

Gizi dan Pembangunan Serta Zat Gizi dalam Pangan

Dr. Ir. Hadi Riyadi, M. S.
Prof. Dr. Ir. Ali Khomsan



PENDAHULUAN

Dalam modul ini akan dibahas tentang peranan gizi dalam pembangunan dan unsur-unsur gizi yang terdapat dalam pangan, yaitu zat gizi makro, zat gizi mikro, serta air dan elektrolit, yang sangat penting sebagai dasar sebelum memahami modul-modul berikutnya.

Pembahasan dalam modul ini meliputi:

1. pangan dan gizi sebagai investasi pembangunan;
2. indikator gizi bangsa;
3. keterkaitan antara pertanian, gizi dan kesehatan;
4. paradigma baru tentang masalah gizi;
5. definisi ilmu gizi;
6. penggolongan dan fungsi zat gizi;
7. lipid;
8. karbohidrat;
9. protein;
10. vitamin;
11. mineral;
12. air dan elektrolit.

Dengan memahami materi di dalam modul ini memungkinkan Anda mengerti unsur-unsur gizi yang terdapat dalam pangan, fungsinya, sumber pangannya, serta akibat kekurangan unsur tersebut, dan peranan gizi dalam pembangunan.

Setelah selesai mempelajari modul ini diharapkan secara umum Anda dapat menjelaskan pengertian gizi dan unsur-unsur gizi dalam pangan.

Juga secara khusus Anda diharapkan akan dapat menjelaskan: tentang gizi dan peranannya dalam pembangunan, serta fungsi dan akibat kekurangan karbohidrat, protein, lipid, vitamin, mineral, serta air dan elektrolit.

KEGIATAN BELAJAR 1**Gizi dan Peranannya dalam Pembangunan**

Di dalam Kegiatan Belajar 1 ini akan dibahas topik-topik tentang pangan dan gizi sebagai investasi dalam pembangunan, indikator gizi bangsa, pembangunan ekonomi dan masalah gizi, keterkaitan antara pertanian, gizi dan kesehatan, serta paradigma baru tentang masalah gizi. Topik-topik tersebut merupakan materi dasar yang harus dipahami apabila ingin mempelajari ilmu gizi dalam kaitannya dengan faktor-faktor lainnya, seperti pertanian (pangan), kesehatan, keadaan sosial budaya, dan ekonomi penduduk.

A. PENDAHULUAN

Di dalam Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi (RANPG) 2006-2010 dijelaskan bahwa keberhasilan pembangunan suatu bangsa ditentukan oleh ketersediaan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas, yaitu SDM yang memiliki fisik yang tangguh, mental yang kuat, kesehatan yang prima, serta cerdas. Bukti empiris menunjukkan bahwa hal ini sangat ditentukan oleh status gizi yang baik, dan status gizi yang baik ditentukan oleh jumlah dan mutu pangan yang dikonsumsi. UNICEF (1990) menyusun sebuah kerangka pikir yang di dalamnya menyebutkan bahwa masalah gizi kurang dan gizi buruk dipengaruhi langsung oleh faktor konsumsi pangan dan penyakit infeksi. Secara tidak langsung, masalah gizi dipengaruhi pula oleh pola asuh, ketersediaan pangan, faktor sosial ekonomi, budaya, dan politik. Apabila masalah gizi kurang dan gizi buruk tak kunjung dapat diatasi, maka hal tersebut dapat menjadi faktor penghambat dalam pembangunan nasional.

Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) mengungkapkan pentingnya penanggulangan kekurangan gizi dalam kaitannya dengan upaya peningkatan SDM. Investasi di sektor sosial menjadi sangat penting dalam peningkatan SDM karena akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi negara. Investasi gizi juga berperan penting untuk memutuskan lingkaran setan kemiskinan dan sebagai upaya peningkatan SDM, guna memajukan pembangunan bangsa di semua sektor kehidupan.

