



**Galiono
Digdaya Kawthar**
Sustainable Innovation

BIOKIMIA GIZI

Retno Sri Iswari
Firlia Ayu Arini
Lovi Sandra
Desi Purwaningsih
Ari Yuniastuti
Sugiatmi

"Semua orang akan mati kecuali karyanya, maka tulislah sesuatu yang akan membahagiakan dirimu di akhirat kelak". - Ali bin Abi Thalib

**KOMUNITAS MENULIS
KEDAI AKADEMIK**

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014

Tentang Hak Cipta

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

BIOKIMIA GIZI

**Retno Sri Iswari
Firlia Ayu Arini
Lovi Sandra
Desi Purwaningsih
Ari Yuniastuti
Sugiatmi**

PENERBIT



**Galiono
Digdaya Kawthar**
Sustainable Innovation

BIOKIMIA GIZI

Copyright © Retno Sri Iswari, dkk

Penulis: Retno Sri Iswari, dkk
Editor: Lana Izzul Azkia
Penata Letak: Ratna Puspita
Penata Sampul: Lana Izzul Azkia

Cetakan Pertama, (Januari, 2022)
vii + 105 hal; 15,5 x 23 cm
ISBN : 978-623-99062-3-8
e-ISBN : 978-623-88407-5-5

KOMUNITAS MENULIS (KEDAI AKADEMIK)
Diterbitkan oleh PT Galiono Digdaya Kawthar
Anggota IKAPI No.690/DKI/2022
Jalan Mampang Prapatan Raya No 73A, Jakarta Selatan
Telp: (021) 798-9671, 0812-1578-9193
Fax: (021) 291-22111
Email: kedaiakademik@gmail.com
Website: press.galdiar.id/publikasi

Dicetak oleh
Percetakan AJ Studiografis
Isi di luar tanggung jawab percetakan

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
All Right Reserved
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau
Seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit




PRAKATA

Alhamdulillah, atas ijin Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyelesaikan sebuah buku dengan judul “**Biokimia Gizi**”. Buku ini berisikan tentang kebutuhan harian, kekurangan dan kelebihan dari nutrisi yang diperlukan oleh tubuh. Seperti halnya makhluk hidup yang lain, manusia bertahan hidup karena adanya perpindahan energi berkelanjutan keluar masuk tubuhnya. Makanan menyediakan energi yang dibutuhkan termasuk juga nutrisi esensial yang tidak bisa dibuat dalam tubuh makhluk hidup. Nutrisi yang cukup harus mencakup beberapa komponen utama, yaitu karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Buku yang disusun oleh penulis ini memiliki kelebihan dibandingkan buku-buku lain yang sejenis karena selain mengupas tentang kebutuhan harian, buku ini juga mengulas tentang proses metabolisme yang terjadi pada komponen-komponen utama.

Buku ini secara khusus diperuntukkan untuk mahasiswa kedokteran, ilmu gizi, kebidanan dan keperawatan, untuk menunjang pembelajaran dalam mata kuliah biokimia. Sedangkan secara umum, buku ini dapat dijadikan salah satu referensi belajar mahasiswa yang memiliki matakuliah biokimia, seperti contohnya mahasiswa jurusan kimia dan teknologi hasil perikanan. Untuk memudahkan pembaca memahami isi buku yang penulis tulis, penulis menambahkan gambar dan skema yang menarik juga bahasa yang bersifat komunikatif agar lebih mudah dimengerti. Selain itu, dalam menyusun buku ini, penulis menyusun tiap bab-nya secara berurutan dan lengkap. Dimulai dari karbohidrat dan kebutuhan harian, dilanjutkan lemak, protein, vitamin dan mineral. Penulis mengharapkan setelah membaca buku ini, pembaca semakin bertambah rasa ingin tahunya tentang biokimia sehingga juga menambah referensi bacaannya. Seperti contohnya, buku tentang metabolisme enzim, biokimia ikan, biokimia perairan dan masih banyak yang lainnya. Penulis berharap buku ini bisa memberikan manfaat kepada pembaca.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi kesempurnaan buku ini. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan buku ini



dari awal hingga akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai segala usaha kita. Amin.

Jakarta, Januari 2022

Tim Penulis



DAFTAR ISI

PRAKATA | v

DAFTAR ISI | vii

Karbohidrat dan Kebutuhan Harian | 1

Lemak dan Kebutuhan Harian | 14

Protein dan Kebutuhan Harian | 33

Vitamin dan Kebutuhan Harian | 45

Mineral dan Kebutuhan Harian | 57

Kekurangan dan Kelebihan Nutrisi | 77

DAFTAR PUSTAKA | 95

PROFIL PENULIS | 102



KEKURANGAN DAN KELEBIHAN NUTRISI

Kata gizi berasal dari bahasa Arab “ghidza” yang berarti makanan. Menurut dialek Mesir, ghidza dibaca ghizi. Selain itu sebagian orang menterjemahkan nutrition dengan mengejanya sebagai “nutrisi”. Namun yang lazim dan resmi, baik dalam tulisan ilmiah maupun dokumen pemerintah seperti dalam buku Repelita, hanya digunakan kata gizi. Konsep gizi yang menyatakan bahwa manusia memerlukan zat-zat tertentu dari makanan dalam jumlah tertentu pula, pada dasarnya adalah konsep abad modern. Oleh karena itu gizi baru diakui sebagai ilmu pengetahuan (sains) pada awal abad ke-20 setelah penemuan bidang-bidang ilmu lain khususnya di bidang ilmu kimia, ilmu fisiologi dan penemuan-penemuan vitamin, protein dan zat gizi lainnya yang menjadi dasar ilmu gizi. Konsep Gizi sebagai Ilmu Pengetahuan / Sains dikaitkan dengan kesehatan tubuh, yaitu menyediakan energi, membangun dan memelihara jaringan tubuh serta mengatur proses-proses kehidupan dalam tubuh. Berkembang dikaitkan dengan potensi ekonomi karena gizi berkaitan dengan perkembangan otak, kemampuan belajar dan produktivitas kerja. Atas dasar pemahaman tersebut, WHO menyatakan bahwa gizi adalah pilar utama dari kesehatan dan kesejahteraan sepanjang siklus kehidupan

Zat gizi dibagi dalam enam kelas utama, yaitu : Karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan air. Karbohidrat, lemak, protein dan vitamin disebut sebagai zat organik (zat yang susunannya mengandung karbon), sedangkan mineral dan air adalah zat anorganik. Terdapat jenis zat gizi, esensial dan tidak esensial, yang diperlukan tubuh manusia dari enam kelompok utama tersebut. Zat gizi esensial adalah zat gizi yang dibutuhkan tubuh, tetapi tubuh tidak dapat mensintesisnya dan atau tubuh tidak mampu mensintesisnya dalam jumlah cukup untuk memenuhi kebutuhannya. Zat gizi esensial dari setiap kelompok utama zat gizi terdapat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Zat Gizi Esensial

Zat Gizi Utama	Zat Gizi Esensial
Karbohidrat	Serat, glukosa*
Lemak	Asam lemak : asam linoleat
Protein	Asam amino : leusin; isoleusin; lisin; methionin; treonin; triptophan; valin; fenilalanin; histidin (untuk anak-anak)
Vitamin	Vitamin larut lemak : vitamin A**, D, E, K; Vitamin larut air : thiamine***, niacin, riboflavin, biotin, folacin, vitamin B6, vitamin B12, asam pantothenat, vitamin C
Mineral	Mineral makro : Ca (kalsium), P (fosfor), Na (natrium), K (kalium), S (sulfur), Mg (magnesium); Mineral Mikro : Fe (besi)**, Mn (mangan), Zn (seng)***, Co (cobal), Mo (molibdenum), I** (iodium), Cr (kromium), V (vanadium), Sn (timah), Ni (nikel), Si (silikon), F (fluor).
Air	Air

Sumber : Guthrie (1986)

Keterangan :

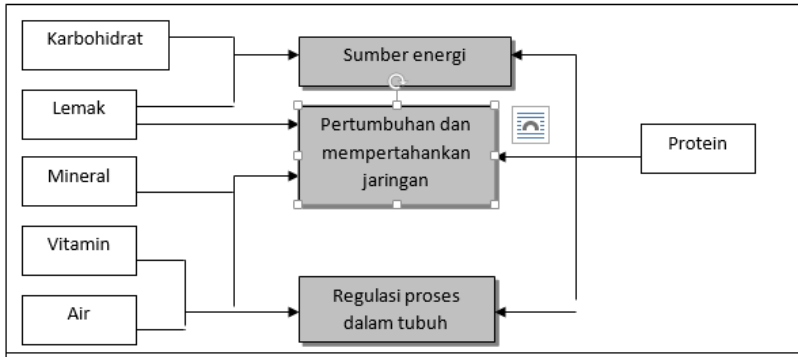
* = esensial bagi jaringan/organ tubuh tertentu

** = masalah gizi utama di Indonesia

*** = potensial masalah gizi di Indonesia

Zat gizi tersebut menyediakan tenaga bagi tubuh, mengatur proses dalam tubuh, dan membuat lancarnya pertumbuhan serta memperbaiki jaringan tubuh (Gambar 1). Zat gizi utama yang berfungsi sebagai sumber energi adalah karbohidrat, lemak, dan protein. Zat gizi utama yang berfungsi untuk pertumbuhan dan mempertahankan jaringan adalah protein, lemak, vitamin, mineral dan air. Zat gizi utama yang berfungsi untuk mengatur proses di dalam tubuh adalah vitamin, mineral dan air.

