, pankreas, otot dan tulang. Jaringan yang banyak mengandung zink adalah bagian mata, kelenjer prostat, spermatozoa, kulit, rambut dan kuku. Di dalam cairan tubuh zink terutama merupakan ion intraseluler. Zink yang ditemukan dalam plasma hanya 0,1 % dari seluruh zink di dalam tubuh yang mempunyai masa pergantian yang cepat. Zink merupakan logam yang dapat berada dalam beberapa valensi yang berbeda, tetapi secara umum terdapat dalam ion divalen (Zn²⁺).

Kecukupan gizi yang dibutuhkan untuk dapat mencegah kekurangan zink yaitu 2-6 mg untuk anak-anak, 8-13 mg untuk remaja dan dewasa. Sumber zink yang sangat baik adalah daging merah (terutama jeroan), dan makanan laut (terutama tiram dan moluska). Hewan lain yang merupakan sumber zink yang baik seperti unggas dan produk susu. Biji-bijian dan sayur akar mewakili sumber zink nabati. Selain dalam bahan pangan zink disediakan oleh pankreas dan sekresi dari empedu yang dilepaskan ke sistem pencernaan. Enzim karboksipetidase misalnya merupakan metaloenzim zink. Setelah aktivitas karboksipeptidase, enzim menghidrolisis diri dan enzim dilepaskan. Zink yang dilepaskan akan tersedia untuk diserap dan digunakan kembali dalam tubuh.

Zink merupakan mineral pertumbuhan (*the growth mineral*) yang memiliki beberapa fungsi berikut :

1. Zink dan enzim. Zink diperlukan untuk aktivitas hampir 100 enzim. Enzim yang menggunakan ion logam seperti zink sebagai kofaktor disebut metaloenzim. Zink bertindak sebagai akseptor elektron yang berkontribusi terhadap aktivitas kalitik banyak enzim. Dalam peran lain enzim penting untuk sintesis, penyimpanan, dan pelepasan insulin dari pankreas.
2. Struktur seperti-jari zink (*zinc finger-like structure*). Zink menstabilkan struktur sejumlah protein. Zink membantu protein tertentu untuk melipat dengan melekat pada asam amino sistein dan histidin. Protein yang dilipat memiliki struktur seperti jari yang dapat meningkatkan stabilitas struktural protein tersebut. Protein yang menggunakan struktur seperti jari zink adalah reseptor retina (Vitamin A) di mata dan reseptor vitamin D.

struktur seperti jari zink penting bagi protein yang mengatur hormon seperti testosteron. Zink juga ditemukan dalam protein virus. Salah satu contohnya adalah *human immunodeficiency virus* (HIV).

3. Zink sebagai antioksidan. Zink merupakan komponen penting *superoksida dismutase* (SOD). Radikal bebas superoksida terbuat dari dua atom oksigen yang berpasangan dengan elektron tambahan. Superoksida dismutase adalah enzim antioksidan penting yang mengubah superoksida radikal bebas menjadi oksigen dan hidrogen. Hidrogen peroksida kurang berbahaya sebagai radikal bebas dan dapat didegradasi lebih lanjut menjadi air dan oksigen.

Pada beberapa kelompok populasi terutama orang tua dan vegetarian telah ditemukan konsumsi zink yang lebih sedikit daripada jumlah yang memadai. Kondisi yang berhubungan dengan perlunya peningkatan asupan mencakup pada pecandu alkohol, penderita penyakit kronis, trauma, stres, operasi dan malabsorpsi.

Tanda-tanda dan gejala defisiensi zink adalah pertumbuhan terganggu (gejala awal kekurangan zink pada anak-anak yang disebabkan oleh pembelahan sel tidak memadai yang diperlukan untuk pertumbuhan), kelainan kerangka dari gangguan perkembangan tulang punggung, tulang rawan, sintesis kolagen yang rusak, lamanya penyembuhan luka, dermatitis, tertundanya pematangan seksual pada anak-anak, hipogeusia (*bleunting*), alopesia (rambut rontok), gangguan fungsi kekebalan tubuh, dan gangguan sintesis protein. Beberapa kondisi yang berkaitan dengan defisiensi zink adalah sebagai berikut:

Defisiensi zink parah. Kekurangan zink yang parah biasanya hanya terjadi pada individu dengan kelainan genetik. Diet rendah zink tidak mungkin menyebabkan kekurangan zink yang parah. Namun diare berkepanjangan atau luka bakar bakar yang parah dapat menyebabkan kekurangan zink yang parah.

1. Defisiensi zink ringan. Kekurangan zink ringan umumnya ditemukan pada anak-anak di negara berkembang. Kekurangan zink ringan dapat mempengaruhi berat badan dan dapat menghambat pertumbuhan anak-anak. Peneliti menduga bahwa kadar zink yang rendah mempengaruhi respon seluler yang mengatur hormon pertumbuhan seperti *insulin-like growth factor-1* (IGF-1). Suplementasi zink telah terbukti dapat memperbaiki masalah pertumbuhan ini.
2. Kekurangan zink pada bayi. Bayi yang diberi susu sapi mungkin lebih rentan terhadap kekurangan zink ringan. Sebanyak 32% dari zink dalam susu sapi terikat kasein dan sebagian besar sisa zink (63%) terikat koloid kalsium fosfat, kondisi ini dapat mengurangi bioavailabilitas zink. Bioavailabilitas zink bahkan lebih rendah pada formulasi berbasis kedelai. Air susu ibu memiliki bioavailabilitas zink yang sangat baik walaupun kandungan zink menurun setelah menyusui enam bulan pertama.
3. Kekurangan zink pada anak. Diare yang menular mengakibatkan kematian jutaan anak setiap tahun. Kekurangan zink ringan dapat meningkatkan kerentanan anak-anak untuk terkena diare. Sayangnya diare juga dapat mengurangi penyerapan zink, sehingga dapat memperburuk kondisi anak. Suplementasi yang ditambahkan pada terapi dehidrasi oral secara signifikan dapat

meningkatkan kelangsungan hidup anak-anak yang terkena diare terus menerus. Zink yang memadai juga dapat mengurangi efek toksin dari bakteri usus. Anak-anak yang kekurangan zink juga rentan terkena infeksi. Radang paru anak-anak di negara berkembang telah berkurang dengan suplementasi zink. Zink penting untuk aktivasi dan perkembangan limfosit-T.

4. Kekurangan zink pada kehamilan. Empat dari lima wanita hamil di Indonesia memiliki konsentrasi zink yang tidak memadai. Ibu dengan status zink yang rendah telah dikaitkan dengan bayi berat lahir rendah dan bayi lahir prematur. Ibu-ibu pekerja dengan kadar zink rendah juga lebih banyak mengalami komplikasi dibandingkan ibu dengan kadar zink normal.

Masalah utama kelebihan zink adalah kekurangan tembaga. Batas yang ditoleransi (UL) untuk asupan zink telah ditentukan untuk mencegah penurunan aktivitas antioksidan (tembaga-zink superoksida dismutase) dalam sel-sel merah. Batas yang ditoleransi ini termasuk dari zink sumber bahan makanan, fortifikasi dan suplementasi bersama makanan. Batas toleransi zink untuk bayi adalah 2-5 mg, anak-anak berusia 1-3 tahun sebesar 7 mg, anak-anak usia 4-8 tahun sebesar 12 mg, anak-anak usia 9-13 tahun sebesar 23 mg, remaja sebesar 34 mg dan untuk orang dewasa sebesar 40 mg.

5. Konsumsi zink berlebihan dapat menyebabkan keracunan. Keracunan akut dengan mengkonsumsi 1-2 gram zink sulfat (225-450 mg) dapat menyebabkan keracunan, muntah, sakit epigastrik, sakit perut dan diare berdarah. Konsumsi zink yang terus menerus

dalam 40 mg (>40 mg pada beberapa orang) dapat mengakibatkan kekurangan tembaga. Asupan zink untuk kadar tertinggi ditoleransi adalah 40 mg/hari berdasarkan interaksinya dengan tembaga.

Yodium (I)

Yodium atau iodine merupakan mineral mikro yang dapat dijumpai pada air laut, gunung, dan beberapa jenis tanah. Sumber yodium yang baik yakni ikan laut dan kerang-kerangan. Yodium juga dapat ditemukan pada sereal dan padi-padian, tetapi kadarnya beraneka ragam tergantung jumlah yodium yang terkandung dalam tanah tempat tumbuhnya pangan tersebut. Angka kecukupan yodium untuk orang dewasa adalah 150 mg per hari.

Yodium diserap ke dalam darah melalui pencernaan dan diambil oleh kelenjer tiroid lalu digunakan untuk sintesis hormon tiroksin. Tiroksin masuk ke dalam darah kemudian dibawa ke sel untuk mengatur metabolisme. Di dalam kelenjer tiroid tiroksin kemudian membentuk monoiodotiroksin (MIT), dan diiodotirosin (DIT), selanjutnya 2 DIT akan membentuk hormon tiroksin (T_4), sedangkan DIT dan MIT akan membentuk hormon triioditironin (T_3). Apabila kadar tiroksin dalam darah menurun kelenjer endokrin dan kelenjer hipofisis masing masing akan mengeluarkan faktor pelepas tiroid (*thyroid releasing factor* atau TRF), dan hormon perangsang tiroid (*thyroid stimulating hormone* atau TSH) yang akan menstimulasi kelenjer tiroid untuk memproduksi hormon tiroksin dan tironin. Hormon tiroksin tersebut akan meningkatkan kecepatan metabolisme basal tubuh.

Yodium membantu proses pembentukan hormon dalam kelenjer tiroid. Hormon-hormon ini akan membantu kesehatan sel dan laju kecepatan metabolik. Bentuk yodium dalam tubuh adalah tiroksin (T_4), dan bentuk yang lebih aktif ialah triiodotironin (T_3). Kekurangan yodium dapat mengakibatkan terjadinya gondom (goiter) yaitu kondisi yang ditandai dengan membesarnya bagian leher akibat pembesaran kelenjer tiroid (kelenjer gondok). Pembesaran kelenjer tiroid merupakan kompensasi terhadap keterbatasan jumlah yodium yang sangat penting untuk sintesis hormon tiroksin. Ibu hamil yang kekurangan yodium dapat melahirkan anak yang kretin. Penderita kretinisme akan mengalami gangguan pertumbuhan fisik (kerdil) dan gangguan mental. Sementara itu, individu yang memiliki aktivitas kelenjer tiroid yang berlebihan akan menunjukkan ciri-ciri yang berlebihan antara lain terlihat gugup, kehilangan berat badan, tidak toleran terhadap panas, gemetaran (tremor), dan bola mata yang menonjol.

Selenium (Se)

Selenium adalah *trace element* yang banyak dijumpai di lingkungan. Sumber selenium yang baik diantaranya kacang brazil, roti, ikan, daging dan telur. Angka kecukupan selenium untuk orang dewasa adalah 55 mcg.

Laju penyerapan selenium baik dalam bentuk selenit ataupun selenometionin cukup tinggi. Selenium berperan penting pada fungsi sistem imun, metabolisme hormon tiroid dan reproduksi. Unsur ini juga merupakan bagian dari sistem pertahanan antioksidan tubuh serta mencegah kerusakan sel dan jaringan.

Kekurangan selenium dapat menimbulkan penyakit *keshan* yang banyak ditemui di Negara Cina. Penyakit tersebut memiliki ciri-ciri

antara lain; mudah lelah walaupun hanya melakukan aktivitas fisik ringan dan kehilangan nafsu makan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekurangan selenium dapat menyebabkan berkurangnya jumlah enzim 5'deiodinase yang bertanggung jawab pada pembentukan T₃ dan T₄. Kelebihan selenium menyebabkan keracunan yang dikenal dengan istilah selenosis. Gejala selenosis antara lain mual, cepat lelah, rambut rontok, dan pertumbuhan tidak normal.

Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan mineral mikro yang banyak ditemukan pada bahan makanan hewan dan tumbuhan. Nama latin tembaga yaitu *cuprum* dengan simbol kimia Cu. Tembaga ditemukan dalam tubuh sebagai salah satu dari dua bentuk valensi, yaitu kupro (Cu¹⁺) atau kupri (Cu²⁺). Tembaga dapat dengan mudah menerima dan menyumbangkan elektron dalam tubuh. Tembaga dapat beralih antara bentuk kupro dengan satu muatan positif (Cu⁺) ke bentuk kupri yang memiliki dua muatan positif (Cu²⁺).

Angka kecukupan tembaga untuk pria dan wanita dewasa ditetapkan pada 900 mcg/hari, berdasarkan koefisien 30% dari variasi persyaratan dan pembulatan ke 100 µg terdekat. Rekomendasi selama kehamilan dan menyusui masing-masing adalah 1000 µg dan 1300 µg (Blake, 2008).

Kandungan tembaga dalam makanan bervariasi, dipengaruhi oleh asal-usul makanan dan kondisi saat makanan tersebut diproduksi, ditangani dan siap untuk digunakan. Sumber-sumber makanan yang kaya akan tembaga adalah daging dan kerang. Sumber pangan nabati yang kaya akan tembaga adalah biji-bijian, kacang-kacangan, buah-buahan kering, dan sayuran berdaun hijau seperti bayam. Kentang, produk

gandum, dan kakao juga merupakan sumber tembaga yang baik. Di Amerika Serikat, rata-rata asupan tembaga dari makanan pada orang dewasa adalah 1600 µg/hari.

Sumber-sumber endogen tembaga juga dapat ditemukan pada sistem pencernaan. Tembaga dikeluarkan setiap hari ke sistem pencernaan ada cairan pencernaan dalam jumlah yang relatif besar. Sebagai contoh kandungan tembaga dalam air liur dan cairan lambung masing-masing adalah 400 µg dan 1000 µg. Cairan pankreas dan duodenum juga mengandung tembaga masing-masing 1300 µg dan 2200 µg.

Penyerapan tembaga terjadi di dalam lambung dan bagian duodenum usus halus, serta dilakukan dengan bantuan metalotionin, yaitu suatu protein pengikat tembaga (*Cu-binding protein*) yang juga berfungsi sama dengan penyerapan kadmium (Cd) dan zink (Zn). Sekitar 15 menit setelah penyerapan, tembaga terdapat di dalam darah, terikat lemah pada albumin atau asam amino yang membantu pengangkutan tembaga melalui membran sel. Pengangkutan tembaga berjumlah sekitar 7% dari tembaga dalam serum. Tembaga dihilangkan dari darah oleh hati yang dikontrol oleh kelenjar adrenal. Penghilangan dari darah dilakukan dengan cara diekskresikan ke dalam empedu, disimpan sebagai kompleks protein, atau digunakan untuk sintesis seruloplasmin. Tembaga juga berperan dalam sintesis enzim superoksida dismutase (SOD). Tembaga di ekskresikan melalui urine dan feses.

Zat-zat yang memfasilitasi penyerapan tembaga adalah asam amino, terutama histidin, juga asam amino yang mengandung belerang seperti sistein dan metionin. Tembaga juga membentuk ligan dengan

kelompok-kelompok asam amino sulfidrin pada senyawa seperti glutation.

Asam organik selain vitamin C dalam makanan juga meningkatkan penyerapan tembaga. Sitrat, glukonat, laktat, asetat, dan asam malat, bertindak sebagai ligan pengkilat untuk meningkatkan kelarutan tembaga, dan dengan demikian dapat meningkatkan penyerapannya. Asam sitrat membentuk kompleks yang stabil dengan tembaga dan meningkatkan penyerapan.

Banyak zat yang dapat mengurangi penyerapan tembaga, yaitu fitat (*inositol heksafosfat atau inositolpolifosfat*), terutama ditemukan pada sereal dan kacang-kacangan. Inhibitor tembaga lainnya adalah mineral besi, zink dan kalsium. Selain dalam zat-zat makanan, beberapa trace mineral biasanya dikonsumsi dalam bentuk suplemen yang diketahui dapat menghambat penyerapan tembaga.

Zink dalam jumlah sekitar 40 mg atau lebih dapat mengganggu penyerapan tembaga dan menurunkan status tembaga. Efek yang merugikan dari asupan zink yang berlebihan pada penyerapan tembaga disebabkan karena rangsangan zink terhadap sintesis tionein. Tionein, sistein yang kaya protein, lebih mudah mengikat tembaga daripada zink. Tembaga yang terikat ke tionein (disebut metalotionein) pada akhirnya akan dikeluarkan melalui sel usus sehingga tembaga menjadi tidak tersedia dalam tubuh. Jika masalah ini muncul dalam jangka waktu yang lama, dapat terjadi defisiensi tembaga atau status tembaga sub-optimal.

Besi yang dikonsumsi dalam jumlah yang relatif besar akan mengurangi penyerapan tembaga pada tikus dan manusia. Sebagai contoh, penyerapan tembaga dalam formula makanan bayi yang difortifikasi

dengan besi (10,8mg/l) secara signifikan lebih rendah dari pada formula makanan bayi yang hanya mengandung 1,8mg besi/liter.

Molibdenum sebagai tetrahiomolybdate ($(\text{MoS}_4)_2$) membentuk kompleks yang tidak larut dengan tembaga sehingga dapat menghambat penyerapannya dalam sistem pencernaan tikus dan hewan ruminan. Zat gizi lainnya yang juga dikenal dapat mengganggu penyerapan tembaga adalah kalsium dan fosfor, yaitu dua jenis mineral makro yang dapat mengganggu penyerapan tembaga. Kalsium (2,382 mg sebagai kalsium glukonat) dan fosfor (2,442 mg sebagai gliserol fosfat) tampaknya dapat meningkatkan ekskresi tembaga melalui feses dibandingkan dengan diet yang mengandung kalsium moderat (780 mg sebagai kalsium glukonat) atau fosfor moderat (843 mg sebagai gliserol fosfat).

Kehilangan tembaga melalui urine juga terjadi secara signifikan lebih besar pada diet tinggi kalsium dan tinggi fosfor dari pada diet moderat kalsium dan moderat fosfor. Vitamin C dapat berinteraksi dengan tembaga sehingga dapat mengurangi penyerapannya. Vitamin C mengubah tembaga dari kupri (Cu^{2+}) ke kupro (Cu^{1+}) sehingga penyerapannya menjadi berkurang.

Fungsi tembaga bersifat sebagian karena keikutsertaannya sebagai kofaktor enzim dan sebagai komponen alosterik enzim. Dalam banyak enzim, fungsi tembaga adalah sebagai perantara dalam transfer elektron, yaitu:

1. **Seruloplasmin.** Seruloplasmin merupakan sebuah glikoprotein dan bukan hanya sebagai transporter tembaga dalam darah. Namun, seruloplasmin juga bertindak sebagai enzim oksidatif (oksidase) dan antioksidan yang ditemukan dalam darah, dan juga terikat dengan sel reseptor pada permukaan membran sel plasma.

Fungsi lain seruloplasmin adalah sebagai modulasi proses inflamasi dan menangkap oksigen radikal untuk melindungi sel.

2. **Superoksida dismutase.** Superoksida dismutase (*superoxide dismutase*, SOD) ditemukan dalam sitosol sel dan ekstraseluler, serta tembaga dan zink yang terikat pada SOD (bentuk lain dalam mitokondria berikatan dengan mangan. SOD diasumsikan mempunyai fungsi sebagai pelindung yang sangat penting.
3. **Sitokrom C oksidase.** Sitokrom C Oksidase berisi tiga atom tembaga dalam tiap molekul, satu sub unit enzim berisi dua atom tembaga dan berfungsi dalam transfer elektron. Sub unit kedua berisi atom tembaga lainnya yang terlibat dalam mengurangi oksigen molekuler. Sitokrom C oksidase berfungsi dalam langkah terminal oksidatif pada transpor dalam mitokondria
4. **Amina oksidase.** Amina oksidase ditemukan dalam darah dan jaringan tubuh, mengkatalisasi oksidasi amina biogenik seperti tiramin, histamin, dan dopamin untuk membentuk aldehid dan ion amonium (NH₄) yang dihasilkan dari kelompok amina.
5. **Metabolisme tirosin-dopamin monooksigenase dan p-hidroksifenilpiruvat hidroksilase**

Mangan (Mn)

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

Asupan yang cukup untuk mangan adalah laki-laki dewasa sebanyak 2,3 mg dan perempuan dewasa 1,8 mg.

Proses penyerapan mangan mirip dengan zat besi. Transportasi mangan dalam darah memerlukan protein khusus, yaitu tranmanganin. Sekitar 10 – 20 mg mangan disimpan sebagai cadangan dalam pankreas, tulang, hati, dan ginjal. Jumlah mangan dalam tubuh dikontrol dengan cara mengatur mangan yang dieksresikan oleh asam empedu dan melalui urin. Peningkatan konsumsi kalsium dan zat besi dapat menurunkan penyerapan mangan. Mangan membantu dalam membuat dan mengaktifkan beberapa enzim di dalam tubuh. Di dalam tubuh, mangan ditemukan sebagai bagian dari mangan superoksida dismutase. Konsumsi mangan dosis tinggi dalam waktu lama dapat menyebabkan kerusakan saraf dan gejala neurologis seperti kelelahan (fatiuge) dan depresi.

Fluor (F)

Fluor berperan dalam mencegah terjadinya kerusakan gigi dan menjaga kerusakan tulang dari kehilangan kalsium. Salah satu sumber fluor adalah air minum. Selain itu fluor juga didapatkan di dalam produk-produk seperti pasta gigi dan obat kumur yang ditambahkan flour di dalamnya. Asupan yang dianjurkan adalah 3,8 mg untuk laki-laki dewasa dan 3,1 mg untuk perempuan dewasa.

Fluor dari makanan dan minuman diserap di lambung dan usus halus. Fluor merupakan bagian integral tulang dan gigi. Kadar fluor di dalam darah selalu konstan. Hal ini karena kemampuan ginjal untuk mengaturnya. Selain di dalam darah, fluor juga terdapat di dalam jaringan lunak, saliva, dan susu. Fluor dalam tubuh adalah fluoroapatit di tulang dan gigi.

Kekurangan fluor jarang terjadi, jika terjadi dapat mengakibatkan karies gigi dan jumlah gigi yang tumbuh tidak mencapai normal. Kelebihan fluor disebut fluorosis, yang mulai terlihat pada usia 6 tahun. Apabila kadar fluor dalam air minum melebihi dari 2,5 ppm maka akan menimbulkan bercak-bercak coklat pada gigi (*dental fluorosis*).

Fluor berfungsi untuk berkontribusi dalam menguatkan gigi dan meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan gigi.

Kromium (Cr)

Kromium yang dikonsumsi dapat diserap di usus halus, dapat terakumulasi dalam kulit dan otot, sedangkan kelebihan akan dikeluarkan melalui urin. Kromium dapat membantu pengikatan insulin pada sel sehingga glukosa dapat diambil oleh sel. Defisiensi kromium dapat menyebabkan timbulnya diabetes, terhambatnya pertumbuhan, serta gangguan metabolisme asam amino.

Kromium banyak dijumpai di lingkungan, antara lain, di udara, air, tanah, tumbuhan, dan hewan, sumber kromium yang baik diantaranya adalah daging, biji-bijian, gandum, dan rempah-rempah. Asupan yang dianjurkan adalah 20-35 mcg untuk orang dewasa. Kromium berperan dalam membantu insulin untuk mengontrol kadar gula darah.

Molibdenum (Mo)

Kandungan Molibdenum yang tinggi dapat dijumpai pada makanan yang tumbuh di atas tanah seperti kacang kapri, sayuran gelap (termasuk brokoli dan bayam), dan bunga kol kemudian pada daging dan makanan lain yang tumbuh di bawah tanah seperti kentang. Makanan yang berkadar molibdenum sangat tinggi antara lain kacang, sayuran

kaleng, dan sereal seperti gandum. Kecukupan yang dianjurkan untuk orang dewasa adalah 45 mcg.