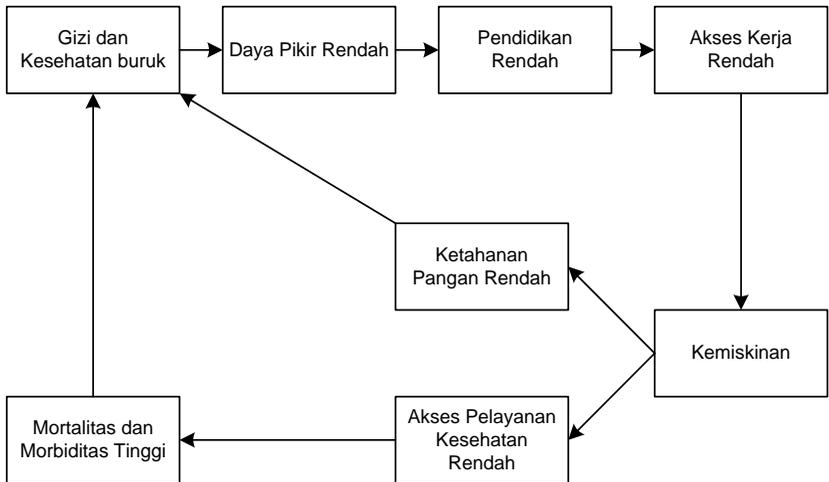
B. PANGAN DAN GIZI SEBAGAI INVESTASI PEMBANGUNAN

Salah satu tujuan utama pembangunan adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Keberhasilan pembangunan suatu bangsa sangat dipengaruhi oleh kualitas SDM yang dimiliki oleh bangsa tersebut. Sementara itu, ukuran kualitas sumber daya manusia dapat dilihat pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM), yang dipengaruhi oleh tingkat ekonomi, pendidikan, dan kesehatan. Adapun ukuran kesejahteraan masyarakat antara lain dapat dilihat pada tingkat kemiskinan dan status gizi masyarakat. Kemiskinan dan masalah gizi kurang merupakan lingkaran permasalahan yang sangat berpengaruh terhadap kualitas SDM.

Secara filosofis seseorang dikatakan miskin bila "keadaannya" menyebabkan dia tidak mampu berdiri sederajat dengan lingkungan masyarakat sekitarnya (Khomsan, 2007). Dengan demikian kemiskinan mempunyai rentang dimensi dan kerelatifan yang lebar. Namun demikian sebenarnya bukan kemiskinan relatif yang perlu dipersoalkan, melainkan kemiskinan absolut yang dapat membuat seseorang tidak mempunyai kemampuan untuk mengakses segala kebutuhan pokok hidupnya.

Upaya memahami kemiskinan secara holistik (menyeluruh) adalah sangat penting. Bagaimana orang miskin bisa mengakses pangan murah, memperoleh pelayanan gizi dan kesehatan, menempuh pendidikan dasar; semua itu harus dipahami oleh para penentu kebijakan. Pemahaman mengenai karakteristik orang miskin dapat merupakan pintu untuk memecahkan masalah kemiskinan.

Dalam penanggulangan kemiskinan diperlukan penanaman nilai-nilai moral yang dapat meningkatkan rasa tanggung jawab sosial. Pemerintah dan masyarakat bersama-sama memikul tanggung jawab ini, sehingga semua pihak mempunyai kewajiban yang sama untuk memerangi kemiskinan. Dari pengalaman pengentasan kemiskinan di Indonesia, kesulitan yang paling sering dihadapi adalah ketika harus mengidentifikasi orang miskin. Untuk mengatasi kemiskinan diperlukan intervensi-intervensi dengan memanfaatkan segala jalur *entry point*. Faktor sebab-akibat kemiskinan itu sendiri sudah merupakan lingkaran setan, sehingga tidak cukup satu pintu untuk memutuskan salah satu rantai kemiskinan. Gambar 1.1 menunjukkan lingkaran setan kemiskinan dengan segala akibatnya.



Gambar 1.1.
Lingkaran Setan Kemiskinan

Ada dua langkah besar yang bisa diambil untuk mengatasi kemiskinan. *Pertama*, penyediaan fasilitas umum dan sosial kepada masyarakat kurang mampu. Misalnya, penyediaan beras murah untuk orang miskin (raskin), pelayanan kesehatan gratis di puskesmas, fasilitas air bersih, pendidikan dasar gratis (murah), dan listrik murah. *Kedua*, upaya pemerintah untuk mendorong terbukanya lapangan kerja yang lebih luas.

Penelitian yang dilakukan oleh Aries (2006) dengan menggunakan data tahun 2003 mengungkapkan bahwa kerugian ekonomi akibat kurang gizi pada balita adalah sebesar Rp6,04 triliun sampai Rp25,26 triliun. Pada tahun 2003 total anggaran yang dialokasikan untuk perbaikan gizi adalah Rp550,16 milyar atau hanya 0,03% terhadap PDB Indonesia. Rata-rata anggaran untuk program makanan tambahan (PMT) per propinsi hanya Rp8,94 milyar.

Kerugian akibat kurang gizi bisa berupa rendahnya kemampuan kognitif SDM bangsa dan rendahnya produktivitas kerja. Agenda pemerintah untuk penanganan masalah gizi harus menduduki prioritas tinggi, sebab hal ini menyangkut kualitas SDM yang akan menjadi perhatian utama dalam pembangunan. Indeks pembangunan manusia (IPM) dari tahun ke tahun belum menunjukkan peningkatan yang berarti. Ini cermin bahwa SDM kita masih harus selalu ditingkatkan kualitasnya.

Kita perlu menempatkan agenda pembangunan gizi sebagai prioritas untuk perbaikan SDM. Perlu ada jaminan bahwa pembiayaan program-program pembangunan di bidang gizi mempunyai nilai yang signifikan dan dijamin keberlanjutannya. Dengan cara ini kita akan mampu mengurangi masalah gizi secara nyata. Investasi di bidang gizi adalah investasi berdurasi panjang, oleh karena itu dampaknya mungkin baru akan muncul setelah beberapa dekade. Kalau semua pihak sudah menyadari hal ini, maka bangsa kita akan mampu mengejar ketertinggalannya dari bangsa-bangsa lain. Gizi perlu menjadi indikator keberhasilan pembangunan yang tidak terlepas dari program pengentasan kemiskinan.