Kelebihan dan kekurangan zat gizi perlu dikaji dalam ilmu pengetahuan, mengingat tubuh harus selalu dalam keadaan homeostatis atau seimbang. Sehingga bila terjadi kekurangan maupun kelebihan gizi pastilah akan terjadi gangguan.



Gambar 6.1 Zat gizi dan fungsi utamanya

A. Kelebihan dan Kekurangan Karbohidrat

Karbohidrat hidrat anorganik, atau sakarida adalah biomolekul yang terdiri dari atom karbon, hidrogen, dan oksigen, biasanya dengan perbandingan atom hidrogen-oksigen 2:1 dan rumus empiris $C_6H_{12}O_6$. Manfaat karbohidrat yang utama adalah sebagai sumber energi bagi tubuh dalam menjalankan berbagai fungsi, serta untuk melakukan beragam aktivitas setiap harinya.

Karbohidrat dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu sederhana dan kompleks. Kedua jenis karbohidrat ini memiliki perbedaan dalam struktur kimianya. Secara umum, karbohidrat sederhana hanya mengandung gula dasar yang mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Sementara, karbohidrat kompleks memiliki rantai gula yang lebih panjang, sehingga membutuhkan waktu cukup lama untuk mencerna dan menyerap karbohidrat jenis ini.

Secara umum sumber karbohidrat adalah padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacang kering, dan gula. Hasil olahan bahan ini adalah mie, roti, tepung-tepungan, selai, sirup dan sebagainya. Sebagian besar sayur dan buah tidak banyak mengandung karbohidrat. Sayur umbi-umbian, seperti wortel dan bit serta sayur kacang-kacangan relatif lebih banyak mengandung karbohidrat daripada sayur daun-daunan. Bahan makanan hewani seperti daging, ayam, ikan, telur, dan susu sedikit sekali mengandung karbohidrat. Sumber karbohidrat yang banyak dimakan sebagai makanan pokok di Indonesia adalah beras, jagung, ubi, singkong, talas dan sagu

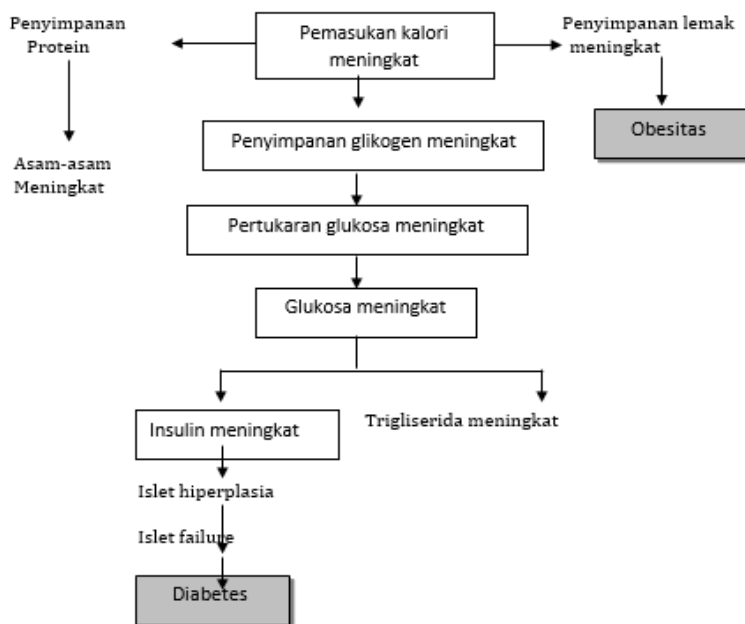
Kebutuhan karbohidrat per hari masing-masing orang berbeda-beda. Hal ini tergantung pada usia, jenis kelamin, aktivitas fisik yang dijalani, dan juga kondisi medis tertentu. Namun pada

umumnya, orang dewasa sehat membutuhkan asupan karbohidrat sekitar 220 – 300 gram per hari. Untuk yang ingin menjaga berat badan, asupan karbohidrat yang disarankan adalah sekitar 50 – 150 gram per hari.


Wanita yang berusia kurang dari 50 tahun butuh 25 gram serat per hari, sedangkan wanita berusia lebih dari 50 tahun butuh 21 gram serat per hari. Sementara itu, pria berusia kurang dari 50 tahun butuh serat 38 gram per hari dan pria berusia di atas 50 tahun butuh 30 gram per hari.

Gula yang dihasilkan dari karbohidrat akan disimpan dalam bentuk lemak di tubuh jika tidak segera digunakan. Oleh karena itu, mengonsumsi karbohidrat berlebihan berarti Anda menimbun lebih banyak lemak di tubuh. Hal ini dapat meningkatkan risiko berbagai penyakit, seperti obesitas, diabetes, dan penyakit jantung.

Penyakit kegemukan (obesitas) disebabkan oleh ketidakseimbangan antara konsumsi kalori dan kebutuhan energi, dimana konsumsi terlalu berlebihan dibandingkan dengan kebutuhan atau pemakaian energi. Gambar 6.2 menyajikan patofisiologi kelebihan konsumsi karbohidrat.



Gambar 6.2 Patofisiologi kelebihan konsumsi karbohidrat



Kelebihan energi di dalam tubuh disimpan dalam bentuk jaringan lemak. Pada keadaan normal, jaringan lemak ditimbun di beberapa tempat tertentu, diantaranya di dalam jaringan subkutan dan di dalam jaringan tirai usus (omentum). Jaringan lemak subkutan di daerah dinding perut bagian depan mudah terlihat menebal pada seorang yang menderita obesitas. Seorang baru disebut menderita obesitas, bila berat badannya pada laki-laki melebihi 15% dan pada wanita melebihi 20% dari berat badan ideal menurut umurnya. Ada beberapa penyakit yang meningkat prevalensinya pada orang yang menderita obesitas seperti penyakit-penyakit kardiovaskuler termasuk hipertensi, diabetes mellitus dan beberapa lainnya

Penyakit Diabetes Mellitus merupakan gangguan metabolik yang bersangkutan dengan karbohidrat glukosa. Penyakit ini disebabkan oleh defisiensi hormon insulin. Hormon yang dihasilkan oleh sel-sel beta di dalam pulau-pulau langerhans di dalam kelenjar pankreas ini mengatur metabolisme glukosa. Defisiensi relatif dari hormon insulin ini bisa karena memang sintesisnya defisien, tetapi mungkin pula sintesisnya cukup, tetapi sensitivitas sel target terhadap hormon menurun. Ada pula yang mengemukakan bahwa hormonnya sendiri disintesa dalam jumlah cukup, tetapi mobilisasinya terhambat, sehingga tertimbun dalam bentuk in aktif di dalam sel-sel beta. Banyak faktor yang berpengaruh untuk manifestasi penyakit diabetes mellitus pada seseorang

Ketiadaan *disakaridase* dalam *brush border* dari mukosa usus dihubungkan dengan genetik. Banyak orang, terutama yang berkulit sawo matang (termasuk orang Indonesia) tidak tahan terhadap susu sapi, karena kekurangan enzim *laktase* (*Lactosa Intolerance*) yang dibentuk di dalam dinding usus dan diperlukan untuk pemecahan laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Kekurangan laktase ini menyebabkan ketidaktahanan terhadap laktosa. Laktosa yang tidak dicerna tidak dapat diserap dan tetap tinggal dalam saluran pencernaan, hal ini mempengaruhi jenis mikroorganisme yang tumbuh, yang menyebabkan gejala kembung, kejang perut dan diare. Ketidaktahanan terhadap laktosa lebih banyak terjadi pada orangtua.