Molibdenum berperan dalam membantu, membuat dan mengaktifkan beberapa enzim yang terlibat dalam perbaikan dan pembuatan materi genetik. Molibdenum dalam tubuh ditemukan dalam enzim *sulfit oksidase, xantin oksidase, dan aldehida oksidase*.

Boron (Bo)

Boron dapat ditemukan di lautan, gunung, tanah dan tumbuhan. Makanan sumber boron antara lain sayuran, buah dan kacang-kacangan. Boron berperan dalam membantu proses penggunaan glukosa, lemak, estrogen dan mineral lainnya seperti kalsium, tembaga, dan magnesium di dalam makanan yang kita makan.

Kobalt (Co)

Kobalt merupakan bagian dari vitamin B 12. Penyerapan vitamin ini (dan komponen kobalt) tergantung pada adanya faktor instrinsik dalam lambung. Meskipun pada golongan hewan ruminan konsumsi kobalt dapat menyembuhkan anemia pernisiiosa, hal ini bukan karena logam ini dapat diserap dan digunakan, tetapi karena flora usus dapat mensintesis vitamin B 12. Hal ini kemudian dijadikan dasar untuk memahami mengapa vegetarian yang mengkonsumsi sayuran berdaun hijau yang kaya akan kobalt, berisiko untuk mengalami anemia pernisiiosa

Silikon (Si)

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

juga dijumpai pada buah dan sayuran. Silikon memiliki dua fungsi utama yaitu membantu menjaga kesehatan tulang dan membantu menjaga kesehatan jaringan ikat.

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas permasalahan kesehatan yang muncul akibat kekurangan dan kelebihan konsumsi makanan sumber mineral mikro.

RINGKASAN

Mineral mikro adalah mineral yang jumlahnya di dalam tubuh kurang dari 0,01% atau 100 ppm dari bobot tubuh. Yang termasuk kedalam mineral mikro ialah besi (Fe), zink (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), flour (F), selenium (Se), silikon (Si), kromium (Cr), vanadium (V), yodium (I), timah hitam (Pb), kadmium (Cd), arsen (As), kobalt (Co), molibdenum (Mo) bromium (Br), dan stronsium (Sr).

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas dan ringkas !

- a)Jelaskan secara umum peran mineral mikro bagi tubuh manusia !
- b)Jelaskan akibat kelebihan dan kekurangan konsumsi makanan sumber mineral mikro

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi tentang peran mineral mikro saat ini dalam meningkatkan status kesehatan manusia.

3. Daftar Pustaka

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational déjà-vu? Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Geelhoed D, Agadzi F, Visser L, Ablordeppey E, Asare K, O'Rourke P, et al. 2006. Maternal and fetal outcome after severe anemia in pregnancy in rural Ghana. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet]. 2006 Jan 1;85(1):49–55. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016340500334794>

- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med*. 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.

- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health*. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Oxford University Press. 2005. Oxford Learner's Pocket Dictionary. 4th ed.
- Papalia O, Feldman Ruth. 2001. Human development. 8th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Sjawitri PS. 2001. Alergi Makanan pada Bayi dan Anak. *Sari Pediatr*. 2001;3:168–74.
- Sudargo, T., LM, H. F., Rosiyani, F., & Kusmayanti, N. A. 2014. Pola Makan dan Obesitas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. The New Public Health. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.

- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.
- World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

AGB	Anemia Gizi Besi
HIV	<i>human immunodeficiency virus</i>
SOD	<i>superoksida dismutase</i>

5. Glosarium

hemosiderosis	Kondisi kelebihan zat besi cadangan dalam hati
<i>trace-mineral</i>	Mineral mikro yang penting untuk semua bentuk kehidupan termasuk tanaman, hewan dan mikroorganisme
<i>the growth mineral</i>	Mineral Pertumbuhan

KELOMPOK RENTAN GIZI

Deskripsi Bab

Pada bab ini membahas tentang kelompok rentan gizi, mencakup pengertian, fisiologis, permasalahan yang umum terjadi, kebutuhan gizi dari masing-masing kelompok melalui angka kecukupan gizi yang dianjurkan

Tujuan Pembelajaran :

Agar mahasiswa dapat menjelaskan dan mengidentifikasi kelompok rentan gizi dari segi definisi, fisiologis, permasalahan yang umum terjadi, kebutuhan gizi dari masing-masing kelompok melalui angka kecukupan gizi yang dianjurkan

Kaitan Bab dengan Pengetahuan Awal Mahasiswa :

Materi ini merupakan mata kuliah dasar yang harus dipahami oleh mahasiswa dan secara umum sudah didapatkan oleh mahasiswa pada saat pendidikan di sekolah menengah atas yaitu pada mata kuliah Biologi dan mata kuliah Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah :

Meningkatnya pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai kelompok rawan gizi serta terampil dalam menilai kebutuhan gizi bagi kelompok rawan gizi

A. Definisi kelompok Rentan Gizi

World Health Organization (WHO) mendefinisikan kerentanan dengan tingkat dimana populasi, individu atau organisasi tidak dapat mengantisipasi, mengatasi, melawan dan pulih dari dampak bencana. Dalam kamus *Oxford*, *Vulnerable* atau kerentanan merupakan kondisi dimana seseorang memiliki peluang terpapar untuk diserang atau dilukai baik secara fisik maupun emosional. Soekidjo mendefinisikan kelompok rentan dengan suatu kelompok yang ada di dalam masyarakat yang paling mudah menderita gangguan kesehatannya atau rentan karena kekurangan gizi. Sehingga kelompok rentan dalam definisi terkait dengan gizi dan kesehatan adalah individu, kelompok, dan situasi yang memerlukan perhatian lebih besar karena risiko paparan penderitaan yang merugikan terhadap integritas pribadi - fisik, emosional, psikologis dan / atau spiritual yang terkait dengan status gizi dan kesehatannya.

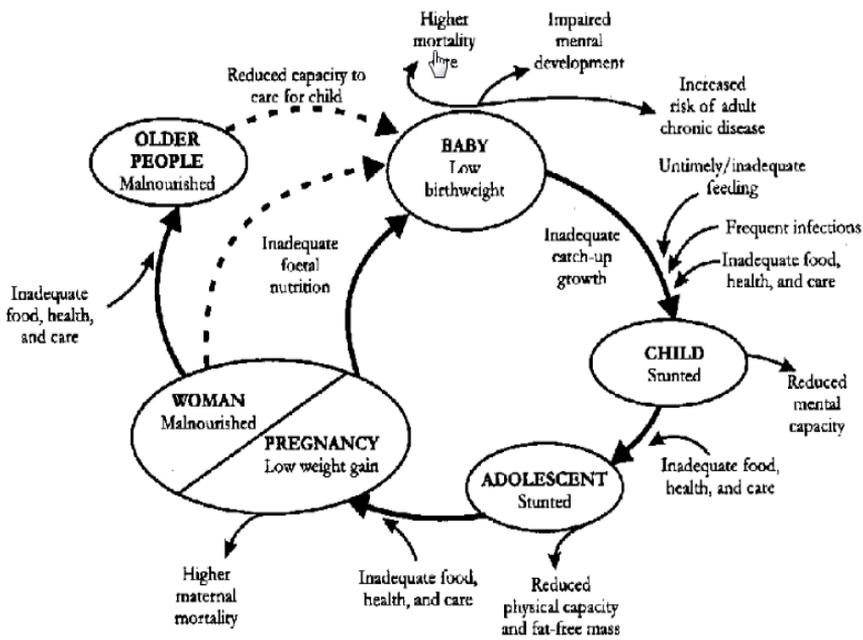
Penurunan status kesehatan dan gizi merupakan ancaman yang dapat terjadi sepanjang siklus kehidupan. Buruknya gizi dan kesehatan dapat terjadi pada tiap tahapan dan berpengaruh baik langsung atau tidak langsung terhadap status kesehatan seseorang. WHO dalam salah satu rilisnya menyebutkan terdapat beberapa kelompok yang memiliki kerentanan terjadi masalah gizi yang perlu mendapat perhatian yang dapat menyebabkan permasalahan gizi kronis, salah satunya seperti dicontohkan yakni stunting.

Gizi buruk dapat terjadi diawali dari dalam kandungan dan dapat meluas pada masa anak-anak, remaja hingga dewasa dan dapat berdampak antar generasi. Kekurangan gizi yang terjadi pada masa anak-anak, remaja dan selama kehamilan berdampak buruk pada berat badan lahir bayi dan memiliki risiko tinggi kematian pada bayi, dan jika

bertahan hidup kelompok umur tersebut memiliki kecenderungan tidak dapat mengejar pertumbuhan sebagai manifestasi dari gagal tumbuh yang kemudian akan menyebabkan *underweight* atau stunting pada masa-masa awal kehidupan.

Konsekuensi anak yang lahir dengan kekurangan gizi dapat berlanjut hingga dewasa. Bukti epidemiologi menyebutkan hubungan antara kekurangan gizi pada masa kandungan dengan peningkatan risiko berbagai penyakit kronis di masa dewasa.

Siklus permasalahan gizi antar generasi seperti pada gambar berikut :



Gambar 20. Lingkaran Permasalahan Gizi pada Daur Kehidupan

Selama masa bayi dan balita, infeksi dan ketidakcukupan asupan makanan seperti energi, protein, vitamin A, seng dan zat besi seringkali

menjadi penyebab utama hambatan pertumbuhan. Kekurangan gizi yang paling banyak terjadi yakni *underweight* dan stunting terjadi pada periode yang pendek dari sebelum kelahiran hingga usia dua tahun. Jika permasalahan tidak ditanggulangi pada periode ini akan terdapat dampak pada perkembangan selanjutnya.

Kekurangan gizi pada masa anak-anak memiliki konsekuensi yang serius. Anak yang kekurangan gizi cenderung memiliki peluang tingkat kesakitan yang lebih parah termasuk diare dan pneumonia dan menurut hasil penelitian terdapat hubungan erat antara tingkat keparahan kekurangan gizi dengan kematian.

Status gizi dan kesehatan anak usia sekolah juga perlu mendapat perhatian. Asumsi yang selama ini berkembang jika anak telah mencapai usia sekolah maka anak tersebut telah dapat melewati masa kritis terjadinya masalah gizi dan tidak lagi masuk ke dalam kelompok rentan. Akan tetapi, perlu disadari banyak sekali penyakit infeksi yang mempengaruhi kesehatan anak usia pra-sekolah dan kondisi ini berlanjut hingga usia sekolah. Hingga saat ini data status gizi anak tidak secara rutin dikumpulkan, Indonesia masih mengandalkan data Nasional berdasarkan Riset Kesehatan Dasar tiap 3 tahun sekali. Data pelaporan tiap bulan pada Aplikasi Pencatatan dan Pelaporan Gizi Berbasis Masyarakat atau e-ppgbm masih belum dapat diandalkan karena berbagai keterbatasan dari mulai kemampuan kader dan tenaga kesehatan dalam melakukan pengumpulan data, presisi dan akurasi alat yang diragukan, ketidakseragaman alat yang digunakan dan kelengkapan peralatan antropometri yang masih terbatas. Data status gizi ini menjadi sangat penting terlebih kejadian kekurangan gizi menyebar pada kelompok usia

ini, dan permasalahan gizi berdampak pada tingkat kehadiran sekolah, prestasi akademik dan kemampuan dalam menangkap pelajaran.

Di masa remaja, anak-anak dengan kondisi kekurangan gizi mengalami periode kedua pertumbuhan cepat yang merupakan periode kesempatan (*window of Opportunity*) sebagai kompensasi dari hambatan pertumbuhan pada masa sebelumnya, meskipun signifikansi potensi mengejar pertumbuhan pada periode ini terbatas. Meskipun masih dapat mengejar pertumbuhan, efek kekurangan gizi pada masa anak-anak berpengaruh pada perkembangan kognitif dan perilaku yang mungkin tidak dapat diperbaiki. Anak perempuan yang stunting memiliki potensi menjadi remaja perempuan yang stunting dan kemudian menjadi perempuan dewasa yang juga stunting. Selain berdampak langsung pada kesehatan dan produktivitasnya, perempuan dewasa yang stunting dan juga yang memiliki berat badan kurang meningkatkan peluang melahirkan anak dengan berat lahir rendah dan siklus kondisi gizi kurang tersebut kemudian akan berulang.