Dijelaskan di dalam RANPG tahun 2006-2010 bahwa salah satu akibat yang ditimbulkan dari kemiskinan adalah ketidakmampuan rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam jumlah dan kualitas yang baik yang kemudian memunculkan masalah gizi. Implikasi dari timbulnya masalah gizi, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Tingginya prevalensi Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR) akibat tingginya prevalensi Kurang Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil. BBLR dapat meningkatkan angka kematian bayi dan balita, gangguan pertumbuhan fisik dan mental anak, serta penurunan kecerdasan. Anak-anak yang lahir dengan BBLR mengalami kekurangan jumlah sel otak sebanyak 40 persen. Anak bergizi buruk (*pendek/stunted*) mempunyai risiko kehilangan IQ 10-15 poin. Jumlah sel otak anak dengan gizi kurang 15-20 persen lebih kecil dibandingkan dengan anak-anak normal (Berg, 1986). Gangguan kurang yodium pada saat janin atau gagal dalam pertumbuhan anak sampai usia dua tahun dapat berdampak buruk pada kecerdasan secara permanen.
2. Kurang zat besi (anemia gizi besi) pada ibu hamil dapat meningkatkan risiko kematian waktu melahirkan, meningkatkan risiko bayi yang dilahirkan kurang zat besi, dan berdampak buruk pada pertumbuhan sel-sel otak anak, sehingga secara konsisten dapat mengurangi kecerdasan anak. Pada orang dewasa, anemia dapat menurunkan produktivitas sebesar 20-30 persen.
3. Kurang vitamin A pada anak balita dapat menurunkan daya tahan tubuh, meningkatkan risiko kebutaan, dan meningkatkan risiko kematian akibat infeksi.

4. Meluasnya kekurangan gizi pada anak balita dan wanita hamil akan meningkatkan pengeluaran rumah tangga maupun pemerintah untuk biaya kesehatan karena banyak warga yang mudah jatuh sakit akibat kurang gizi. Di samping itu, hal ini juga menyebabkan menurunnya produktivitas.

Dengan kata lain, kemiskinan yang tidak teratasi dapat menimbulkan permasalahan gizi kurang atau gizi buruk, yang kemudian dapat menjadi pemicu lahirnya SDM yang kurang berkualitas dan menurunnya produktivitas. Tidak dapat dipungkiri bahwa SDM yang kurang berkualitas dengan produktivitas yang rendah juga dapat menjadi penghambat pembangunan.

Masalah gizi adalah permasalahan unik, pemecahannya tidak mungkin hanya dipecahkan oleh *nutritionist* (ahli gizi), bukan pula oleh penggunaan obat yang intensif seperti penyembuhan penyakit AIDS. Masalah gizi merupakan interrelasi beragam intervensi seperti ekonomi, budaya, pengetahuan, dan perilaku. Laju masalah gizi akan dapat dikendalikan apabila angka kemiskinan dikurangi dan keadilan semakin merata. Namun, walaupun demikian perbaikan gizi harus tetap dilakukan melalui berbagai upaya baik langsung maupun tidak langsung.

Sebagaimana dijelaskan Bank Dunia (2006) di dalam RANPG 2006-2010, perbaikan gizi merupakan suatu investasi yang sangat menguntungkan. Terdapat tiga alasan mengapa suatu negara perlu melakukan intervensi di bidang gizi. *Pertama*, perbaikan gizi memiliki keuntungan ekonomi (*economic returns*) yang tinggi; *kedua*, intervensi gizi terbukti mendorong pertumbuhan ekonomi; dan *ketiga*, perbaikan gizi membantu menurunkan tingkat kemiskinan melalui perbaikan produktivitas kerja, pengurangan jumlah hari sakit, dan pengurangan biaya pengobatan.

Pada kondisi gizi buruk, penurunan produktivitas perorangan diperkirakan lebih dari 10 persen dari potensi pendapatan seumur hidup, dan secara agregat menyebabkan kehilangan Produk Domestik Bruto (PDB) antara 2-3 persen. Konferensi para ekonom di Copenhagen tahun 2005 (Konsensus Copenhagen) menyatakan bahwa intervensi gizi menghasilkan keuntungan ekonomi tinggi dan merupakan salah satu yang terbaik dari 17 alternatif investasi pembangunan lainnya. Konsensus ini menilai bahwa perbaikan gizi, khususnya intervensi melalui program suplementasi dan fortifikasi zat gizi mikro (memperbaiki kekurangan zat besi, vitamin A, yodium, dan seng) memiliki keuntungan ekonomi yang sama tingginya dengan investasi di bidang liberalisasi perdagangan, penanggulangan malaria dan HIV, serta air bersih dan sanitasi.