B. Kelebihan dan Kekurangan Lemak

Lemak merupakan simpanan energi bagi manusia dan hewan. Tumbuhan juga menyimpan lemak dalam biji, buah, maupun lembaga yang dipergunakan oleh manusia sebagai sumber lemak dalam hidangan makanan. Lemak mempunyai fungsi yang cukup banyak, lemak yang terdapat dalam bahan pangan berfungsi sebagai :

- 1). Sumber energi, dimana tiap gram lemak menghasilkan sekitar 9-


9,3 kkal/g; 2). Menghemat protein dan thiamin; 3). Membuat rasa kenyang lebih lama, sehubungan dengan dicernanya lemak lebih lama; 4). Pemberi cita rasa dan keharuman yang lebih baik pada; 5). Memberi zat gizi lain yang dibutuhkan tubuh. Sedangkan fungsi lemak dalam tubuh adalah sebagai berikut: 1). Sebagai Pembangun/pembentuk susunan tubuh; 2). Pelindung kehilangan panas tubuh; 3). Sebagai penghasil asam lemak esensial; 4). Sebagai pelarut vitamin A, D, E dan K; 5). Sebagai pelumas diantara persendian; 6). Sebagai agen pengemulsi yang akan mempermudah transpor substansi lemak keluar masuk melalui membran sel 7). Sebagai prekursor dari prostaglandin yang berperan mengatur tekanan darah, denyut jantung dan lipolisis.

Sumber utama lemak adalah minyak tumbuh-tumbuhan (minyak kelapa, kelapa sawit, kacang tanah, kacang kedelai, jagung, dan sebagainya), mentega margarin, dan lemak hewan (lemak daging dan ayam). Sumber lemak lain adalah kacang-kacangan, biji-bijian, krim, susu, keju dan kuning telur, serta makanan yang dimasak dengan lemak atau minyak. Sayur dan buah (kecuali alpukat) sedikit mengandung lemak. Patofisiologi Akibat kelebihan konsumsi lemak disajikan pada gambar 6.3.



Gambar 6.3 Patofisiologi Akibat kelebihan konsumsi lemak

Kenaikan trigliserida dalam plasma (*hipertrigliseridemia*) juga dikaitkan dengan terjadinya penyakit jantung koroner. Kadar trigliserida plasma banyak dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat



makanan dan kegemukan. Lemak di dalam hidangan memberikan kecenderungan meningkatkan kadar kolesterol darah, terutama lemak hewani yang mengandung asam lemak jenuh rantai panjang. Kolesterol yang tinggi bertalian dengan peningkatan prevalensi penyakit hipertensi. Pada orang yang menderita obesitas (kegemukan) terdapat kadar kolesterol darah yang tinggi

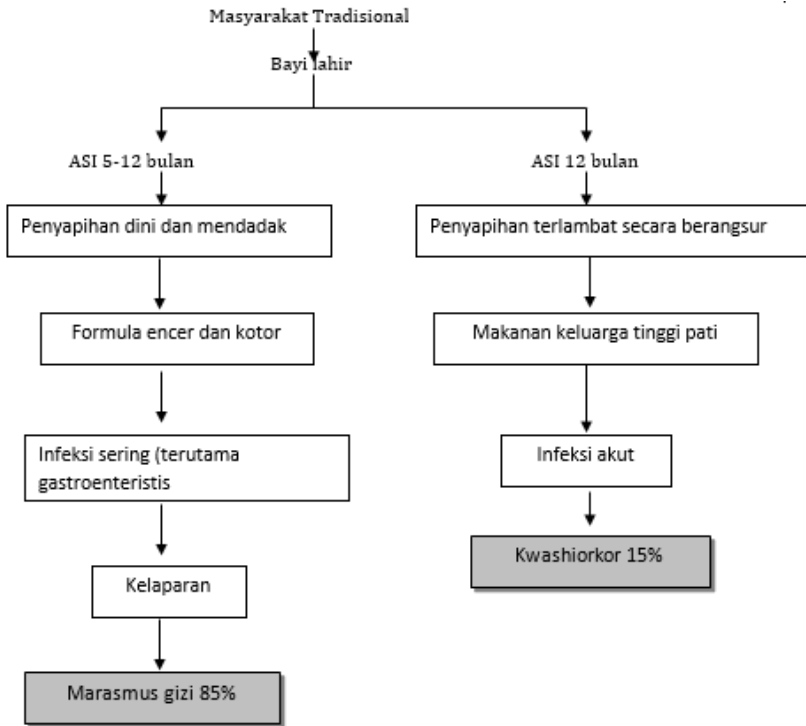
Kadar kolesterol darah yang meningkat berpengaruh tidak baik untuk jantung dan pembuluh darah. Faktor makanan yang paling berpengaruh terhadap kadar kolesterol darah, dalam hal ini LDL adalah lemak total, lemak jenuh dan energi total.

Asam lemak omega-3 diduga dapat mencegah kanker, menghambat kecepatan perkembangannya serta menurunkan pertumbuhan, ukuran dan jumlah sel kanker. Bayi yang diberi makanan tanpa lemak akan menunjukkan gejala *ekzema dermatitis* yang dapat dicegah atau disembuhkan dengan pemberian asam linoleat ke dalam makanan. Kekurangan asam lemak omega-3 menimbulkan gangguan saraf dan penglihatan. Disamping itu kekurangan asam lemak esensial menghambat pertumbuhan pada bayi dan anak-anak, kegagalan reproduksi serta gangguan pada kulit, ginjal dan hati.

Dalam kaitan lemak sebagai pelarut vitamin, defisiensi lemak atau gangguan absorpsi lemak dapat memberikan gejala-gejala defisiensi vitamin yang larut lemak, misalnya vitamin A dan Vitamin K. Pada hewan percobaan defisiensi lemak menimbulkan defisiensi PUFA yang memberikan gejala-gejala kelainan kulit dan rambut.


C. Kelebihan dan Kekurangan Protein

Protein merupakan zat gizi yang paling banyak terdapat dalam tubuh. Protein merupakan bagian dari semua sel-sel hidup. Seperlima dari berat tubuh orang dewasa merupakan protein. Hampir setengah jumlah protein terdapat di otot, seperlima terdapat di tulang atau tulang rawan, sepersepuluh terdapat di kulit, sisanya terdapat dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Semua enzim merupakan protein. Banyak hormon juga protein atau turunan protein. Hanya urin dan empedu dalam kondisi normal tidak mengandung protein. Protein terdapat dalam bentuk serabut (fibrous), globular dan konjugasi. Diagram alur patogenesis marasmus dan kwashiorkor disajikan pada gambar 6.4.



Gambar 6.4 Patogenesis marasmus dan kwashiorkor

Kekurangan protein banyak terdapat pada masyarakat sosial ekonomi rendah. Kekurangan protein murni pada stadium berat menyebabkan *kwashiorkor* pada anak-anak di bawah 5 tahun (BALITA). Kekurangan protein sering ditemukan bersamaan dengan kekurangan energi yang menyebabkan kondisi yang dinamakan *marasmus*. *Kwashiorkor* lebih banyak terdapat pada usia dua hingga tiga tahun yang sering terjadi pada anak yang terlambat menyapih sehingga komposisi gizi makanan tidak seimbang terutama dalam hal protein. *Kwashiorkor* dapat terjadi pada konsumsi energi yang cukup atau lebih. Gejalanya adalah pertumbuhan terhambat, otot-otot berkurang dan melemah, edema, muka bulat seperti bulan (*moonface*) dan gangguan psikomotor. Edeme terutama pada perut, kaki dan tangan merupakan ciri khas *kwashiorkor* dan kehadirannya erat berkaitan dengan albumin dalam serum. Anak apatis, tidak ada nafsu makan, tidak gembira dan suka merengek. Kulit mengalami depigmentasi, menjadi lurus, kusam, halus, dan mudah rontok (rambut jagung). Hati membesar dan berlemak, sering disertai anemia dan xeroftalmia. *Kwashiorkor* pada orang dewasa jarang ditemukan..