Berdasarkan uraian diatas, kelompok rentan gizi dapat dikategorikan menjadi :

1. Kelompok bayi : 0-2 tahun
2. Kelompok Usia Prasekolah : 3-6 tahun
3. Kelompok anak sekolah : 6-10 tahun
4. Kelompok Remaja: 10-19 tahun (9)
5. Kelompok Ibu Hamil dan menyusui.
6. Kelompok usia lanjut

1. Bayi usia 0-2 tahun

Fisiologi

Mulai masa konsepsi hingga anak berusia 2 tahun merupakan masa kritis dan termasuk kelompok *windows of opportunity*. Pada periode ini sel-sel dan komponen otak yang berfungsi terhadap kecerdasan tumbuh amat cepat, perkembangan otak sudah mencapai 80% pada usia ini. Pertumbuhan dan perkembangan ini terjadi hanya sekali dan tidak dapat terulang sehingga merupakan periode kritis. Hambatan dalam hal kekurangan gizi yang dibutuhkan otak akan berpengaruh terhadap perkembangan otak dan kecerdasan anak. Bayi yang dilahirkan dengan berat badan normal dan sehat di usia 6 bulan berat badannya mencapai pertumbuhan dengan laju 2 kali berat badan lahir.

Periode ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan, pertumbuhan dan perkembangan sel dan jaringan pencernaan juga terjadi dengan pesat, sistem pencernaan mulai beradaptasi terhadap berbagai komponen zat gizi dan konsistensi serta bentuk makanan yang berbeda. Kegagalan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal pada usia ini akan berdampak permanen selanjutnya akan berlangsung hingga anak dewasa. Sehingga diperlukan pemenuhan ASI yang cukup sampai usia 6 bulan dan pemberian makanan pendamping ASI / MPASI yang bergizi seimbang.

Mulai usia 1 tahun, pertumbuhan anak mulai melambat, pada sisi lain, kemampuan kognitif, fisik-motorik dan sosial-emosional berkembang dengan pesat. Peningkatan ini tentu membutuhkan pemenuhan zat gizi yang tinggi dan seimbang agar pertumbuhannya optimal.

Pada usia dibawah 2 tahun, anak rentan mengalami gangguan kesehatan dari berbagai penyakit infeksi, terutama infeksi saluran pernapasan akut/ISPA dan diare. Penyakit infeksi seperti diare pada pada anak dapat berdampak pada penurunan kognitif jangka panjang. Sehingga diperlukan pola makan bergizi seimbang untuk memenuhi kebutuhan gizinya serta perawatan anak yang optimal.

Permasalahan umum yang terjadi pada anak usia 0-2 tahun

Permasalahan yang umum terjadi pada anak usia 0-2 tahun, diantaranya sebagai berikut;

a. Berat badan kurang

Secara alamiah, zat gizi yang dibutuhkan bayi sudah tercukupi dari ASI. Namun pada kondisi tertentu, produksi ASI dapat berkurang, bahkan mungkin dapat berhenti secara tiba-tiba. Selain karena permasalahan asupan gizi ibu yang kurang juga sangat berkaitan dengan kondisi emosional ibu sehingga mekanisme pengeluaran ASI atau dikenal dengan *let down reflex* tidak bekerja secara optimal. Hal ini dapat menyebabkan asupan gizi bayi dibawah 6 bulan menjadi berkurang dan jika terjadi terus menerus akan berpengaruh terhadap status gizi anak terutama dalam hal peningkatan berat badan.

Pada anak yang telah diberikan Makanan Pendamping ASI atau disingkat MP-ASI, jumlah makanan yang terlalu sedikit dengan frekuensi makan yang juga tidak disesuaikan dengan kebutuhan anak atau makanan yang tidak terkonsentrasi dengan jumlah serat lebih banyak dan tidak bergizi seimbang

dapat menyebabkan kekurangan berat badan. Makanan padat serat bersifat *bulky* karena mudah menyerap air, membentuk volume di lambung sehingga memberikan rasa kenyang lebih lama akan tetapi sedikit mengandung kalori yang dibutuhkan sebagai sumber energi bagi anak.

b. Menolak Makanan

Pemahaman terhadap kondisi emosional dan psikologis anak menjadi penting untuk diperhatikan, pemberian MP-ASI terlalu dini atau terlambat dalam memberikan MP-ASI dapat menyebabkan anak menolak makanan yang diberikan. Pemberian MP-ASI terlalu dini dapat menyebabkan masalah pada sistem pencernaan bayi karena belum siap menerima bentuk makanan.

Pemberian MP-ASI yang terlambat sudah lewat dari 6 bulan dapat menyebabkan anak tidak terbiasa dengan tekstur makanan yang lebih padat sehingga cenderung menyukai konsistensi makanan yang mendekati ASI. Jika hal ini terjadi terus menerus akan mengakibatkan kebutuhan zat gizi tidak terpenuhi, karena pada usia ini ASI saja tidak cukup. Lambatnya pemberian MP-ASI juga menyebabkan anak tidak terlatih untuk mengunyah makanan padat, sehingga sistem pencernaan bayi tidak terlatih mencerna makanan padat yang dapat berdampak bayi mengalami masalah-masalah pencernaan seperti muntah setiap disuapi, diare atau sembelit.

c. Alergi Makanan

Angka kejadian alergi makanan pada anak berkisar antara 6-8% dan usia dewasa sekitar 1-2%. Reaksi alergi makanan

lebih sering terjadi pada usia tahun pertama kehidupan seorang anak. Reaksi hipersensitivitas ada yang tipe lambat (reaksi hipersensitivitas tipe IV) gejalanya timbul setelah beberapa jam sampai beberapa hari kemudian dan sering memberikan gejala pada saluran cerna. Jika hal ini terjadi pada anak-anak dapat menyebabkan masalah pada pemenuhan gizinya. Faktor lain yang dapat menjadi penyebab dapat berupa kekurangan gizi pada masa sebelumnya, infeksi dan faktor keturunan atau genetik dari orang tua yang juga memiliki alergi.

Pada bayi dengan riwayat kurang gizi, memiliki perkembangan yang rendah permeabilitas usus dan juga kematangan enzimatis yang terhambat yang kemudian membuat bayi tersebut berisiko lebih tinggi mengalami alergi.

Kebutuhan Gizi Bayi Usia 0-2 tahun

Menurut Angka Kecukupan Gizi (AKG) rata-rata yang dianjurkan (per orang/hari), kebutuhan energi anak usia 7-11 bulan sebesar 650 kkal (tambah 100 kkal dari kebutuhan energi anak usia 0-6 bulan), kebutuhan protein 16 g/kg BB (tambah 4 g dari kebutuhan protein pada 6 bulan pertama). Adapun kebutuhan energi anak usia 1-3 tahun, dengan BB 12 kg dan TB 90 cm sebesar 1000 kkal dan protein 25 g.

Kebutuhan zat gizi mikro penting seperti pada tabel berikut :

Tabel 9. Tabel AKG Zat Gizi Mikro yang Dianjurkan Anak Usia 0-2 tahun

Zat Gizi Mikro	Berat dan tinggi badan	Kelompok umur		
		0-6 bulan	7-11 bulan	1-3 tahun
	Berat badan	6 kg	8.5 kg	12.0 kg
Tinggi badan	60 cm	71 cm	90 cm	
Vitamin A (RE)		375	400	400
Folat (µg)		65	80	150
Kalsium (mg)		200	400	500
Zat Besi (mg)		0.3	10	7
Yodium (µg)		90	120	120
Zat Seng (mg)		1.5	7.5	8.2

Kebutuhan gizi bayi (usia 0-6 bulan) sudah terpenuhi hanya dengan memberikan ASI secara eksklusif. ASI merupakan makanan terbaik untuk usia 0-6 bulan karena mengandung semua zat gizi yang dibutuhkan bayi. ASI yang pertama kali diberikan mengandung zat kekebalan tubuh yang dapat melindungi bayi dari berbagai penyakit infeksi.

Setelah mencapai usia 6 bulan, ASI tetap diberikan, akan tetapi pada usia ini ASI saja tidak cukup mengimbangi kebutuhan zat gizi yang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan yang cepat dan ukuran tubuh yang semakin besar. Sistem pencernaan bayi sudah semakin berkembang dan siap menerima makanan selain ASI. Sehingga pada kondisi tersebut dibutuhkan MP-ASI. Makanan pendamping tersebut merupakan makanan dan minuman yang diberikan secara beragam kepada bayi selain ASI. Jumlah MP-ASI yang diberikan harus mencukupi dengan kualitas zat gizi yang baik dan seimbang.

2. Kelompok Usia Prasekolah : 3-6 tahun

Fisiologi

Usia dibawah 5 tahun merupakan periode emas dalam perkembangan, masa ini juga merupakan periode peningkatan kemampuan belajar, sosial dan kemampuan emosional disamping juga terjadi peningkatan pertumbuhan dan perkembangan fisik dan kognitif. Keterlambatan perkembangan berkaitan erat dengan penurunan psiko-sosial, perkembangan kecerdasan dan kemampuan belajar.

Pada rentang usia ini terjadi peningkatan kebutuhan pada semua zat gizi yang dibutuhkan tubuh. Pada usia ini aktifitas fisik meningkat dan kemampuan untuk mengeksplorasi lingkungan juga sangat tinggi, sehingga menjadi penting sekali periode usia ini mendapat perhatian. Banyak dijumpai anak pada rentang usia ini yang mengalami masalah gizi baik kurang gizi maupun gizi lebih. Menurut data Riskesdas terdapat 14% balita yang kurus, 6% diantaranya balita dengan kondisi sangat kurus.

Permasalahan yang umum terjadi pada anak usia prasekolah

Permasalahan yang umum terjadi pada anak usia prasekolah sebagai berikut;

a. *Picky eater* atau memilih makanan

Perilaku ini umum terjadi karena anak meniru perilaku orang tua atau teman sebayanya. Kondisi ini terjadi karena pola makan dalam keluarga yang kurang beragam dan kurang variasi sehingga anak cenderung hanya menyukai makanan tertentu saja. Asupan vitamin dan mineral yang banyak berasal dari sayur dan buah juga akan berkurang jika sejak dini tidak dikenalkan pada berbagai jenis makanan.

b. Berat badan kurang

Peningkatan aktivitas fisik dan juga kurangnya asupan zat gizi dan juga risiko infeksi yang meningkat dapat menyebabkan kurangnya berat badan anak. Tingginya aktivitas fisik dapat menyebabkan peningkatan berat badan tidak sesuai dengan pertumbuhan normal karena energi banyak digunakan. Kondisi memilih makanan juga adanya infeksi atau penyakit seperti TB, kecacangan, infeksi saluran kemih dapat mengakibatkan selain asupan kurang juga hambatan dalam penyerapan dan penggunaan zat gizi tubuh.

c. Berat badan berlebih

Pada periode usia ini, jika tidak mendapat perhatian anak juga akan cenderung makan tidak terkontrol. Peningkatan konsumsi makanan yang tinggi kalori dalam hal ini tinggi kandungan gula dan lemak dapat menyebabkan kegemukan atau obesitas. Kondisi ini akan menyebabkan perkembangan tidak optimal karena anak dapat mengalami gangguan pada kemampuan sensori integritas dan tidak dapat melakukan aktivitas dalam jangka waktu lama. Kondisi ini jika tidak ditanggulangi dapat berpotensi pada penyakit sindroma metabolik yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan permasalahan penyakit degeneratif.

Kebutuhan gizi anak usia prasekolah

Menurut AKG, rata-rata yang dianjurkan (per orang/hari) kebutuhan energi anak usia 1-3 tahun adalah 1000 kkal dan protein sebesar 25 g. Kebutuhan anak usia 4-6 tahun untuk energi sebesar 1550

kkal dan kebutuhan protein 39 g. Pada usia ini juga harus diperhatikan kebutuhan air tubuh. Anak usia 1-6 tahun membutuhkan 1,1-1,4 liter atau sekitar 5-7 gelas air dan kebutuhan air makin bertambah dengan bertambahnya umur.