Adanya keterkaitan upaya perbaikan gizi dengan pembangunan ekonomi juga dikemukakan oleh Sekjen PBB Kofi Annan bahwa gizi yang baik dapat mengubah kehidupan anak, meningkatkan pertumbuhan fisik dan perkembangan mental, melindungi kesehatannya dan meletakkan fondasi untuk masa depan produktivitas anak. Investasi di sektor sosial (gizi, kesehatan dan pendidikan) akan memperbaiki keadaan gizi masyarakat yang merupakan salah satu faktor penentu untuk meningkatkan kualitas SDM. Dengan meningkatnya kualitas SDM, akan meningkatkan produktivitas kerja yang selanjutnya akan meningkatkan ekonomi (Depkes RI, 2005).

C. INDIKATOR GIZI BANGSA

Pertumbuhan anak-anak di negara berkembang termasuk Indonesia ternyata selalu tertinggal dibandingkan anak-anak di negara maju. Pada awalnya kita menduga faktor genetik adalah penyebab utamanya. Namun kajian tentang tumbuh kembang anak membuktikan bahwa bayi di Indonesia sampai dengan usia 6 bulan mempunyai berat badan sama baiknya dengan bayi di negara lain. Perlambatan pertumbuhan kemudian mulai terjadi pada periode usia 6-24 bulan. Penyebabnya tak lain adalah pola makan yang semakin tidak memenuhi syarat gizi dan kesehatan.

Rakyat Indonesia tidak mengalami kelaparan kronis sebagaimana menimpa rakyat di benua Afrika. Namun, kita menderita kelaparan tersembunyi yang menyebabkan persoalan kurang gizi tak kunjung dapat diatasi.

Belum maksimalnya integrasi pemberantasan kemiskinan, masalah gizi, dan kesehatan menjadi penyebab kesulitan mencapai target-target MDGs. Pemecahan masalah gizi memerlukan pendekatan yang holistik dan multisektor (Khomsan, 2011).

Persoalan konsumsi pangan yang menyangkut aspek kualitas dan kuantitas dapat berdampak buruk pada mutu kesehatan rakyat. Salah satu ciri ketidakbermutuan konsumsi pangan adalah apabila masyarakat lebih mengandalkan konsumsi pangan sumber karbohidrat. Ketidakberdayaan ekonomi menjadi penyebab utama rakyat sulit mengakses jenis pangan lain selain karbohidrat. Hal ini memunculkan fenomena kelaparan tersembunyi di kalangan masyarakat.

Data ketersediaan pangan nasional sebenarnya tidak perlu membuat kita khawatir. Hal ini terutama kalau ditinjau dari angka ketersediaan kalori yang telah mencapai lebih dari 3000 Kalori per kapita per hari atau ekuivalen dengan

110% RDA (*Recommended Dietary Allowances* atau Angka Kecukupan Gizi). Namun data konsumsi memunculkan nada pesimisme karena masih banyaknya penduduk Indonesia mengonsumsi kalori <70% RDA.

Sebagaimana dijelaskan, gizi merupakan salah satu input penting untuk menentukan kualitas SDM. Salah satu indikator yang menentukan kualitas gizi anak adalah tinggi badan mereka. Lebih dari 36,1 persen anak usia prasekolah di Indonesia tergolong pendek, sehingga akan berdampak negatif pada saat mereka memasuki usia sekolah. Prevalensi anak pendek ini semakin meningkat dengan bertambahnya umur dan gambaran ini ditemukan baik pada jenis kelamin laki-laki maupun perempuan. Belum optimalnya kualitas fisik anak-anak Indonesia bisa berimbas pada gangguan intelektualitas, sehingga akan mempengaruhi SDM kita di masa depan.

Tinggi badan kurang adalah cermin kurang gizi yang berlangsung lama. Faktor yang mempengaruhi tinggi badan adalah genetik (keturunan) dan asupan gizi. Gizi makanan sangat penting dalam membantu pertumbuhan tinggi badan seseorang. Kualitas dan kuantitas asupan gizi orang Eropa umumnya lebih baik daripada yang dikonsumsi oleh orang-orang Asia.

Di Indonesia persoalan tinggi badan kurang pada anak-anak adalah cermin rendahnya konsumsi pangan hewani (daging, ikan, telur, dan susu) sebagai sumber protein dan kalsium. Potret konsumsi susu bangsa kita sungguh menyedihkan karena rata-rata konsumsi per tahun hanya sekitar dua belas liter, sementara Malaysia 25 liter dan India 45 liter. Konsumsi daging, ikan, dan telur juga rendah dan masih kalah dibandingkan negara-negara tetangga terdekat kita.

Kita dapat berkaca pada negara Jepang, pada saat perekonomian negara Jepang semakin maju pada masa 1950 – 1970-an tinggi badan anak-anak muda bertambah 1 cm setiap 10 tahun. Di tahun-tahun yang akan datang, pertumbuhan fisik generasi muda Jepang akan semakin bertambah baik. Begitu juga halnya yang terjadi di negara Cina. Sejak adanya reformasi, kehidupan rakyat Cina semakin sejahtera yang berdampak pada kecepatan pertumbuhan tinggi badan anak-anak dan pemudanya.