Marasmus pada umumnya merupakan penyakit pada bayi (dua belas bulan pertama), karena terlambat diberi makanan tambahan. Penyakit ini dapat terjadi karena penyapihan mendadak, formula pengganti ASI terlalu encer dan tidak higienis atau sering kena infeksi terutama gastroenteritis. Marasmus berpengaruh jangka panjang terhadap mental dan fisik yang sukar diperbaiki. Marasmus adalah penyakit kelaparan dan terdapat banyak di antara kelompok sosial ekonomi rendah di sebagian besar negara sedang berkembang dan lebih banyak daripada kwashiorkor. Gejalanya adalah pertumbuhan terhambat, lemak di bawah kulit berkurang serta otot-otot berkurang dan melemah. Berat badan lebih banyak terpengaruh daripada ukuran kerangka, seperti panjang, lingkaran kepala dan lingkaran dada. Berkurangnya otot dan lemak dapat diketahui dari pengukuran lingkaran lengan, lipatan kulit daerah bisep, trisep, skapula, dan umbilikal. Anak apatis dan terlihat seperti sudah tua. Tidak ada edema, kadang-kadang terjadi perubahan pada kulit, rambut dan pembesaran hati. Anak sering kelihatan waspada dan lapar. Sering terjadi gastroenteritis yang diikuti oleh dehidrasi, infeksi saluran pernafasan, tuberkulosis, cacingan berat dan penyakit kronis lainnya. Marasmus sering disertai defisiensi vitamin terutama vitamin D dan vitamin A.

Protein secara berlebihan tidak menguntungkan tubuh. Makanan yang tinggi protein biasanya energi tinggi lemak sehingga dapat menyebabkan obesitas. Kelebihan asam amino membebani ginjal dan hati yang harus memetabolisme dan mengeluarkan kelebihan nitrogen. Kelebihan protein akan menimbulkan asidosis, dehidrasi, diare, kenaikan amoniak darah, kenaikan ureum darah, dan demam. Batas yang dianjurkan untuk konsumsi protein adalah dua kali Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk protein.

D. Kelebihan dan Kekurangan Vitamin

Vitamin adalah zat-zat organik kompleks yang diperlukan tubuh dalam jumlah sangat kecil, dan pada umumnya tidak dapat dibentuk oleh tubuh tetapi penting untuk melakukan fungsi metabolik. Oleh karena itu, harus didatangkan dari makanan. Vitamin termasuk kelompok zat pengatur pertumbuhan dan pemeliharaan kehidupan. Tiap vitamin mempunyai tugas spesifik di dalam tubuh. Karena vitamin adalah zat organik maka vitamin dapat rusak karena penyimpanan dan pengolahan. Manusia dan hewan memerlukan hampir semua vitamin dari makanan karena tubuh tidak dapat membuat sendiri.



Vitamin berperan dalam beberapa tahap reaksi metabolisme energi, pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh, pada umumnya sebagai koenzim atau sebagai bagian dari enzim. Secara umum fungsi vitamin adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bagian dari suatu enzim atau co-enzim (pembantu enzim) yang mengatur berbagai proses metabolisme.
2. Mempertahankan fungsi berbagai jaringan
3. Mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan sel baru
4. Membantu pembuatan zat tertentu dalam tubuh.

Vitamin dibagi dalam dua kelas besar, yaitu vitamin yang larut dalam lemak (Vitamin A, D, E dan K) dan vitamin yang larut dalam air (vitamin C, vitamin B-kompleks yang terdiri dari vitamin B1, B2, B6, B12 dan beberapa vitamin lainnya).

Pada dasarnya sesuatu yang dimakan berlebihan merupakan pemborosan. Dalam batas tertentu kelebihan vitamin berpengaruh negatif bagi kesehatan. Kadangkala pengaruh kelebihan vitamin sama dengan pengaruh kekurangannya.

Kekurangan dan Kelebihan Vitamin Larut lemak

Vitamin A

Kelebihan konsumsi vitamin A menyebabkan urin berwarna kuning. Disamping itu, kulit, muka dan tapak tangan kelihatan kuning. Kelebihan vitamin A menurunkan efisiensi penggunaan vitamin E. Gejala keracunan terjadi bila mengkonsumsi vitamin A dalam jumlah berlebihan. Batas ambang konsumsi keracunan adalah sekitar 15.000 μg retinol (50.000 SI) dan 6.000 μg retinol (dalam bentuk retinol, 13-cis retinoic acid atau retinylester) masing-masing untuk orang dewasa dan anak-anak, termasuk bayi. Pengaruh negatif keracunan vitamin A antara lain cepat lelah, berkurang nafsu makan, sakit kepala, muntah, kerontokan rambut, kulit kering, nyeri tulang dan pembesaran hati.

Vitamin D

Kelebihan vitamin D juga berpengaruh negatif pada kesehatan dan menimbulkan keracunan, khususnya bagi anak-anak. Konsumsi 45 μg (1800 SI) cholecalciferol per hari menunjukkan gejala hipervitaminosis D pada anak-anak. Gejala awal kelebihan vitamin D tidak spesifik yaitu sakit kepala, berkurang nafsu makan dan muntah-muntah. Kelebihan vitamin D menyebabkan kadar kalsium pada darah dan urin meningkat. Pengerasan otot, pembuluh dan ginjal yang pada gilirannya dapat menyebabkan gangguan ginjal dan hipertensi.

Vitamin E

Kelebihan konsumsi vitamin E dapat mengganggu fungsi vitamin D dan K, menurunkan kerja kelenjar tiroid. Dalam jangka panjang, konsumsi mega dosis suplemen vitamin E dan A sintetis diduga kuat akan menurunkan imunitas tubuh dan memicu pertumbuhan sel-sel tumor.

Vitamin K

Sampai saat ini belum ada bukti-bukti yang konklusif tentang dampak negatif kelebihan vitamin K. Para ahli tidak memperkenankan konsumsi suplemen vitamin K sintetis lebih dari 500 µg per hari. Ibu-ibu hamil yang mengkonsumsi suplemen vitamin K sintetis berlebihan cenderung melahirkan bayi yang mengalami gangguan hati.

Ada tiga tahap gejala defisiensi vitamin A yaitu sebagai berikut :

- 1). Gejala buta senja, tidak tahan terhadap cahaya
- 2). Gejala tanda-tanda xerophthalmia, terdapatnya lendir-lendir pada sebelah atau kedua mata
- 3). Jika gejala kedua dibiarkan, maka menyusul tahap ketiga yang dinamakan juga keratomalacia, cornea atau selaput mata yang biasanya bening menjadi keruh serta berlendir. Penyakit mata yang setaraf ini tidak dapat diobati lagi, sehingga mengakibatkan kebutaan untuk selama-lamanya.


Efek kekurangan vitamin A mempunyai pengaruh besar terhadap metabolisme protein secara universal dan menampakkan diri dalam berbagai jenis gejala klinis. Ringkasan defisiensi vitamin larut lemak disajikan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Ringkasan defisiensi Vitamin Larut Lemak

No.	Jenis Vitamin	Defisiensi
1.	Vitamin A	Buta senja, xerophthalmia, pertumbuhan terhambat, kulit terganggu
2.	Vitamin D	Rakhitis pada anak
3.	Vitamin E	Anemia karena vitamin E belum banyak dikenali
4.	Vitamin K	Hipotrombinemia dengan akibat masa pembekuan panjang. Perdarahan yang tidak dapat diatasi pada bayi baru lahir

Kekurangan dan Kelebihan Vitamin Larut Air

Sebagian besar vitamin larut air merupakan komponen sistem enzim yang banyak erlibat dalam membantu metabolisme



energi. Vitamin larut air biasanya tidak disimpan di dalam tubuh dan dikeluarkan melalui urin dalam jumlah kecil. Oleh sebab itu vitamin larut air perlu dikonsumsi tiap hari untuk mencegah kekurangan yang dapat mengganggu fungsi tubuh normal.

Vitamin larut air dikelompokkan menjadi vitamin C dan vitamin B-kompleks. Vitamin B-kompleks terdiri atas sepuluh faktor yang saling berkaitan fungsinya di dalam tubuh dan terdapat di dalam bahan makanan yang hampir sama. Fungsinya terkait dalam proses metabolisme sel hidup, baik pada tumbuh-tumbuhan maupun hewan sebagai koenzim atau kofaktor.

Vitamin C dapat larut dalam air dan tidak dapat larut di dalam minyak dan zat-zat pelarut lemak, tetapi merupakan kelas tersendiri, tidak satu kelompok dengan vitamin B-kompleks. Vitamin B-kompleks biasanya terdapat bersama-sama di dalam bahan makanan tertentu yang sama, ialah sayuran dan biji-bijian. Di dalam pil yang disebut B-kompleks terdapat 11 jenis vitamin : thiamin, riboflavin, niacin, piridoksin, biotin, PABA, inositol, asam pantothenat, asam folat, kolin dan vitamin B12. Sebagian besar anggota-anggota vitamin B-kompleks diketahui berfungsi di dalam ko-enzim.