Kebutuhan zat gizi mikro yang penting pada anak usia prasekolah seperti pada tabel berikut;

Tabel 10. AKG Zat Gizi Mikro Anak Usia Prasekolah

Zat Gizi Mikro	Berat dan tinggi badan	Kelompok umur	
		1-3 tahun	
	Berat badan	12.0 kg	15 kg
Tinggi badan	90 cm	110 cm	
Vitamin A (RE)		400	450
Folat (µg)		150	200
Kalsium (mg)		500	500
Zat Besi (mg)		8	9
Yodium (µg)		120	120
Zat Seng (mg)		8.3	10.3

Makanan yang diberikan sebagai sumber zat gizi harus diberikan bervariasi atau beragam, disamping itu kuantitas dan frekuensi pemberian makanan juga meningkat. Pemantauan berat badan perlu dilakukan secara berkala untuk memonitoring kekurangan dan kelebihan berat badan.

3. Kelompok anak sekolah : 6-10 tahun

Fisiologis

Kecepatan pertumbuhan anak di rentang usia ini merupakan kecepatan genetik masing-masing anak dan sangat dipengaruhi faktor lingkungan. Sebagian besar waktu dari anak usia sekolah dihabiskan dengan aktivitas di luar rumah. Periode ini merupakan masa penting

peningkatan perkembangan yang dapat menentukan identitas pribadinya kedepan. Pada tahun-tahun ini, anak-anak melangkah menuju kedewasaan dengan terlihat lebih mandiri, peduli terhadap diri dan terlibat pada aktivitas keluarga. Secara signifikan juga terjadi perkembangan biologis dan kognitif merubah penampakan bentuk tubuh dan pola pikir anak. Perbedaan komposisi tubuh mulai tampak berbeda, laki-laki cenderung lebih banyak massa otot sedangkan perempuan lebih banyak massa lemak.

Pada masa ini anak mulai bersekolah formal, bertemu dengan teman sebaya lebih intens dan mendapat pengaruh sangat besar dari lingkungan dalam menentukan pola-pola kebiasaan yang terbawa hingga dewasa.

Permasalahan yang umum terjadi pada anak sekolah

Permasalahan yang terjadi pada anak pada usia ini dapat terjadi karena kurangnya asupan yang tidak mengimbangi tingginya kebutuhan zat gizi tubuh yang dapat menyebabkan anak menjadi kekurangan berat badan atau juga dapat dikarenakan karena berlebihnya asupan makan karena tidak terdapat kontrol dan arahan orang tua terhadap makanan dan jajanan yang padat energi sehingga anak mengalami kegemukan/obesitas. Hal ini juga dipengaruhi faktor lingkungan seperti teman sebaya dan masifnya informasi dari berbagai media. Jika tidak ditanggulangi pada periode ini maka dapat berdampak munculnya penyakit degeneratif seperti penyakit jantung dan pembuluh darah serta diabetes mellitus di usia dewasa.

Selain permasalahan kurang berat badan dan kegemukan, periode awal menstruasi yang dialami anak perempuan juga berdampak pada

kesehatan anak usia sekolah, ditambah karena asupan sumber zat besi pada makanan yang juga kurang. Kekurangan zat besi berpengaruh terhadap perkembangan mental dan psiko-motorik anak. Manifestasi dari kekurangan ini dapat berupa defisiensi besi dan anemia gizi besi.

Defisiensi besi dan anemia gizi besi dapat berdampak serius pada bayi dan kesehatan anak-anak dan perkembangan selanjutnya, yaitu perubahan sistem kekebalan tubuh, efek samping pada morbiditas, terhambatnya perkembangan perilaku dan mental, rata-rata prestasi sekolah dibawah anak normal dan retardasi pertumbuhan, serta efek samping pada kognitif yang mungkin tidak dapat dipulihkan dengan pemberian zat besi saja.

Kebutuhan Gizi anak usia sekolah

Berdasarkan AKG rata-rata yang dianjurkan (perorang/hari), kebutuhan energi dan protein pada anak umur 6 tahun berturut-turut sebesar 1550 kkal dan 39 g. Anak yang memasuki usia 7 – 9 tahun mengalami peningkatan kebutuhan energi dan protein menjadi masing-masing sebesar 1800 kkal dan 45 g. Kemudian pada usia 10 tahun, kebutuhan energi dan protein juga mengalami peningkatan masing-masing 2050 kkal dan 40 g. AKG ini ditetapkan untuk anak usia sekolah dengan rata-rata tinggi badan 120 cm dan berat badan 25 kg, dengan kondisi tertentu seperti anak dengan berat badan lebih besar atau aktivitas fisik yang lebih berat perlu penyesuaian lebih lanjut.

Kebutuhan zat gizi mikro penting seperti pada tabel berikut;

Tabel 11. AKG Zat Gizi Mikro Anak Usia Sekolah

Zat Gizi Mikro	Kelompok Umur			
	4-6 tahun	7-9 tahun	10-12 tahun	
			Laki-laki	Perempuan
Vitamin A (RE)	450	500	600	
Folat (μg)	200	200	300	
Kalsium (mg)	500	600	1000	
Zat Besi (mg)	8	10	13	14
Yodium (μg)	120	120	120	
Zat Seng (mg)	9.7	11.2	14	12.6

4. Kelompok Remaja: 10-19 tahun

Fisiologis

WHO mendefinisikan remaja sebagai individu pada rentang usia 10-19 tahun. Anak pada rentang usia ini dibagi menjadi 2 kelompok yakni kelompok umur 10-15 tahun dan 15-19 tahun. Usia 10-15 tahun dikenal dengan masa pertumbuhan cepat (*growth spurt*), yang merupakan tahapan awal dari serangkaian perubahan menuju kematangan baik fisik maupun seksual.

Ciri-ciri seks sekunder semakin tampak, yakni perubahan signifikan kematangan psikologis dan kognitif serta tercapainya kematangan fertilitas. Pertumbuhan pesat tersebut terjadi menjelang dan pada masa pubertas, dialami baik laki-laki maupun perempuan. Anak perempuan secara alamiah lebih cepat mengalami pubertas (usia 8-13 tahun) dibandingkan dengan anak laki-laki (usia 10-15 tahun). Pertumbuhan cepat ditandai dengan peningkatan berat badan dengan laju peningkatan laki-laki dan perempuan masing-masing 19 g dan 16 g per hari. Pertambahan tinggi badan juga terjadi secara signifikan yakni rata-rata peningkatan pada laki-laki dan perempuan sekitar 15 cm per tahun.

Pada masa remaja, terjadi juga peningkatan massa tubuh (tulang, otot, lemak) serta perubahan-perubahan biokimiawi hormonal, perubahan tersebut terjadi baik pada remaja laki-laki dan perempuan akan tetapi polanya spesifik tergantung jenis kelamin. Kebutuhan energi dan zat gizi di usia remaja ditunjukkan untuk deposisi (penimbunan) jaringan tubuh. Kebutuhan zat gizi remaja juga lebih tinggi dibandingkan rentang usia sebelumnya.

Permasalahan pada usia remaja

Permasalahan yang umum terjadi pada usia remaja sebagai berikut;

a. Anemia

Masalah anemia menjadi permasalahan klasik terutama pada remaja perempuan, yang kedepan akan menjadi calon ibu. Anemia berkaitan erat dengan tingginya angka kematian ibu saat melahirkan. Selain itu, anemia dapat menurunkan daya tahan tubuh sehingga remaja rentan terhadap berbagai infeksi penyakit. Kemudian kebugaran juga terdampak dengan adanya anemia, yaitu fisik menjadi cepat lelah saat beraktivitas dan menurunkan produktifitas. Anemia juga berdampak pada penurunan prestasi belajar, tidak optimumnya asupan zat besi sehingga tidak mendukung kebutuhan sistem saraf akan zat besi menyebabkan kesulitan menyerap pelajaran disekolah.

b. Pola makan salah

Peningkatan kebutuhan dan tingginya aktivitas fisik remaja, terutama pada remaja laki-laki meningkatkan pula asupan makan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan zat gizi. Tingginya

pengaruh teman sebaya dan informasi dari berbagai media mempengaruhi pemilihan makanan dan membentuk kebiasaan atau pola makan remaja. Makanan jajanan dan makanan dengan kalori tinggi karena lebih praktis dan enak sering kali menjadi pilihan remaja dan bila pola ini berlanjut dapat menimbulkan masalah kegemukan dan penyakit degeneratif dikemudian hari karena tingginya kandungan gula dan lemak.

c. Kehamilan remaja

Masa remaja dari sisi psikologis, yaitu merupakan masa transisi atau peralihan dari masa kanak-kanak ke masa dewasa, yang diawali dengan pubertas. Pada masa ini terjadi berbagai perubahan, baik dari segi fisik, sosial, maupun emosional, yang diawali oleh datangnya haid (perempuan) dan mimpi basah pertama (laki-laki). Kehamilan pada masa remaja tidak jarang terjadi di Indonesia, terutama pada wilayah pedesaan. Kehamilan pada usia remaja berkaitan dengan peningkatan risiko anemia pada kehamilan, infeksi, eklampsia dan preeklampsia, kelahiran darurat cesario cesar, depresi pasca melahirkan dan pengenalan pemberian ASI pada awal kelahiran yang tidak memadai. Kehamilan remaja yang kemudian menjadi persalinan dini dalam satu generasi meningkatkan kemungkinan bahwa generasi berikutnya juga akan mengalami peristiwa yang sama.

Kebutuhan Zat Gizi Remaja

Kecukupan zat gizi masa remaja berbeda dengan anak-anak. Kecukupan energi diperlukan untuk kegiatan sehari-hari dan proses metabolisme tubuh. Demikian juga, kebutuhan protein yang meningkat

karena proses tumbuh kembang berlangsung cepat. Apabila asupan energi terbatas/kurang, protein akan digunakan sebagai energi. Sumber protein hewani terdapat dalam telur, ikan, daging, unggas, susu dan hasil olahannya, sedangkan protein nabati antara lain kacang-kacangan dan hasil olahannya, seperti tempe, tahu dan susu kedelai. Kecukupan energi dan protein seperti pada tabel berikut :

Tabel 12. Kecukupan Energi dan Protein Remaja

	Usia 10-12 tahun	13 – 18 tahun	
Kecukupan Energi (dilihat dari Berat Badan)			
Perempuan	50-60 kkal /kg BB/hari	40-50 kkal/kg BB/hari	
Laki-laki	55-60 kkal/Kg BB/hari	45-55 kkal/kg BB/hari	
Kecukupan Protein	Usia 10-12 tahun	13 – 15 tahun	16-18 tahun
Perempuan	50 g/hari	57 g/hari	50 g/hari
Laki-laki	40 g/hari	60 g/hari	65 g/hari

5. Kelompok Ibu Hamil dan Menyusui

Usia dewasa (19-55 tahun) merupakan usia terpanjang dalam kehidupan manusia. Usia ini dikenal dengan usia produktif, yang ditandai dengan pencapaian tingkat pendidikan, kemapanan hidup dan pencapaian hidup lain. Sejauh ini belum ada pedoman baku kategori usia untuk dewasa. WHO mengategorikan dewasa muda dengan remaja dan orang muda dengan rentang usia 10-24 tahun, sedangkan PBB mengategorikan orang muda dengan rentang usia 15-24 tahun.

Usia dewasa dapat dibagi menjadi 3 fase berbeda, yaitu;

- a. Dewasa awal (18-40 tahun)
- b. Dewasa pertengahan (41-65 tahun)
- c. Dewasa akhir (66 tahun keatas)

Diakhir masa remaja, selanjutnya sampai pada tahapan perkembangan yang memungkinkan seseorang hidup dalam masyarakat. Meskipun pencapaian sampai pada tahap ini berbeda-beda antar individu. Pada tahapan ini seseorang telah dapat memecahkan permasalahan yang lebih kompleks dengan lebih berkembangnya level kognitif dengan menemukan solusi alternatif dari masalah tersebut.