Tinggi badan merupakan salah satu indikator gizi bangsa. Dalam hidup manusia, terdapat dua masa puncak pertumbuhan tinggi badan yaitu pada usia prasekolah dan pada saat usia pubertas (12-14 tahun). Ketika anak memasuki Sekolah Menengah Pertama (SMP), pertumbuhan tinggi badannya akan melonjak, fenomena ini disebut *growth spurt*. Oleh karena itu, jika orang tua mendambakan tinggi badan anaknya ideal, maka jangan mengabaikan asupan gizi pada masa anak-anak dan remaja.

Untuk mengejar ketertinggalan tinggi badan yang disebabkan kurang gizi kronis, maka memperhatikan konsumsi makanan pada saat usia sekolah sangatlah penting. Kini strategi *food-based* untuk mengatasi masalah gizi semakin mendapat perhatian. Program perbaikan tinggi badan anak sekolah perlu mendapatkan prioritas karena menyangkut nasib bangsa di masa depan. Program gizi anak sekolah sudah saatnya digarap dengan serius untuk memperbaiki kualitas fisik bangsa.

Pembangunan SDM adalah sama pentingnya atau bahkan lebih penting daripada pembangunan infrastruktur untuk menopang perekonomian bangsa. SDM yang sehat akan melahirkan generasi maju sehingga bangsa Indonesia bisa duduk sederajat dengan bangsa-bangsa lain di dunia.

Keadaan gizi kurang pada wanita usia subur atau ibu hamil memicu terjadinya kekurangan gizi pada bayi, yang seringkali ditandai dengan berat bayi lahir rendah (BBLR). Kejadian BBLR sangat berpengaruh pada angka kematian bayi. Anak yang dilahirkan dengan berat badan rendah berpotensi menjadi anak dengan gizi kurang bahkan menjadi buruk.

Hasil Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) dan berbagai studi menunjukkan bahwa selama periode 1986-1993 proporsi BBLR berkisar antara 7–16 persen. Setiap tahun diperkirakan sebanyak 355-710 ribu dari lima juta bayi lahir dengan kondisi BBLR (RANPG 2006-2010).

Sementara itu, laporan RISKESDAS menyatakan bahwa proporsi BBLR di Indonesia pada tahun 2010 mencapai 11.1%. Lima provinsi mempunyai persentase BBLR tertinggi pada tahun 2007 adalah Provinsi Papua (27.0%), Papua Barat (23.8%), NTT (20.3%), Sumatera Selatan (19.5%), dan Kalimantan Barat (16.6%). Penurunan angka BBLR dalam kurun waktu hampir 15 tahun tidak menunjukkan angka yang cukup signifikan. Keadaan ini menunjukkan bahwa status gizi wanita usia subur dan ibu hamil masih rentan, terutama di beberapa daerah di Indonesia.

D. PEMBANGUNAN EKONOMI DAN MASALAH GIZI

Ketidakstabilan ekonomi, politik dan sosial, dapat berakibat pada rendahnya tingkat kesejahteraan rakyat yang antara lain tercermin pada maraknya masalah gizi kurang dan gizi buruk di masyarakat. Di dalam RANPG 2006-2010 dijelaskan bahwa upaya mengatasi masalah ini bertumpu pada pembangunan ekonomi, politik dan sosial yang harus dapat menurunkan tingkat kemiskinan

setiap rumah tangga untuk dapat mewujudkan ketahanan pangan dan gizi serta memberikan akses kepada pendidikan dan pelayanan kesehatan.

Kemiskinan dan kurang gizi merupakan suatu fenomena yang saling terkait. Kemiskinan dinilai memiliki peranan penting dan bersifat timbal balik, artinya kemiskinan akan menyebabkan kurang gizi dan individu yang kurang gizi akan berakibat atau melahirkan kemiskinan. Masalah kurang gizi memperlambat pertumbuhan ekonomi dan mendorong proses pemiskinan melalui tiga cara. Pertama, kurang gizi secara langsung menyebabkan hilangnya produktivitas karena kelemahan fisik. Kedua, kurang gizi secara tidak langsung menurunkan kemampuan fungsi kognitif dan berakibat pada rendahnya tingkat pendidikan. Ketiga, kurang gizi dapat menurunkan tingkat ekonomi keluarga karena meningkatnya pengeluaran untuk berobat.