Karena sifatnya yang larut dalam air, risiko kelebihan vitamin-vitamin ini dalam tubuh relatif kecil. Para ahli memperkirakan kemungkinan dampaknya pada gangguan fungsi ginjal bila vitamin larut dalam air ini dikonsumsi secara berlebihan. Konsumsi vitamin-vitamin ini dalam jumlah berlebihan secara terus menerus memacu kerja ginjal melakukan filterisasi urin. Oleh karena itu dalam jangka panjang akan melemahkan atau memperpendek usia ginjal. Gangguan pada ginjal dalam jangka panjang dapat pula memicu munculnya diabetes.

Vitamin C. Meskipun ada beberapa studi yang membuktikan bahwa konsumsi vitamin C sampai 20 kali kebutuhan dapat mempercepat penyembuhan infeksi tenggorokan, flu dan penurunan kolesterol, tetapi belum diketahui pasti berapa batas ambang yang dianggap tidak aman. Beberapa studi juga mengungkapkan dampak negatif kelebihan vitamin C dengan dosis satu gram atau lebih yaitu gangguan gastrointestinal seperti diare, mual, dan kram perut. Meningkatnya peristaltik, mengakibatkan efek osmotik langsung pada usus dipercaya menjadi penyebab berbagai gangguan tersebut. Kadang-kadang gangguan tersebut dicirikan oleh sensitisasi yang dikaitkan dengan urticaria, edema, dan skin rashes. Kelebihan vitamin C dalam jangka panjang diduga kuat memicu pembentukan batu ginjal. Dugaan ini didasarkan pada studi tingginya kandungan

asam urat pada urin orang yang mengkonsumsi vitamin C lebih dari 400 mg per hari. Kelebihan vitamin C juga akan berakibat pada peningkatan penyerapan berbagai mineral, termasuk mineral yang menjadi racun bagi tubuh seperti merkuri.

Vitamin B kompleks. Seperti halnya vitamin C, kelebihan vitamin B akan dikeluarkan melalui urin, yang dalam jangka panjang dapat mengganggu fungsi ginjal. Disamping itu karena umumnya vitamin B kompleks berperan dalam metabolisme dan produksi energi, kelebihan berbagai vitamin B kompleks akan meningkatkan kerja organ dan sistem metabolisme tubuh yang terlibat dalam proses produksi energi dan cenderung meningkatkan glukosa darah dan radikal bebas. Gangguan metabolisme, keseimbangan glukosa darah dan glikogen dalam jangka panjang diperkirakan akan memicu diabetes dan gangguan hormonal lainnya. Kelebihan **niacin (vitamin B3)** dapat menyebabkan peningkatan penggunaan glikogen otot, kulit panas dan gatal, gangguan denyut jantung, gangguan ginjal dan diabetes. Kelebihan **piridoksin (vitamin B6)** sampai ratusan miligram dapat mengganggu kerja sistem saraf, seperti pada ujung jari tangan dan kaki. Ahli gizi klinis menyarankan konsumsi piridoksin tidak lebih dari 25 mg per hari.

Folat. Kelebihan folat dapat menimbulkan gangguan pada kerja usus dan konsumsi lebih dari 400 µg per hari menimbulkan defisiensi vitamin B12 (cyanacobalamin). Konsumsi asam pantotenat yang berlebihan dapat menimbulkan diare. Konsumsi biotin yang tinggi menyebabkan kemandulan pada binatang percobaan. Pengaruh kelebihan vitamin larut air disajikan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Pengaruh kelebihan vitamin larut air

Vitamin	Efek Keracunan	Batas aman/hari
Vitamin B6	Gangguan syaraf inderawi	2-7 g 50-500mg
Asam Nikotik	Perubahan fungsi dan struktur hati, metabolisme karbohidrat dan asam urat	3-6 g
Asam folat	Menutupi defisiensi B12	-
Vitamin C	Diare, pengikatan produksi asam oksalat dan batu ginjal	-
Vitamin B1	Sakit kepala, lemah, gangguan kulit	50 mg/kg; 3 g

Kelebihan vitamin berakibat toksik bagi tubuh dan menimbulkan gangguan kesehatan. Selain kelebihan defisiensi vitamin juga berakibat terhadap gangguan kesehatan pula. Tabel 6.4 memperlihatkan ringkasan defisiensi beberap vitamin larut air.

Tabel 6.4 Ringkasan defisiensi Vitamin Larut Air


No.	Jenis Vitamin	Defisiensi
1.	Vitamin C	Ringan: pendarahan. Berat: gigi rontok, luka pada gusi, luka sukar sembuh, tulangmudah patah, skorbut
2.	Thiamin	Mempengaruhi sistem saraf perifer, saluran usus, sistem kardiovaskuler, anoreksia, beri-beri termasuk polineuritis, payah jantung dan oedema
3.	Riboflavin	Keilosis, dermatitis, seboroika pada muka, lidah magenta, gangguan fungsional dan organik pada mata
4.	Vitamin B6 (Piridoksin)	Anemia hipokrom makrositer, lesi susunan saraf pusat ditandai oleh serangan epileptiform dan perubahan ensefalografik, terutama pada bayi
5.	Niasin	Pellagra dengan perubahan usus, kulit dan neurologik
6.	Asam pantotenat	Gejala-geala usus, kulit, anemia, gangguan fungsi korteks adrenal
7.	Asam folat	Anemia makrositer, glositis, lesi usus, diare, dan malabsorpsi usus
8.	Vitamin B12	Anemia makrositer atau anemia pernisiiosa dengan perubahan degeneratif pada mukosa lambung, lesi khas pada sistem saraf

Kelebihan dan kekurangan Mineral

Kira-kira 6% tubuh manusia dewasa terbuat dari mineral. Mineral yang dibutuhkan oleh manusia diperoleh dari tanah. Tanaman sumber pangan menyerap mineral yang diperlukan dan menyimpannya dalam struktur tanaman. Hewan sebagai konsumen tingkat pertama menggunakan dan menyimpan mineral dalam tubuhnya. Sebagai konsumen tingkat akhir, manusia memperoleh mineral dari pangan nabati dan hewani. Mineral merupakan bahan anorganik dan bersifat esensial. Jika mineral tidak habis digunakan oleh manusia maka akan dikeluarkan oleh tubuh dan dikembalikan pada tanah.

Secara umum fungsi mineral dalam tubuh sebagai berikut :

1. memelihara keseimbangan asam tubuh dengan jalan penggunaan mineral pembentuk asam (klorin, fosfor, belerang) dan mineral pembentuk basa (kapur, besi, magnesium, kalium, natrium)
2. mengkatalisasi reaksi yang bertalian dengan pemecahan karbohidrat, lemak, dan protein serta pembentukan lemak dan protein tubuh.

- 
3. sebagai hormon (Iodium terlibat dalam hormon tiroksin; Co dalam vitamin B12; Ca dan P untuk pembentukan tulang dan gigi) dan enzim tubuh (Fe terlibat dalam aktivitas enzim katalase dan sitokrom).
 4. membantu memelihara keseimbangan air tubuh (klorin, kalium, natrium)
 5. menolong dalam pengiriman isyarat ke seluruh tubuh (Kalsium, kalium, natrium)
 6. sebagai bagian cairan usus (kalsium, magnesium, kalium dan natrium)
 7. berperan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan tulang, gigi dan jaringan tubuh lainnya (kalsium, fosfor, fluorin)

Mineral yang dibutuhkan manusia diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro merupakan mineral yang jumlahnya relatif tinggi (>0,05% dari berat badan) di dalam jaringan tubuh. Mineral mikro disebut sebagai unsur renik (*trace element*) terdapat <0,05% dari berat badan. Unsur-unsur mineral makro adalah kalsium, fosfor, kalium, sulfur, natrium, klor, magnesium. Unsur-unsur mineral mikro adalah besi, seng, selenium, mangan, tembaga, iodium, molibdenum, kobalt, khromium, silikon, vanadium, nikel, arsen dan fluor. Setiap jenis mineral makro mempunyai fungsi, dan sumber pangan seperti terdapat pada Tabel 16.

Seperti umumnya kelebihan vitamin, kelebihan mineral pada umumnya juga berpengaruh negatif bagi kesehatan.