Masa dewasa ini umumnya seseorang terutama perempuan akan melanjutkan kehidupan dengan berumah tangga. Kehamilan dan menyusui merupakan keadaan yang dapat memicu stres fisiologis yang dapat mendorong peningkatan kebutuhan zat gizi. Jika kebutuhan ini tidak terpenuhi secara memadai, tidak hanya akan berpengaruh terhadap status gizi ibu tapi juga terhadap kehamilan terutama janin dalam kandungan ibu, proses kehamilan dan juga saat masa menyusui nantinya.

Ibu hamil dan menyusui serta bayi dan anak merupakan segmen populasi yang paling rentan terhadap risiko kekurangan gizi. Dalam setiap pertimbangan masalah kurang gizi, kelompok ini perlu mendapatkan perhatian lebih.

Permasalahan pada Ibu Hamil dan Menyusui

Permasalahan yang umumnya terjadi pada ibu hamil dan menyusui sebagai berikut;

a. **Kurang Energi Kronik (KEK)**

Kekurangan asupan energi dalam bentuk karbohidrat dan lemak dalam jangka lama dapat berakibat tidak tercukupinya kebutuhan energi tubuh. Ibu yang hamil dengan kondisi KEK dapat meningkatkan risiko keguguran, perdarahan pasca melahirkan, bahkan dapat menyebabkan kematian pada Ibu. Selain itu

kekurangan asupan energi dalam jangka panjang dapat mengganggu proses kehamilan, perkembangan payudara yang tidak maksimal sehingga dapat berpengaruh pada produksi ASI, menyebabkan risiko infeksi yang tinggi pada ibu dan juga kesulitan persalinan.

Penapisan atau *screening* risiko KEK pada ibu hamil dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran lingkaran lengan atas (LILA). Jika lingkaran lengan < 23,5 cm maka ibu hamil berisiko KEK. Jika KEK ini berlanjut, maka akan dapat meningkatkan risiko bagi anak yang dikandungnya, antara lain;

- 1) Gangguan pertumbuhan janin (*Intrauterine Growth Retardation*)
- 2) Risiko bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR)
- 3) Risiko bayi lahir dengan kelainan kongenital (seperti; *Defect Neural Tube*, bibir sumbing, celah langit-langit)
- 4) Risiko bayi lahir stunting sehingga meningkatkan risiko terjadinya Penyakit Tidak Menular (PTM) pada usia dewasa seperti; Diabetes Melitus, Hipertensi, Jantung Koroner.
- 5) Gangguan pertumbuhan dan perkembangan sel otak yang akan berpengaruh pada kecerdasan anak

b. Anemia

Anemia pada ibu hamil dapat disebabkan karena kurangnya asupan sumber zat besi pada menu harian. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan terhambatnya pembentukan sel darah merah yang tidak dapat mengimbangi kebutuhan fisiologis tubuh. Anemia adalah suatu keadaan ketika sel darah merah atau Hemoglobin (Hb) dalam darah kurang dari normal (<11 g/dl). Beberapa hal yang dapat menjadi penyebab anemia, antara lain;

- 1) Makanan yang dikonsumsi kurang mengandung protein, zat besi, vitamin B12 dan asam folat.
- 2) Meningkatnya kebutuhan tubuh selama hamil akan zat-zat gizi karena perubahan fisiologis ibu hamil dan pertumbuhan serta perkembangan janin.
- 3) Meningkatnya pengeluaran zat besi dari tubuh karena perdarahan akut dan kronis. Perdarahan akut dapat disebabkan misalnya kecelakaan. Sedangkan perdarahan kronis, yaitu perdarahan yang berlangsung lama karena infeksi penyakit, kecacingan, dan malaria.
- 4) Ibu hamil KEK (Kurang Energi Kronik).
- 5) Jarak persalinan terlalu dekat.

Kecukupan Gizi Ibu hamil dan Menyusui

Kebutuhan gizi untuk ibu hamil mengalami peningkatan dibandingkan dengan ketika tidak hamil. Bila kebutuhan energi perempuan sebelum hamil sekitar 1.900 kkal/hari untuk usia 19—29 tahun dan 1.800 kkal untuk usia 30—49 tahun, maka kebutuhan ini akan bertambah sekitar 180 kkal/hari pada trimester I dan 300 kkal/hari pada trimester II dan III. Demikian juga dengan kebutuhan protein, lemak, vitamin dan mineral, akan meningkat selama kehamilan. Berikut Tabel 2.1 Angka Kecukupan Gizi Rata-Rata yang dianjurkan (per orang per hari) bagi ibu hamil usia 19—29 tahun dengan BB/TB 52 kg/156 cm dan ibu hamil usia 30—49 tahun dengan BB/TB 55 kg/156 cm. Kebutuhan Gizi Ibu Hamil seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 13. Angka Kecukupan Gizi Wanita Dewasa dan Saat Hamil

	Dewasa		Saat Hamil		
	19—29 Tahun	30—49 Tahun	Trimester I	Trimester II	Trimester III
Energi (kkal)	1.900	1.800	+180	+300	+300
Protein (g)	50	50	+17	+17	+17
Vitamin A (RE)	600	500	+300	+300	+300
Vitamin D (µg)	5	5	+0	+0	+0
Vitamin E (mg)	15	15	+0	+0	+0
Vitamin K (µg)	55	55	+0	+0	+0
Tiamin (mg)	1,1	1	+0,3	+0,3	+0,3
Riboflavin (mg)	1	1,1	+0,3	+0,3	+0,3
Niasin (mg)	14	14	+0,4	+0,4	+0,4
Asam folat (µg)	400	400	200	200	200
Piridoksin (mg)	1,2	1,3	+0,4	+0,4	+0,4
Vitamin B ₁₂ (µg)	2,4	2,4	+0,2	+0,2	+0,2
Vitamin C (mg)	75	75	+10	+10	+10
Kalsium (mg)	1.000	800	+150	+150	+150
Fosfor (mg)	1.000	600	+0	+0	+0
Magnesium (mg)	240	240	+30	+30	+30
Besi (mg)	26	26	+1	+1	+1
Yodium (µg)	150	150	+50	+50	+50
Seng (mg)	9,3	9,8	+1,7	+1,7	+1,7
Selenium (µg)	30	30	+5	+5	+5
Mangan (mg)	1,8	1,8	+0,2	+0,2	+0,2
Fluor (mg)	2,5	2,7	+0,2	+0,2	+0,2

6. Kelompok usia lanjut

Beberapa batasan digunakan untuk menetapkan seseorang termasuk usia lanjut, usia diatas 55 tahun salah satunya. Pada masa transisi ini berbagai perubahan telah terjadi yang ditandai dengan menurunnya fungsi berbagai organ dan jaringan tubuh. Proses penuaan ditandai dengan peningkatan kehilangan otot, densitas tulang dan penurunan kualitas serta fungsi organ dan jaringan tubuh, seperti jantung, otak, ginjal, hati, dan jaringan saraf.

Perubahan yang terjadi ini dapat meningkatkan kerentanan lansia terhadap permasalahan gizi dan penyakit antara lain :

- a. Kegemukan, aktivitas fisik dan kebutuhan energi yang semakin menurun sering kali tidak disadari lansia sehingga pola makan yang biasa dilakukan tidak berubah, hal ini dapat menjadi faktor utama kegemukan pada lansia. Konsumsi sumber energi dalam hal ini karbohidrat dan lemak yang dalam porsi tetap tanpa diimbangi konsumsi sumber serat juga dapat menjadi pemicu kegemukan.
- b. Terlalu kurus. Beberapa lansia melakukan pengetatan dalam mengatur pola makannya sehingga membatasi asupan energi, protein, vitamin dan mineral. Hal ini dapat menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan untuk metabolisme normal tubuh. Bila kondisi ini berlangsung dalam jangka lama, dikhawatirkan lansia menjadi kekurangan energi dan menyebabkan terlalu kurus dan rentan terkena berbagai infeksi. Di samping itu, berkurangnya nafsu makan pada manula membuat kelompok umur ini makan lebih sedikit dari yang seharusnya sehingga lansia tampak kurus atau kurang gizi. Hal lain yang mempengaruhi makan manula adalah adanya kerusakan gigi pada lansia.
- c. Anemia gizi besi. Terdapat 6 dari 10 lansia mengalami anemia gizi. Pada umumnya disebabkan oleh rendahnya asupan zat besi dan beberapa vitamin, terutama vitamin B12, C, dan asam folat. Kekhawatiran akan kegemukan membuat lansia membatasi asupan lauk-pauk dan buah yang berisiko kekurangan zat besi dan vitamin tersebut.
- d. Sembelit. Lansia sering mengalami sembelit (sulit BAB) karena berkurangnya aktivitas fisik, kurang asupan serat,

kurang minum, stres, dan sering mengonsumsi obat-obatan tertentu. Bila makanan terlalu lama berada di saluran pencernaan, feses akan mengeras, sehingga sulit untuk buang air besar.

- e. Penyakit degeneratif. Menurunnya fungsi dan kualitas jantung, pembuluh darah serta organ penting lainnya (ginjal, hati, pankreas, lambung, otak) dapat menurunkan imunitas dan meningkatkan oksidan (racun), yang akhirnya menimbulkan berbagai penyakit atau gangguan metabolik, terutama hipertensi, hiperkolesterol, diabetes, asam urat (gout), gangguan ginjal, dan kanker. Penurunan fungsi sistem saraf yang berkaitan dengan daya ingat berisiko menimbulkan demensia (cepat lupa).
- f. Osteoporosis. Menurunnya kepadatan tulang sangat sering terjadi pada usia lanjut. Keadaan ini terkait dengan pertumbuhan di masa janin, kanak-kanak, dan dewasa muda. Dengan perkataan lain, osteoporosis pada lansia adalah gambaran pertumbuhan tulang dan keadaan ini tidak bisa diperbaiki dengan hanya mengonsumsi satu bahan makanan atau satu zat gizi saja.

Kecukupan Gizi Lansia

Kebutuhan gizi lansia berbeda dengan kelompok umur lainnya. Pada umumnya kebutuhan akan energi semakin berkurang, sedangkan beberapa vitamin dan mineral yang dibutuhkan lebih banyak. Kebutuhan gizi lansia laki-laki berbeda dengan lansia perempuan. Semakin bertambah usianya, kebutuhan gizi lansia semakin berkurang. Oleh

karena itu, kebutuhan gizinya dikelompokkan berdasarkan usia (50—64 dan 65 ke atas), dan jenis kelamin. Angka kecukupan gizi lansia seperti pada tabel berikut :

Tabel 14. Angka Kecukupan Gizi Lansia

Energi dan Zat Gizi	Satuan	Umur (tahun)			
		50—64		≥ 65	
		Pria	Wanita	Pria	Wanita
		BB 62 kg TB 165 cm	BB 55 kg TB 156 cm	BB 62 kg TB 165 cm	BB 55 kg TB 156 cm
Energi	kkal	2.250	1.750	2.050	1.600
Protein	g	60	50	60	50
Vitamin A	RE*)	600	500	600	500
Vitamin D	µg**)	10	10	15	15
Vitamin E	mg	15	15	15	15
Vitamin K	µg	65	55	65	55
Tiamin	mg	1,2	1,0	1,0	1,0
Riboflavin	mg	1,3	1,1	1,3	1,1
Niasin	mg	16	14	16	14
Vitamin B ₁₂	µg	2,4	2,4	2,4	2,4
Asam folat	µg	400	400	400	400
Piridoksin	mg	1,7	1,5	1,7	1,5
Vitamin C	mg	90	75	90	75
Kalsium	mg	800	800	800	800
Fosfor	mg	600	600	600	600
Magnesium	mg	300	270	300	270
Besi	mg	13	12	13	12
Yodium	µg	150	150	150	150
Seng	mg	13,4	9,8	13,4	9,8
Selenium	µg	30	30	30	30
Mangan	mg	2,3	1,8	2,3	1,8
Fluor	mg	3,0	2,7	3,0	2,7

LATIHAN

Pada materi ini, mahasiswa berdiskusi secara berkelompok membahas gambaran permasalahan gizi dan kesehatan yang umum terjadi pada kelompok rentan gizi.