Tingkat dan kualitas konsumsi makanan anggota rumah tangga miskin tidak memenuhi kecukupan gizi sesuai kebutuhan. Dengan asupan makanan yang tidak mencukupi, anggota rumah tangga, termasuk anak balitanya menjadi lebih rentan terhadap infeksi sehingga sering menderita sakit. Keluarga miskin dicerminkan oleh profesi/mata pencaharian yang biasanya adalah buruh/pekerja kasar yang berpendidikan rendah sehingga tingkat pengetahuan pangan dan pola asuh keluarga juga kurang berkualitas. Keluarga miskin juga ditandai dengan tingkat kehamilan tinggi karena kurangnya pengetahuan tentang keluarga berencana dan adanya anggapan bahwa anak dapat menjadi tenaga kerja yang memberi tambahan pendapatan keluarga. Namun demikian, banyaknya anak justru mengakibatkan besarnya beban anggota keluarga dalam sebuah rumah tangga miskin.

Sering disebutkan bahwa upaya penanggulangan masalah kekurangan gizi hanya dapat dilaksanakan dengan efektif apabila keadaan ekonomi membaik. Pendapat ini tidak seluruhnya benar. Secara empirik sudah dibuktikan bahwa mencegah dan menanggulangi masalah gizi kurang tidak harus menunggu sampai ekonomi membaik dan masalah kemiskinan dituntaskan. Banyak cara memperbaiki gizi masyarakat dapat dilakukan justru pada saat masih miskin. Dengan diperbaiki gizinya, produktivitas masyarakat miskin dapat ditingkatkan sebagai modal untuk memperbaiki ekonominya dan mengentaskan diri dari lingkaran kemiskinan.

Banyak intervensi gizi telah dilakukan dengan sasaran utama masyarakat miskin dan gizi kurang, terutama anak-anak, wanita usia subur (WUS), dan ibu hamil. Mereka mendapatkan pendidikan dan penyuluhan gizi seimbang, termasuk pentingnya air susu ibu (ASI) bagi bayi; penyuluhan tentang

pengasuhan bayi dan kebersihan; dan layanan penimbangan berat badan bayi dan anak secara teratur setiap bulan di Posyandu. Di samping itu mereka juga mendapatkan suplemen berupa: zat besi untuk ibu hamil, vitamin A untuk anak balita dan ibu nifas, makanan pendamping ASI (MP-ASI) untuk anak 6-24 bulan, dan makanan untuk ibu hamil yang kurus. Secara terintegrasi intervensi gizi tersebut ditunjang dengan pelayanan kesehatan dasar seperti imunisasi, pemeriksaan kehamilan, pertolongan persalinan, serta pelayanan kesehatan lainnya di Puskesmas.

Apabila dipadukan dengan upaya-upaya penanggulangan kemiskinan yang dapat meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga, intervensi gizi untuk orang miskin akan mempunyai daya ungkit yang besar dalam meningkatkan kesehatan, kecerdasan, dan produktivitas. Upaya tersebut dapat meningkatkan akses rumah tangga miskin kepada pangan yang bergizi seimbang, pendidikan terutama pendidikan perempuan, air bersih, dan sarana kebersihan lingkungan. Untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi ketahanan pangan rumah tangga yang berpotensi menimbulkan kerawanan pangan, dilakukan pemantauan terus menerus terhadap situasi pangan masyarakat dan rumah tangga, serta perkembangan penyakit dan status gizi anak dan ibu hamil yang dikenal sebagai Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG).

E. KETERKAITAN ANTARA PERTANIAN, GIZI DAN KESEHATAN

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pangan sebagai output pertanian yang merupakan substansi pembawa zat gizi, pada akhirnya menentukan produktivitas kerja, kapasitas intelegensia, pengembangan daya tahan tubuh terhadap berbagai penyakit, dan seterusnya, yang keseluruhannya bermuara pada kualitas sumber daya manusia. Dengan demikian, terdapat hubungan timbal balik yang saling mempengaruhi dan bersifat sinergistik antara pertanian, gizi dan kesehatan. Hasil dari hubungan timbal balik itu adalah kualitas sumber daya manusia (Syarief dkk, 1996).

Gani (1992) menyebutkan bahwa hubungan antara pertanian, gizi dan kesehatan dapat dijelaskan menggunakan perkiraan data kuantitatif. Salah satu studi yang banyak dikutip tentang hubungan tersebut adalah hasil analisis yang dilakukan oleh Malenbaum (1970), dengan menggunakan data makro dari 22 negara berkembang. Malenbaum melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi output pertanian. Pada akhirnya, dapat diketahui bahwa variabel-

variabel yang mempengaruhi output pertanian adalah tenaga kerja pertanian, penggunaan pupuk komersial, angka kematian bayi, rasio antara jumlah dokter dan penduduk, serta tingkat buta huruf, dengan kekuatan pengaruh sebesar 65%.

Syarif dkk. (1996) menyatakan bahwa dengan adanya bukti dan fakta tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa mempererat hubungan antara pertanian dengan gizi dan kesehatan adalah langkah strategis dalam upaya meningkatkan kualitas sumberdaya manusia. Wawasan produksi pertanian atau pangan harus lebih jauh dari sekedar peningkatan produksi (*product oriented*), tetapi juga mencakup masalah gizi dan kesehatan. Dengan kata lain, orientasi tidak hanya ditekankan pada peningkatan produksi per satuan input pertanian, tetapi juga seberapa besar pengaruhnya terhadap asupan gizi masyarakat.