Kalsium (Ca). Konsumsi Ca yang berlebihan dapat menyebabkan sulit buang air besar (konstipasi) dan mengganggu penyerapan mineral seperti zat besi, seng dan tembaga. Kelebihan Ca dalam jangka panjang akan meningkatkan risiko terkena *hypercalcemia*, pembentukan batu ginjal dan gangguan fungsi ginjal. Oleh karena itu konsumsi suplemen kalsium jauh diatas kebutuhan sebaiknya dihindari.

Fosfor. Penggunaan fosfor oleh tubuh salah satunya ditentukan oleh rasio antara kalsium dan fosfor, yang idealnya bagi remaja dan orang dewasa adalah 1 : 1. kelebihan fosfor terjadi bila rasio kalsium fosfor lebih kecil dari $\frac{1}{2}$ atau 1 : 2. Kelebihan fosfor dapat mengganggu penyerapan mineral seperti tembaga dan seng serta dapat pula memicu timbulnya *hypocalcemia*.

Magnesium. Kelebihan magnesium dalam jangka panjang sama dampaknya dengan kekurangan magnesium yaitu gangguan fungsi

saraf (*neurological disturbances*). Gejala awal kelebihan magnesium adalah mual, muntah, penurunan tekanan darah, perubahan elektro kardiografik dan kelambanan refleks.

Selain kelebihan mineral makro berpengaruh terhadap kesehatan, kekurangan (defisiensi) mineral makro juga berpengaruh terhadap gangguan kesehatan. Defisiensi mineral makro disajikan pada Tabel 6.6.


Tabel 6.5 Defisiensi Mineral Makro

No.	Jenis Mineral	Defisiensi
1.	Kalsium	Mineralisasi tulang dan gigi terganggu, tulang mudah patah, pertumbuhan terhenti, rakhitis pada anak-anak, osteoporosis pada orang dewasa.
2.	Fosfor	Mineralisasi tulang terganggu, pertumbuhan terhambat, rakhitis, osteomalasia.
3.	Kalium	Jarang terjadi akibat kekurangan makanan. Mual, muntah, diare
4.	Natrium	Mual, diare, kejang otot, dehidrasi
5.	Khlor	Jarang terjadi
6.	Sulfur	Jarang terjadi
7.	Magnesium	Defisiensi karena makanan tidak ditemukan. Defisiensi pada alkoholisme dengan sirosis dan penyakit ginjal yang berat.

Mineral mikro terdapat dalam jumlah sangat kecil di dalam tubuh, namun mempunyai peranan esensial untuk kehidupan, kesehatan dan reproduksi. Kandungan mineral mikro bahan makanan sangat bergantung pada konsentrasi mineral mikro tanah asal bahan makanan tersebut

Yodium. Konsumsi yodium di atas 2000 µg per hari dianggap berlebihan dan akan berdampak negatif pada kesehatan manusia. Konsumsi sebanyak ini bisa terjadi karena mengkonsumsi rumput laut, suplemen atau pangan yang difortifikasi yodium secara berlebihan. Kelebihan yodium dapat menghambat pelepasan iodium dari tiroid. Kelebihan pada tingkat selanjutnya akan menimbulkan gondok seperti halnya kekurangan yodium.

Zat besi (Fe). Kelebihan zat besi dapat menurunkan penyerapan dan penggunaan seng dan tembaga serta peningkatan penggunaan vitamin antioksidan. Kelebihan zat besi juga dapat menyebabkan agangguan fungsi hati, jantung bahkan meninggal dunia. Gejalanya adalah rasa nek, muntah, diare, denyut jantung meningkat, sakit kepala, mengigau.



Seng. Konsumsi seng secara berlebihan (sepuluh kali anjuran) dapat terjadi karena konsumsi suplemen seng dan makanan yang terkena polusi (udara, alat masak dan kaleng). Kelebihan seng akan menurunkan penyerapan zat besi dan tembaga, mual, diare, pusing, melemahnya peran saraf yang mengkoordinasi sistem kerja anggota badan, demam, kelelahan yang sangat, anemia, gangguan reproduksi, dan gangguan pada fungsi hati dan imunitas tubuh. Kelebihan sampai 10 kali AKG mempengaruhi metabolisme kolesterol, mengubah nilai lipoprotein, dan tampaknya dapat mempercepat timbulnya aterosklerosis.

Tembaga. Kelebihan tembaga secara kronis menyebabkan penumpukan tembaga di dalam hati yang dapat menyebabkan nekrosis hati atau serosis hati. Kelebihan Cu dapat terjadi karena mengkonsumsi suplemen tembaga atau menggunakan alat memasak terbuat dari tembaga, terutama bila digunakan untuk memasak cairan yang bersifat asam. Konsumsi sebanyak 10-15 mg per hari dapat menimbulkan muntah-muntah dan diare. Berbagai tahap pendarahan intravaskular dapat terjadi, begitupun nekrosis sel hati dan gagal ginjal. Konsumsi dosis tinggi menyebabkan kematian.

Mangan. Keracunan karena kelebihan mangan dapat terjadi bila lingkungan terkontaminasi oleh mangan, biasanya dalam jangka waktu lama, menunjukkan gejala-gejala kelainan otak disertai penampilan dan tingkah laku abnormal, yang menyerupai penyakit Parkinson.

Fluor. Kelebihan fluor dapat menyebabkan keracunan. Hal ini baru terjadi pada dosis sangat tinggi atau setelah bertahun-tahun menggunakan suplemen fluor sebanyak 20-80 mg sehari. Gejalanya adalah fluorosis (perubahan warna gigi menjadi kekuningan), mual, diare, sakit di daerah dada, gatal dan muntah.

Selenium. Pengaruh negatif selenium bagi kesehatan ditemukan pada orang yang mengkonsumsi di atas 850 µg per hari yang ditandai oleh mual, muntah dan diare. Bila konsumsi di atas 5000 mg akan terjadi perubahan pada kuku dan rambut yang pada akhirnya terjadi kerontokan rambut. Kekurangan/defisiensi mineral mikro disajikan pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Defisiensi Mineral Mikro

No.	Jenis Mineral	Defisiensi
1.	Besi	Anemia defisiensi besi, gangguan fungsional tubuh, baik mental maupun fisik, pucat, rasa lemah, letih, pusing, kurang nafsu makan, menurunnya angka kebugaran tubuh, menurunnya kemampuan kerja, menurunnya kekebalan tubuh dan gangguan penyembuhan luka, kemampuan mengatur suhu tubuh menurun. Pada anak-anak menimbulkan apatis, mudah tersinggung, menurunnya kemampuan untuk berkonsentrasi dan belajar
2.	Mangan	Jarang terjadi
3.	Tembaga	Bayi gagal tumbuh kembang, edema dengan serum albumin rendah, gangguan fungsi kekebalan, Menghambat pembentukan hemoglobin, anemia dengan perubahan pada metabolisme besi dan perubahan pada jaringan tulang, perubahan pada kerangka tubuh yang dapat menyebabkan patah tulang dan osteoporosis, hernia dan pelebaran pembuluh darah karena kegagalan pengikatan-silang kolagen dan elastin, depigmentasi rambut dan kulit
4.	Seng	Pertumbuhan terhambat, gangguan kematangan seksual dan daya kekebalan tubuh menurun. Gangguan fungsi pencernaan karena gangguan fungsi pankreas, gangguan pembentukan kilomikron, dan kerusakan permukaan saluran cerna. Gangguan metabolisme vitamin A, gangguan kelenjar tiroid dan laju metabolisme, gangguan nafsu makan, penurunan ketajaman indra rasa serta memperlambat penyembuhan luka
5.	Yodium	Gangguan Akibat kekurangan Yodium (GAKI) berupa gangguan fisik dan mental, gondok, kretin (IQ = 20), malas dan lamban, kelenjar tiroid membesar. Pada ibu hamil dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan janin. Pada anak-anak menyebabkan kemampuan belajar rendah, dll.
6.	Selenium	Aktivitas enzim glutation peroksidase terhambat, kekebalan tubuh menurun
7.	Fluor	Karies dentis. Membantu mencegah osteoporosis

Sumber : Almtsier (2001)