RINGKASAN

Kelompok rentan gizi adalah individu, kelompok, dan situasi yang memerlukan perhatian lebih besar karena risiko paparan penderitaan yang merugikan terhadap integritas pribadi - fisik, emosional, psikologis dan / atau spiritual yang terkait dengan status gizi dan kesehatannya.

PENUTUP

1. Evaluasi, Pertanyaan Diskusi, Soal Latihan, Praktek atau Kasus

Soal latihan:

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas dan ringkas !

- a) Sebutkan yang termasuk ke dalam kelompok rentan gizi dan jelaskan karakteristik masing-masing kelompok tersebut !
- b) Jelaskan permasalahan gizi yang umum terjadi pada kelompok remaja

2. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Dosen menanyakan kembali materi yang diberikan melalui kegiatan tanya jawab untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi yang telah diberikan. Mahasiswa untuk berikutnya diberi tugas menelusuri referensi tentang peran mineral mikro saat ini dalam meningkatkan status kesehatan manusia.

3. Daftar Pustaka

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta

- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational déjà-vu? Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Geelhoed D, Agadzi F, Visser L, Ablordeppey E, Asare K, O'Rourke P, et al. 2006. Maternal and fetal outcome after severe anemia in pregnancy in rural Ghana. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet]. 2006 Jan 1;85(1):49–55. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016340500334794>
- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65

- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J.* 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med.* 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. *Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang*. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.
- Linder M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. *A Guide to Teaching Introductory Psychology*. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. *Ilmu Gizi I*. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. *Ilmu Gizi II*. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). *Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V*. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. *Pengantar Ilmu Gizi*. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. *Public Health.* 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Oxford University Press. 2005. *Oxford Learner's Pocket Dictionary*. 4th ed.

- Papalia O, Feldman Ruth. 2001. Human development. 8th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.
- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Sjawitri PS. 2001. Alergi Makanan pada Bayi dan Anak. Sari Pediatr. 2001;3:168–74.
- Sudargo, T., LM, H. F., Rosiyani, F., & Kusmayanti, N. A. 2014. Pola Makan dan Obesitas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. The New Public Health. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.
- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.
- World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva: World Health Organization.

4. Daftar Singkatan

AKG	Angka Kecukupan Gizi
ASI	Air Susu Ibu
ISPA	Infeksi Saluran Pernafasan Akut
KEK	Kurang Energi Kronik
MPASI	Makanan Pendamping ASI
PTM	Penyakit Tidak Menular
WHO	<i>World Health Organization</i>

5. Glosarium

<i>Growth spurt</i>	Pertumbuhan cepat yakni tahapan awal dari serangkaian perubahan menuju kematangan baik fisik maupun seksual
---------------------	---

DAFTAR PUSTAKA

- ACC/SCN. 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva ACC/SCN Collab with IFPRI. 2000;140.
- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- Armstrong, Frank B. 1995. Buku Ajar Biokimia. Edisi Ke 3. EGC: Jakarta
- Balitbangkes. 2008. Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta
- Barker D. Mothers. 1998. Babies and health in later life. London: Churchill Livingstone.
- Beck, M. E. 2000. Ilmu Gizi dan Diet. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bender, D. A. 1997. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. Philadelphia: Taylor&Francis.
- Bock SA. 1987. Prospective appraisal of complaints of adverse reactions to foods in children during the first 3 years of life. *Pediatrics*. 1987 May;79(5):683–8.
- Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. 1996. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* (London, England). 1996 Oct;348(9033):992–6.
- DeMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Bandung: Penerbit ITB.
- Eccles JS. 1999. The development of children ages 6 to 14. *Futur Child*. 1999;9(2):30–44.
- Ferraro A, Cardoso V, Barbosa A, Da Silva A, Faria C, De Riberiro C. 2013. Childbearing in adolescence: Intergenerational *deja-vu*? Evidence from a Brazilian birth cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;13–149.
- Geelhoed D, Agadzi F, Visser L, Ablordeppey E, Asare K, O'Rourke P, et al. 2006. Maternal and fetal outcome after severe anemia in pregnancy in rural Ghana. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet].

2006 Jan 1;85(1):49–55. Available from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016340500334794>

- Gillespie S. 1997. Improving Adolescent and Maternal Nutrition: An Overview of Benefits and Options. UNICEF Staff Working Papers. New York.
- Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L, Strupp B, 2007. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet*. 2007;369(9555):60–70.
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, et al. 2011. The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2–4):154–65
- Ijaz MK, Rubino JR. 2012. Impact of infectious diseases on cognitive development in childhood and beyond: Potential mitigational role of hygiene. *Open Infect Dis J*. 2012;6(1):65–70.
- Imam, K. 2010. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta: UI Press.
- James, D. C. (Penyunt.). 2004. *Nutrition and Well - Being A to Z*. USA: Thomson Gale.
- Jeha D, Usta I, Ghulmiyyah L, Nassar A. 2015. A review of the risks and consequences of adolescent pregnancy. *J Neonatal Perinatal Med*. 2015;8(1):1–8
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia. Jakarta.
- Kurniasih D, Hilmansyah H, Astuti MP, Imam S. 2010. Sehat dan Bugar Berkat Gizi Seimbang. 1st ed. Soekirman, Afriansyah N, Erikania J, editors. Jakarta.

- Linder M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Jakarta:Universitas Indonesia Press.
- Lucas SG. 2008. A Guide to Teaching Introductory Psychology. Blackwell Publishig.
- Means R. 2019. Impact of Anemia: Overview. p. 10–5.
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Muhilal, Jus'at H, Djalal F, Tarwotjo I. 1993. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam M.A. Rifai et al. (eds.). Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V. Jakarta.
- Muhtadi, Deddi. 2008. Pengantar Ilmu Gizi. Jakarta. Alfabeta.
- Nessim AA. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective. Public Health. 1994 May;108(3):195–201
- Notoatmodjo S. 2003. Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Organización de las Naciones Unidas. 1989. Convention on the Rights of the Child. General Assembly resolution 44/25 12 December 1989. 1989;25(December):1–5. Available from: <http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r025.htm>
- Oxford University Press. 2005. Oxford Learner's Pocket Dictionary. 4th ed.
- Papalia O, Feldman Ruth. 2001. Human development. 8th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). 2009. Kamus Gizi. Jakarta: PT Kompas Media Indonesia.
- Pritasari, Damayanti D, Lestari N. 2017. Gizi Dalam Daur Kehidupan. 1st ed. Jakarta: Kemenkes RI.

- Sediaoetama, A. D. 2010. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sizer, F. S., & Whitney, E. 2010. Nutrition Concept and Controversies. USA: Wadsworth Cengage Learning.
- Sjawitri PS. 2001. Alergi Makanan pada Bayi dan Anak. Sari Pediatr. 2001;3:168–74.
- Sudargo, T., LM, H. F., Rosiyani, F., & Kusmayanti, N. A. 2014. Pola Makan dan Obesitas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhardjo dan Clara MK. 1992. Prinsip-prinsip Ilmu Gizi. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. 2011. Gizi dan Kesehatan Edisi I. 2011. Jakarta: Rajawali Press
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. 2009. The New Public Health. London: Elsevier Inc.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition. USA: Thomson Learning Inc.
- WHO. 1995. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva; 1995.
- WHO Regional Office for South-East Asia. Adolescent Health and Development. In: Child and Adolescent Health [Internet]. Available from: http://origin.searo.who.int/entity/child_adolescent/topics/adolescent_health/en
- WHO. 2016. Adolescence: A period needing special attention. Health for the World's adolescents report. Geneva.
- Wisner B, Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters Edited by. WHO Libr Cat Publ Data.
- World Bank. 2006. Repositioning Nutrition as Central to Development : A Strategy for Large-Scale Action. Washington DC.

World Health Organization. 2003. Diet and Chronic Diseases. Geneva:
World Health Organization.

DAFTAR SINGKATAN

AKG	Angka Kecukupan Gizi
AKP	Angka Kecukupan Protein
ASI	Air Susu Ibu
ATP	Adenosine Tripospat
BB	Berat Badan
Depkes	Departemen Kesehatan
DHA	Docosahexaenoic acid (asam dokosaheksasonat)
DM	Diabees Mellitus
DNA	Deoxyribonucleic Acid ganda)
HDL	High density lipoprotein
IG	Indeks Glikemik
KEP	Kekurangan Energi Protein
Kkal	KiloKalori
LDL	low density lipoprotein
mcg	mikrogram
Menkes	Menteri Kesehatan
mg	miligram
MUFA	Monounsaturated fatty acid (asam lemak tidak jenuh
N	Nitrogen
PUFA	Polyunsaturated fatty acid (asam lemak tak jenuh
RBP	Retinol Binding Protein
RDA	Recommended Dietary Allowence tunggal
WHO	World Health Organization

GLOSARIUM

Amilo Pektin	: sejenis pati yang tersusun dari rantai kimiawi bercabang unit-unit glukosa
Amilosa	: sejenis pati yang tersusun dari rantai kimiawi lurus unit-unit glukosa
Disakarida	: kelas gula yang dibentuk dari dua monosakarida
Fruktosa	: sebuah monosakarida dengan 6 karbon yang dibentuk dari 5 atau 6 ikatan dengan oksigen
Galaktosa	: monosakarida dengan 6 karbon, isomer glukosa dan terdapat dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa
Glikogen	: gula yang disimpan dalam jaringan tubuh (hati, otot)
Gula	: karbohidra sederhana dengan komposisi kimia $(CH_2O)_n$
Indeks Glikemik	: Angka yang mencerminkan kecepatan respon glukosa darah di dalam tubuh
Asam Amino esensial	: asam amino yang sangat dibutuhkan tubuh namun tidak dapat diproduksi oleh tubuh
Hidrofilik	: suatu senyawa yang dapat berikatan dengan air
Asam lemak jenuh	: asam lemak yang memiliki efek yang kurang baik bagi Kesehatan
Asam Lemak tak Jenuh	: asam lemak yang memiliki ikatan rangkap pada rantai Karbonnya
Fosfolipid	: senyawa lipid penyusun sel makhluk hidup
Trigliserida	: salah satu bentuk lemak yang diserap oleh usus setelah mengalami hidrolisis