Seperti dijelaskan dalam RANPG 2006-2010 bahwa tercapainya ketahanan pangan pada tingkat nasional atau wilayah tidak selalu berarti bahwa tingkat ketahanan pangan di rumah tangga dan individu juga terpenuhi. Masalah-masalah distribusi dan mekanisme pasar yang berpengaruh terhadap harga, daya beli rumah tangga yang berkaitan dengan kemiskinan dan pendapatan rumah tangga, serta tingkat pengetahuan tentang pangan dan gizi sangat berpengaruh terhadap konsumsi dan kecukupan pangan dan gizi rumah tangga.

Oleh karena gizi, kesehatan dan pertanian memiliki hubungan yang erat, Syarif dkk. (1996) juga menambahkan bahwa di dalam setiap gerak-gerik pembangunan pertanian, wawasan gizi dan kesehatan seharusnya selalu menjadi variabel yang dipertimbangkan. Pengintegrasian gizi ke dalam pembangunan pertanian dapat dilakukan dengan menjalankan berbagai program gizi yang berbasis pertanian/pangan.

Penekanan gizi berbasis pertanian dapat dilakukan antara lain dengan upaya diversifikasi pangan, kajian pola sosio-budaya pangan yang menjadi dasar pembentukan kebiasaan makan, penekanan menu seimbang, pemberian makanan tambahan (PMT), analisis pola pangan harapan (PPH), pendekatan analisis melalui *recall*, dan pengukuran status gizi melalui antropometri. Adapun gizi berbasis kesehatan lebih menekankan pada suplementasi, kajian epidemiologi gizi, diet klinis, analisis biokimia, dan lain-lain.

Dalam rangka mengintegrasikan gizi dan kesehatan dalam pembangunan pertanian, maka dapat diambil langkah-langkah strategis melalui berbagai cara seperti:

1. melakukan upaya-upaya untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani, yang mengarah kepada penguasaan materi gizi dan

- kesehatan, baik untuk diterapkan dalam lingkup keluarganya maupun dalam memproduksi pangan yang bergizi dan aman
2. untuk mendukung butir “1” di atas, maka perlu penyempurnaan materi-materi penyuluhan pertanian dengan cara menyisipkan materi wawasan gizi dan kesehatan.
 3. melaksanakan kegiatan pembangunan pertanian yang berdasarkan pada pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*).

F. PARADIGMA BARU TENTANG MASALAH GIZI

Di samping upaya pengintegrasian gizi dan kesehatan ke dalam pembangunan pertanian, perbaikan gizi juga tetap perlu dilakukan pada kelompok masyarakat yang memang tengah mengalami masalah gizi, terutama pada balita dan ibu hamil. Prof. Soekirman, menjelaskan bahwa selama ini makanan atau ketersediaan pangan di masyarakat disebut sebagai *input*, sedangkan kesehatan dan status gizi disebut sebagai *outcome*.

Sudah saatnya indikator pertumbuhan dan status gizi anak menjadi salah satu indikator kesejahteraan. Untuk itu program gizi memerlukan pendekatan paradigma baru, yang dapat dinamakan paradigma *outcome*. Hal-hal yang perlu mendapat perhatian dalam paradigma ini akan diuraikan di bawah ini.

Pertama, dalam menangani masalah gizi makro khususnya kurang energi protein, titik tolak kebijakan terletak pada adanya gangguan pertumbuhan anak dan status gizi anak yang tidak normal. Dengan demikian tujuan program adalah memperbaiki pola pertumbuhan anak dan status gizi anak dari tidak normal menjadi normal atau lebih baik. Pola pertumbuhan dan status gizi anak tidak hanya disebabkan oleh makanan, oleh sebab itu program gizi harus dikaitkan dengan kegiatan program lain di luar program pangan seperti dengan program air bersih dan kesehatan lingkungan, imunisasi, penyediaan lapangan kerja dan penanggulangan kemiskinan. Dengan demikian, program gizi akan rasional untuk menjadi bagian dari pembangunan nasional secara keseluruhan.

Kedua, kegiatan pemantauan berat badan dan tinggi badan anak balita dan anak sekolah akan menjadi modal utama bagi program gizi. Survei gizi nasional secara periodik dan terprogram seharusnya menjadi kebijakan nasional seperti dilakukan di negara lain. Pelaksanaannya dapat dilakukan melalui Susenas ataupun lembaga lain yang ada. Kegiatan ini perlu didukung oleh sistem pemantauan status gizi anak yang representatif mewakili daerah-daerah yang tidak terjangkau survei gizi nasional.

Ketiga, revitalisasi posyandu dikatakan berhasil apabila dapat mengembalikan fungsi utamanya sebagai lembaga masyarakat, terutama masyarakat desa untuk memantau pertumbuhan anak. Kegiatan pendidikan dan pelatihan pada ibu-ibu tentang bagaimana menimbang anak, mencatat pertumbuhan anak di KMS (Kartu Menuju Sehat) serta dapat memahami KMS dengan baik, merupakan kunci keberhasilan revitalisasi posyandu.