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott RD, Ando F, Masaki KH. (2003) Dietary magnesium intake and the future risk of coronary heart disease (The Honolulu Heart Program). *Am J Cardiol.* 92:665–69
- Al-Delaimy WK, Rimm EB, Willett WC. (2004). Magnesium intake and risk of coronary heart disease among men. *J Am Coll Nutr.* 23:63–70.
- Almatsier, S. (2003) Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S. (2009) 'Ilmu gizi dasar', PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Almatsier, S. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Edisi ke-3. Penerbit : PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Atmarita et al. (2016) 'Asupan Gula, Garam, Dan Lemak Di Indonesia', *Gizi Indonesia*, 39(1), pp. 1–14. Available at: <http://ejournal.persagi.org/go>.
- Azhar, M. (2016) *Biomolekul Sel: Karbohidrat, Protein dan Enzim*. 1st edn. Edited by Y. Ahda. Padang: UNP Press.
- Barbagallo M, Dominguez LJ, Galioto A. (2003). Role of magnesium in insulin action, diabetes, and cardio-metabolic syndrome X. *Mol Aspects Med.* 24:39–52.
- Bender, D. . (2002) *Introduction to nutrition and metabolism*. 3rd. New York: Taylor & Francis.
- Bergwitz C, Juppner H. (2010). Regulation of phosphate homeostasis by PTH, vitamin D, and FGF23. *Ann Rev Nutr.* 61:91–104.
- Bo S, Pisu E. (2008). Role of dietary magnesium in cardiovascular disease prevention, insulin sensitivity and diabetes. *Curr Opin Lipidol.* 19:50–56.
- Bolly, et al (2018) *Asam amino, peptida dan protein*. Yogyakarta: Innosain.
- Brennan, D. W. (2020a) 'Top Foods High in Leucine', WebMD.
- Brennan, D. W. (2020b) 'Top Foods High in Tryptophan', WebMD.
- Budyanto, M. A. K. (2002). *Dasar-Dasar Ilmu Gizi Edisi Ke-2*. Malang: Penerbit Universitas Muhamadiyah Malang.

- Carr, A. C. and Maggini, S. (2017) "Vitamin C and immune function," *Nutrients*, 9(11), pp. 1–25. doi: 10.3390/nu9111211.
- Chapman, M. S. (2012) "Vitamin A: History, Current Uses, and Controversies," *YSDER*, 31(1), pp. 11–16. doi: 10.1016/j.sder.2011.11.009.
- Coudray C, Demigne C, Rayssiguier Y. (2003). Effects of dietary fibers on magnesium absorption in animals and humans. *J Nutr.* 133:1–4.
- Damongilala, L. (2021) *Kandungan Gizi Pangan Ikani*. Bandung: CV. Patra Media Grafindo.
- DiNicolantonio, J. J., Bhutani, J. and O’Keefe, J. H. (2015) "The health benefits of Vitamin K," *Open Heart*, 2(1), pp. 1–7. doi: 10.1136/openhrt-2015-000300.
- Ellam TJ, Chico TJA. (2012). Phosphate: the new cholesterol? The role of the phosphate axis in non-uremic vascular disease. *Atherosclerosis* 220:310-18.
- Fairudz, A. and Nisa, K. (2015) 'Pengaruh Serat Pangan terhadap Kadar Kolesterol Penderita Overweight', *Majority*, 4(8), pp. 121–125.
- Fattal-Valevski, A. (2011) "Thiamine (vitamin B 1)," *Complementary Health Practice Review*, 16(1), pp. 12–20. doi: 10.1177/1533210110392941.
- Fitri, A. . and Fitriana, Y. A. . (2020) 'Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat', *Sainteks*, 17(1), pp. 45–52.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. (1997). *Dietary Reference Intakes*. Washington, DC: National Academy Press. pp. 146–89.
- Ganong, W.F. (2001). *Review of Medicaling Physiology 20th*. New York: Mc Graw Hill Comp.
- Gilbert, C. (2013) "What is vitamin A and why do we need it?," *Community Eye Health*, 26(84), p. 65.
- Górska-Warsewicz, et al (2018) 'Food Products as Sources of Protein and Amino Acids—The Case of Poland', *nutrients*, 10(12).
- Groff, J. . and Gropper, S. S. (2000) *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. USA: Wadsworth.
- Gropper, S. S. and Smith, J. L. (2013) *AdvAnced nutrition And HumAn metAbolism Sixth Edition, Advanced Nutrion in Human*.


- andcontroversies-15e-sizer/9781337906371PF/. Soheilipour F, Salehiniya H, Farajpour Kh M, Pishghroud.
- Sizer, F. S. and Whitney, E. N. (2014) 'Nutrition Concepts & Controversies 13 Edition', Wadsworth Cengage Learning.
- Sizer, F.S., Whitney, E.N. 2018. Nutrition, Concepts and Controversies. Cengage. USA
- Song Y, Manson J, Buring J, Liu S. (2004). Dietary magnesium intake in relation to plasma insulin and risk of type 2 diabetes in women. *Diab Care*. 27:59–65.
- Spoelstra-De Man, A. M. E., Elbers, P. W. G. and Oudemans-Van Straaten, H. M. (2018) "Vitamin C: Should we supplement?," *Current Opinion in Critical Care*, 24(4), pp. 248–255. doi: 10.1097/MCC.0000000000000510.
- Tinsley, G. H. (2018a) 'Methionine: Functions, Food Sources and Side Effects', Healthline.
- Tinsley, G. H. (2018b) 'Phenylalanine: Benefits, Side Effects and Food Sources', Healthline.
- Tripathi, K. M. (2017) *Geriatric Nutrition for Better Ageing Geriatric Nutrition: Need for Better Ageing*.
- Tumiwa, M., Kapantow, N. and Punuh, M. (2020) "Gambaran Asupan Vitamin Larut Lemak Mahasiswa Semester Iv Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Pada Saat Pembatasan Sosial Pandemi Covid-19," *Kesmas*, 9(6), pp. 101–106. Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/30939>.
- Vormann J. (2003). Magnesium: nutrition and metabolism. *Mol Aspects Med*. 24:27–37.
- Washudi dan Hariyanto (2016) *BIOMEDIK DASAR (Anatomi, Fisiologi, Biokimia, Fisika, Biologi)*. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan.
- Watson, K. H. (2019) '40 Sources of Lysine to Add to Your Plate', Healthline.
- WHO (2007) *Protein And Amino Acid Requirements in Human Nutrition*. Geneva, Switzerland.
- WHO.(2018). 'HealthyDiet', <https://www.who.int/publications/m/item/healthy-dietfactsheet394>.

- 
- WHO (2019) 'WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children. Geneva.', Obesity-&-physical-activity. Available at: <http://apps.who.int/adolescent/second>.
- WHO (2020) 'Healthy Diet', <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/healthy-diet>.
- Winarno, F. G. (1992) Kimia Pangan Dan Gizi. 6th edn. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G. (2004) Kimia Pangan Dan Gizi. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- World Health Organization (WHO) (2018) 'Healthy diets: Fact sheet', World Health Organisation, FACT SHEET(394), pp. 1-6. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/en/>.
- Yuniastuti A. 2008. Gizi dan Kesehatan. PT Graha Ilmu
- Zagon, I. S. and Mclaughlin, P. J. (2017) MULTIPLE SCLEROSIS Perspectives in Treatment and Pathogenesis Cover. Brisbane, Australia: Codon Publications. doi: DOI: <http://dx.doi.org/10.15586/codon.multiplesclerosis.2017> Edited.

PROFIL PENULIS

Prof. Retno Sri Iswari, S. U., lahir di Purwodadi pada 07 Februari 1952. Penulis merupakan dosen jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Gelar Sarjana diperoleh dari Pendidikan Biologi IKIP Semarang (Lulus Tahun 1978), gelar Magister diperoleh dari Jurusan Kedokteran Dasar (Konsentrasi Biokimia) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (Lulus Tahun 1987), gelar Doktor diperoleh dari program Doktor Ilmu Kedokteran Universitas Diponegoro (Lulus tahun 2014). Penulis memiliki kepakaran di bidang biokimia dan aktif dalam Pusat Kajian Produk Obat dan non obat berbahan alam. Publikasi Ilmiah yang ditulis diterbitkan baik dalam jurnal nasional maupun internasional, salah satunya berjudul *Tomato Extract as an Immunomodulator in Mice (Mus musculus) Infected with Plasmodium berghei* (Pakistan journal of Nutrition, 2016. Selain aktif menulis jurnal, Prof. Dr. Retno Sri Iswari, S.U juga aktif dalam mengikuti seminar, diantaranya yaitu *The Effect on Parsea Americana Mill Juice on Serum Homocysteina and Plasma Malondialdehyde Levels in Strepzotocin (STZ)-Induced Sprague Dawley Rats* (2015).