INDEKS

- (
(COOH), 22, 34
(NH₂), 22
- A**
- Air, v, 28, 52, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 87,
106, 136
air (H₂O), 3
Akibat, iv, v, vi, 16, 31, 39, 79, 98, 102, 103,
104, 106
aktivitas fisik, 68, 69
AMB, 65, 66, 67
anak, 16, 18, 27, 30, 31, 65, 83, 84, 101,
102, 115, 120, 121, 122, 123, 124
antibodi, 25, 27
asam amino, 3, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29,
30, 31, 35, 48, 54, 57, 58, 60, 88, 100,
114, 120, 126, 127, 131, 137
asam amino, esensial, 24
atom, 3
ATP, 28, 58, 59, 136
- B**
- bahan makanan, vi, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 28,
30, 74, 78, 92, 94, 116, 123, 125
Bahan makanan, 14, 30, 94
BB, 30, 66, 67, 68, 70, 71, 136
belerang (S), 22
Berdasarkan karakteristik kimia, 9
- C**
- cair., 47, 73
- D**
- darah, 5, 6, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 20, 21,
26, 27, 28, 38, 39, 42, 44, 49, 53, 54, 65,
72, 73, 76, 80, 87, 88, 90, 91, 101, 103,
104, 105, 106, 112, 113, 114, 115, 116,
117, 118, 119, 124, 126, 128, 129, 130,
131, 137
Dekstrin, 8
derivat, 3
Diabetes, 17
Diabetes Melitu, 17
Diproduksi, 6
Disakarida, 6, 137
DM, 16, 17, 18, 136
- E**
- Ekskresi, iv, 12, 92, 115
energi, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17,
25, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 39, 40,
53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65,
66, 68, 69, 70, 85, 87, 88, 113, 114, 116,
117
Energi, v, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 136
enzim, 5, 7, 8, 13, 18, 21, 25, 26, 28, 38, 46,
47, 48, 50, 51, 52, 53, 57, 87, 89, 90, 94,
95, 108, 113, 115, 117, 118, 120, 121,
125, 127, 128, 129, 130, 131
Enzim, 13, 26, 29, 48, 52, 120
enzimatis, 13
esensial, 2
- F**
- faktor, vi, 27, 30, 32, 64, 69, 79, 81, 90, 93,
94, 101, 106, 112, 124, 132
fat, 10, 36, 86, 96, 104, 106
Feritin, 27
fosfolipid, 33, 34, 35, 113, 114
Fruktosa, 6, 137
Fungsi, 9
- G**
- Galaktosa, 6, 137
gas, 18, 73, 75, 76
gliserol, 3
Glukosa, 5, 11, 13, 16, 53, 58, 59, 63

gugus hidroksil (OH), 22

H

hamil, 30, 65, 69, 83, 84, 95, 118, 119, 123, 124

Hemiselulosa, 8

hidrogen (H), 3

Hormon, 26, 38, 89, 114, 124

I

IG, 19, 136

ilmu gizi, 5

indeks glikemik, 19

J

jaringan syaraf, 6, 11

Jenis Kelamin, 69

jumlah atom karbon yang dimilikinya, 4

Jumlah minimum, 15

K

karbohidra, 137

karbohidrat, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 28, 34, 35, 36, 37, 40, 46, 48, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 74, 76, 85, 88, 99, 118

karbohidrat kompleks, 4, 5, 7, 12, 15

karbon, 2

karbon (C), 3

karbon dioksida (CO₂), 3

kebutuhan, v, 10, 11, 15, 17, 25, 29, 30, 39, 58, 64, 65, 69, 74, 75, 76, 80, 81, 85, 90, 91, 92, 94, 96, 98, 101, 102, 112, 116, 118

Kebutuhan, iv, v, vi, 14, 15, 25, 29, 30, 39, 68, 74, 75, 76, 79, 80, 95, 117, 133

Kekurangan, iv, v, vi, 16, 24, 31, 39, 70, 79, 83, 84, 98, 111, 112, 121, 122, 125, 130, 136

Kelebihan, iv, v, vi, 13, 16, 17, 31, 39, 70, 71, 79, 102, 103, 104, 118, 125, 130

kelosterol, 33

kesehatan, 11, 16, 19, 24, 27, 30, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 93, 96, 98, 111, 124, 132

Keseimbangan energi, 70

L

lemak, 2, 6, 10, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 69, 74, 76, 78, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 99, 102, 104, 112, 117, 118, 132, 136, 137, 138

lipid, 3, 18, 33, 34, 35, 36, 38, 41, 88, 138

M

makanan, iv, v, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 37, 39, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 58, 59, 64, 66, 68, 73, 74, 83, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 101, 103, 107, 110, 112, 113, 115, 116, 118, 120, 123, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 138

Makanan, v, 12, 13, 14, 19, 30, 44, 47, 50, 56, 63, 64, 68, 96, 131, 134

manusia, 2, 7, 8, 13, 21, 24, 27, 30, 33, 34, 63, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 83, 84, 85, 88, 98, 119, 127

membangun, 22, 58

memelihara, 19, 22, 30, 37, 88

Mengangkut, 27

Menyimpan, 27

metabolisme, 2, 5, 10, 12, 17, 18, 33, 55, 56, 57, 58, 65, 66, 68, 73, 74, 75, 76, 88, 92, 95, 99, 100, 104, 105, 112, 118, 124, 125, 131

Metabolisme, 12

minum, 73, 74, 76, 77, 130

molekul, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 22, 24, 26, 27, 28, 34, 44, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 63, 73, 129

monosakarida, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 48, 57, 137

N

non-esensial, 24, 25, 36

O

oksigen (O), 3

organik, 3

Otak, 11

P

padat, 35, 36, 73

Pati, 8, 52

Pektin, 9, 137

Pembentukan Antibodi, 27

Pencegahan, 19

Pencernaan, iv, v, 12, 28, 38, 44, 45, 46, 49,
50, 51, 56, 59, 60

Penyakit, 17, 18, 19

Penyerapan, iv, vi, 12, 28, 29, 90, 93, 112,
113, 116, 118, 126

Pertumbuhan, 25, 69

pH, 19, 28, 48, 50

Polisakrida, 7

prekursor, 24, 25, 26, 89

Proses, v, 12, 38, 44, 46, 49, 50, 51, 56, 57,
64, 75, 87, 129

proses metabolisme dalam tubuh, 10

protein, 2, 10, 12, 16, 21, 22, 24, 25, 26, 27,
28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 48,
51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 63, 64, 74,
76, 85, 87, 88, 91, 93, 106, 112, 114,
117, 118, 120, 121, 126, 127

Protein, iv, 21, 22, 25, 27, 28, 29, 37, 41,
47, 52, 60, 61, 120, 136

R

rawan gizi, 16

Rumus kimia, 3

S

saluran cerna, 12, 27, 49, 54, 78, 112, 118

sel, 5, 11, 15, 16, 18, 21, 22, 26, 27, 29, 38,
52, 54, 55, 56, 57, 59, 72, 75, 76, 78, 80,
88, 91, 95, 104, 105, 113, 114, 115, 116,
117, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126,
127, 128, 131, 138

selulos, 3

Selulosa, 8, 11

senyawa, 3

Serat Maknan, 9

struktur molekulnya, 4

stunting, 27, 32, 84

sukrosa, 5, 6, 7, 13, 48

Sukrosa, 6, 7

Sumber Bahan Makanan, iv, 14

Sumber Energi, 28

T

titik beku, 73

titik didih, 73

tubuh, 2, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17,
18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33,
34, 36, 37, 38, 40, 44, 49, 52, 54, 55, 56,
58, 60, 64, 65, 66, 68, 70, 72, 73, 74, 75,
76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88,
89, 91, 92, 94, 95, 98, 100, 103, 104, 110,
111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119,
120, 121, 124, 125, 127, 129, 130, 131,
137, 138

Tubuh manusia, 72

V

Vitamin, vi, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90,
91, 92, 93, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 102,
103, 104, 105, 106, 107, 108, 117, 118,
120, 127, 128

vitamin A, 27, 37, 83, 84, 92, 93, 102, 103,
104

vitamin B, 83

vitamin D, 83

vitamin E, 83

vitamin K, 83

vitamin larut lemak, 84

W

wanita, 15, 17, 69, 78, 83, 84, 113, 119,
123, 126

Z

Zat gizi, 2
zat gizi makro, 2
zat gizi mikro, 2, 31, 83, 98
zat nongizi, 9

Tentang Penulis

Dr. Azrimaidaliza, SKM, MKM, lahir di Kota Padang tanggal 17 Mei 1975. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 07 Padang (SD Tanah Air) tahun 1987. Selanjutnya di SMPN 7 Padang (1990), dan di SMAN 2 Padang (1993). Penulis menyelesaikan pendidikan D3 di Poltekkes Kemenkes Padang dan memperoleh gelar Ahli Madya Gizi (AMG) tahun 1996. Penulis menyelesaikan S1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia pada tahun 2000 dan mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM). Pada tahun 2001-2004 penulis mengajar di FKM Universitas Baiturrahmah Padang. Penulis melanjutkan pendidikan S2 di Fakultas yang sama dan memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat (MKM) pada tahun 2006. Pada tahun 2005 penulis mulai mengajar di Prodi Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas. Penulis melanjutkan pendidikan S3 di Fakultas yang sama dengan pendidikan sebelumnya dan memperoleh gelar Doktor (Dr) di bidang kesehatan masyarakat (2016). Penulis memperoleh penghargaan Satya Lencana Karya Satya 10 tahun pada tahun 2016. Penulis juga aktif di berbagai organisasi seperti IAKMI Sumatera Barat, PERSAGI KOTA PADANG dan PERGIZI PANGAN INDONESIA. Sejumlah 6 (enam) buku ajar dan buku hasil kegiatan pengabdian beserta hak cipta buku sudah dihasilkan oleh penulis. Beberapa publikasi artikel di jurnal nasional termasuk jurnal terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi juga sudah dihasilkan oleh penulis.

Dr. Idral Purnakarya, SKM, MKM, lahir di Kota Padang, 10 September 1979. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Fakultas Kedokteran Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas tahun 2004, kemudian melanjutkan studi ke jenjang S2 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia dan menyelesaikan studi tahun 2008. Kemudian penulis menyelesaikan pendidikan Doktor pada tahun 2017 di Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia di Bidang Ilmu Gizi. Penulis memperoleh penghargaan Satya Lencana Karya Satya 10 tahun pada tahun 2016. Penulis juga aktif di berbagai organisasi seperti IAKMI Sumatera Barat dan PERGIZI PANGAN INDONESIA. Beberapa publikasi artikel di jurnal nasional termasuk jurnal terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi juga sudah dihasilkan oleh penulis.

Firdaus, SP, MSi. Lahir di Bekasi, 08 Desember 1985. Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi (Prodi) S1 Gizi, Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat. Penulis menamatkan Pendidikan Sarjana di Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga (GMSK) Fakultas Pertanian IPB (sekarang Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia) tahun 2009, kemudian menyelesaikan Magister Sains Ilmu Gizi di Sekolah pascasarjana IPB tahun 2016. Penulis telah menulis beberapa buku ber- ISBN dan beberapa jurnal ilmiah penulis telah diterbitkan pada jurnal terakreditasi dan penulis juga memiliki minat dalam mengembangkan program kreatifitas mahasiswa di Prodi S1 Gizi Unand.

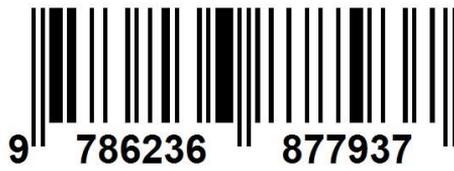
Resmiati, SKM, MKM Lahir di Padang tanggal 18 Oktober 1989. Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi (Prodi) S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat terhitung mulai tahun 2019. Penulis menamatkan Pendidikan Sarjana di Bidang Gizi Kesehatan Masyarakat, di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas tahun 2012, kemudian menyelesaikan Magister Kesehatan Masyarakat (MKM) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia tahun 2015. Penulis memiliki pengalaman sebagai tenaga pengajar di Prodi Ilmu Kesehatan M, Natsir dan pengalaman bidang penelitian dengan dosen bidang gizi di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Di samping itu, penulis telah menulis beberapa artikel yang terbit di jurnal ilmiah nasional termasuk jurnal terakreditasi serta jurnal internasional.

Welly Femelia, SKM, MKM Lahir di Payakumbuh pada tanggal 16 April 1987. Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi (Prodi) S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat mulai tahun 2019. Penulis menamatkan Pendidikan Sarjana di Bidang Gizi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara (USU) tahun 2009, kemudian menyelesaikan Magister Kesehatan Masyarakat (MKM) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia tahun 2014. Sebelum melanjutkan studi S2, penulis sudah bekerja lebih kurang 10 tahun sebagai tenaga pengajar di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Ford De Kock Bukittinggi. Di samping itu, penulis telah menulis beberapa artikel yang terbit di jurnal ilmiah nasional termasuk jurnal terakreditasi serta jurnal internasional.

Yasirly Khairany.S.Gz. Lahir di Bangkinang 20 April 1998. Penulis merupakan Ahli Gizi di Rumah Sakit Permata Hati Duri. Penulis menamatkan

pendidikan di SD Muhammadiyah Duri tahun 2009, SMPS IT Mutiara Duri tahun 2012, SMAS IT Mutiara Duri tahun 2015 selanjutnya penulis menamatkan pendidikan sarjana (S1) di Jurusan Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas tahun 2019.

ISBN 978-623-6877-93-7



ISBN 978-623-6877-93-7