Firlia Ayu Arini, S.KM., M.K.M., meraih gelar S1 sarjana kesehatan masyarakat (S.KM) peminatan gizi masyarakat di Universitas Airlangga tahun 2006 dan melanjutkan pendidikan S2 di Program Pascasarjana Universitas Indonesia di Bidang Gizi Kesehatan Masyarakat, program studi Ilmu Kesehatan Masyarakat. Penulis menyelesaikan program S2 di FKM UI pada tahun 2010. Tahun 2011, penulis bergabung menjadi staf pengajar di UPN "Veteran" Jakarta dan beberapa hasil penelitian serta pengabdian masyarakatnya bersama tim telah dipublikasikan di beberapa jurnal nasional terakreditasi dan jurnal nasional terindeks SINTA DIKTI, diantaranya pada *Jurnal Gizi dan Pangan*, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, dan *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan FKK UMJ*. Penulis juga aktif mengikuti seminar nasional dan internasional dengan publikasi poster, antara lain pada *Asian Pacific Congress of Clinical Nutrition* tahun 2013 di Tokyo, Jepang dan *Asian Congress of Nutrition 2019* di Bali. Mata Kuliah yang diampu penulis adalah ilmu gizi dasar, penilaian status gizi, gizi dalam daur kehidupan dan surveilans gizi. Pada beberapa kesempatan, penulis menjadi narasumber untuk rubrik gizi di majalah JOY, atmago.com, riaulive.id, jendela-alam.com dan gaya tempo.co. Saat ini penulis aktif sebagai anggota organisasi




profesi PERGIZI PANGAN dan IAKMI, dengan beberapa pengalaman dalam kegiatan nasional profesi yaitu sebagai validator SIRKESNAS 2016, fasilitator dalam Pekan Sarapan Nasional 2016, dan sebagai penanggung jawab teknis dan pendamping teknis pada Studi Status Gizi Indonesia 2020 - 2021.

Lovi Sandra, M. Sc. Lahir di Situbondo, 22 Mei 1984. Telah menyelesaikan studi S-1 di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang tahun 2007 dan S-2 Ilmu Kimia UGM tahun 2013. Tahun 2008 - 2019 aktif mengajar mata pelajaran matematika dan kimia di SMA Ibrahimy Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo (P2S3) Situbondo. Mulai tahun 2015 hingga sekarang aktif mengajar di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan dan Tadris Matematika P2S3.


Desi Purwaningsih, S.Pd., M.Si, lahir di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah pada 17 Desember 1989. Menamatkan pendidikan sarjana di Universitas Sebelas Maret Surakarta program studi Pendidikan Biologi. Kemudian melanjutkan study di Institut Pertanian Bogor, untuk mendapatkan gelar Magister di bidang Biokimia. Setelah selesai studi jenjang magister penulis mengabdikan diri menjadi pengajar, salah satunya di Universitas Setia Budi Surakarta pada Fakultas Farmasi, selain itu penulis juga sempat mengajar di Universitas Khusuma Husada pada Prodi S1 Gizi, dan Poltekes Surakarta pada Prodi DIV Keperawatan. Selain aktif mengajar penulis juga aktif di beberapa organisasi seperti: Persatuan Biokimia Indonesia (PBI), Ikatan Ilmuan Indonesia International (I4), dan Persatuan Mikrobiologi Indonesia (PERMI). Email penulis: desipurwaningsih@setiabudi.ac.id

Ari Yuniastuti. Dosen S1 di Jurusan Biologi dan S2 Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Semarang. Mata kuliah yang diampu antara lain Gizi dan Kesehatan, Gizi dan Kesehatan lanjut, Metabolisme Gizi Makro, Biokimia dan Biokimia Nutrisi. Buku hasil karya yang telah diterbitkan adalah Gizi dan Kesehatan, Nutrisi Mikromineral dan Kesehatan, Monograf Probiotik (Dalam Perspektif Kesehatan), dan Dasar Molekuler Glutation dan Perannya Sebagai Antioksidan, Bookchapter Metabolit Sekunder. Artikel yang telah dipublikasikan melalui jurnal Ilmiah antara lain : Association of -129C/T Promoter GCLC Polymorphism with Glutathione Plasma Level in Pulmonary Tuberculosis Patients, Glutathione and F2 Isoprostane Level in the Blood of the Patient of Pulmonary



Tuberculosis at Makassar, South Sulawesi, Indonesia, Polymorphism of Glutamate-Cysteine Ligase Subunit Catalytic (GCLC) Gene in Pulmonary Tuberculosis Patients, The role of gene polymorphisms of glutamate-cysteine ligase catalytic (GCLC) enzyme against antioxidants and oxidative stress sattsu of individual wh had cotacted infectious tuberculosis, Dosen Berprestasi Universitas Negeri Semarang tahun 2017, Sertificate In Recognition of Valuable contribution, effort and helped dari pemerintah Embassy of Lybia tahun 2017. Penulis juga aktif meneliti bidang-bidang gizi, antara lain Analisis Sekuen Gen Antioksidan Glutation Sebagai Deteksi Kerentanan Pasien Tuberkulosis Terhadap Stres Oksidatifakibat infeksi Mycobacterium tuberculosis, Pengembangan Pangan Fungsional Berbasis Umbi-umbian Sebagai Sumber Antioksidan Dalam Upaya Meningkatkan Derajat Kesehatan Masyarakat Melalui Pendekatan Nutrigenomik, Pengembangan Produksi Inulin dan FOS berbasis Gambili (*Dioscorea esculenta*) sebagai antikanker dan antidiabetik. Paten tentang Metode ekstrak inulin tergelatinasi

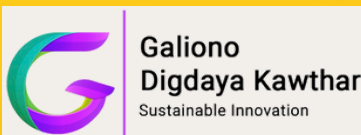
Dr. Sugiati, SP, MKM menyelesaikan pendidikan S1 di jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (tahun 1993). Pendidikan S2 (lulus tahun 2010) dan S3 (lulus tahun 2019) ditempuh di Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia. Saat ini penulis adalah dosen di Program Studi Gizi, Fakultas Kedokteran dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ). Sebelum mengawali karir sebagai dosen, penulis bekerja di Helen Keller International(HKI) sebuah lembaga nirlaba yang bergerak di bidang penelitian kesehatan dan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus. Hasil penelitian yang berkerjasama dengan teman sejawat di HKI maupun UMJ diterbitkan dalam jurnal maupun prosiding yaitu: [Estimating the prevalence of anaemia: a comparison of three methods](#), Kajian Perilaku Breastfeeding Father sebagai Peran Ideal dalam Pemberian ASI Eksklusif, Knowledge and Practice of the Use of Borax in Meatball seller at the Campus A Univerasity of Muhammadiyah Jakarta, Faktor Dominan Obesitas pada Siswa Sekolah Menengah Atas di Tangerang Selatan, [Hubungan Konsumsi Sayuran dengan Tekanan Darah Pada Remaja di Tangerang Selatan. Do fast food consumption and physical activities associate with blood pressure of senior high school students in South Tangerang, Indonesia?](#), Body Mass Index and Abdominal Circumference towards Hypertension in Adolescent in A Senior High School of South Tangerang, Indonesia, [Obesitas, Pola Diet, dan Aktifitas Fisik dalam Penanganan Diabetes Melitus pada](#)



[Masa Pandemi Covid-19](#) Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di antaranya: (1) Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Makanan Jajanan Sehat pada Ibu, (2) *Health Promoting* Pondok Pesantren (Pondok Pesantren Yang Mempromosikan Kesehatan) (3) Peningkatan Pengetahuan Tentang Kegemukan dan Obesitas pada Pengasuh Pondok Pesantren Igbs Darul Marhamah Desa Jatisari Kecamatan Cileungsi Kabupaten Bogor Jawa Barat.

BIOKIMIA GIZI

Buku ini berisikan tentang kebutuhan harian, kekurangan dan kelebihan dari nutrisi yang diperlukan oleh tubuh. Seperti halnya makhluk hidup yang lain, manusia bertahan hidup karena adanya perpindahan energi berkelanjutan keluar masuk tubuhnya. Makanan menyediakan energi yang dibutuhkan termasuk juga nutrisi esensial yang tidak bisa dibuat dalam tubuh makhluk hidup. Nutrisi yang cukup harus mencakup beberapa komponen utama, yaitu karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Buku yang disusun oleh penulis ini memiliki kelebihan dibandingkan buku-buku lain yang sejenis karena selain mengupas tentang kebutuhan harian, buku ini juga mengulas tentang proses metabolisme yang terjadi pada komponen-komponen utama.



Jl. Mampang Prapatan Raya No 73A Lt. 3
Kelurahan Tegal Parang,
Kecamatan Mampang Prapatan
Jakarta Selatan, 12790
Email: kedaiakademik@gmail.com