Keempat, secara bertahap perlu ada “perombakan” kurikulum di lembaga pendidikan tenaga gizi di semua tingkatan untuk lebih memahami perlunya paradigma baru yang berorientasi pada pertumbuhan dan status gizi anak sebagai titik tolak dan tujuan program.

Sebagai contoh penerapan paradigma *outcome* adalah seperti yang diterapkan di Thailand. Salah satu kebijakan dan program gizi di Thailand memberikan perhatian besar terhadap data status gizi anak. Sejak tahun 1982 mereka mempunyai data nasional tahunan perkembangan berat badan balita dan anak sekolah. Dalam kebijakan pembangunan nasional secara konsisten dimasukkan status gizi anak sebagai salah satu indikator kemiskinan. Atas dasar perkembangan status gizi anak, program gizi disusun sebagai bagian dari program penanggulangan kemiskinan. Thailand mengukur kemajuan kesejahteraan rakyatnya antara lain dengan indikator pertumbuhan berat badan anak, bukan hanya dengan rata-rata persediaan atau konsumsi energi dan protein penduduk seperti yang sering dilakukan di Indonesia.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan apa yang dimaksud dengan SDM yang berkualitas !
- 2) Mengacu pada kerangka pikir UNICEF (1990) masalah gizi kurang dan gizi buruk dipengaruhi oleh faktor apa saja?
- 3) Jelaskan hal-hal yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia!
- 4) Jelaskan intervensi-intervensi untuk mengatasi kemiskinan dengan melalui berbagai jalur *entry point*!
- 5) Mengapa gizi perlu menjadi indikator keberhasilan pembangunan yang tidak terlepas dari program pengentasan kemiskinan?
- 6) Jelaskan implikasi dari timbulnya masalah gizi sebagaimana dinyatakan dalam RANPG 2006-2010!

- 7) Mengapa masalah gizi masyarakat tidak cukup kalau hanya dipecahkan oleh *nutritionist* (ahli gizi) saja?
- 8) Mengapa ketersediaan kalori yang telah mencukupi secara nasional tidak menjamin tercukupinya asupan kalori di tingkat masyarakat?
- 9) Jelaskan mengapa upaya penanggulangan masalah kekurangan gizi tidak perlu menunggu keadaan ekonomi negara membaik!
- 10) Mengapa wawasan produksi pangan harus lebih jauh dari sekedar peningkatan produksi (*product oriented*) ?
- 11) Bagaimana langkah-langkah strategis untuk pengintegrasian gizi dan kesehatan dalam pembangunan pertanian?

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Pangan dan gizi sebagai investasi dalam pembangunan.
- 2) Indikator gizi bangsa.
- 3) Pembangunan ekonomi dan masalah gizi.
- 4) Keterkaitan antara pertanian, gizi dan kesehatan.
- 5) Paradigma baru tentang masalah gizi.



RANGKUMAN

Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) mengungkapkan pentingnya penanggulangan kekurangan gizi dalam kaitannya dengan upaya peningkatan SDM. Investasi di sektor sosial menjadi sangat penting dalam peningkatan SDM karena akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi negara. Investasi gizi juga berperan penting untuk memutuskan lingkaran setan kemiskinan dan sebagai upaya peningkatan SDM, guna memajukan pembangunan bangsa di semua sektor kehidupan.

Keberhasilan pembangunan suatu bangsa akan sangat dipengaruhi oleh kualitas SDM yang dimiliki oleh bangsa tersebut. Ukuran kesejahteraan masyarakat antara lain dapat dilihat pada tingkat kemiskinan dan status gizi masyarakat. Kemiskinan dan masalah gizi kurang merupakan lingkaran permasalahan yang sangat berpengaruh terhadap kualitas SDM.

Ada dua langkah besar yang bisa diambil untuk mengatasi kemiskinan. Pertama, penyediaan fasilitas umum dan sosial kepada masyarakat kurang mampu. Misalnya, penyediaan beras murah untuk orang miskin (*raskin*), pelayanan kesehatan gratis di puskesmas, fasilitas air bersih, pendidikan

dasar gratis (murah), dan listrik murah. Kedua, upaya pemerintah untuk mendorong terbukanya lapangan kerja yang lebih luas.

Kita perlu menempatkan agenda pembangunan gizi sebagai prioritas untuk perbaikan SDM. Perlu ada jaminan bahwa pembiayaan program-program pembangunan di bidang gizi mempunyai nilai yang signifikan dan dijamin keberlanjutannya. Dengan cara ini kita akan mampu mengurangi masalah gizi secara nyata. Investasi di bidang gizi adalah investasi berdurasi panjang, oleh karena itu dampaknya mungkin baru akan muncul setelah beberapa dekade. Kalau semua pihak sudah menyadari hal ini, maka bangsa kita akan mampu mengejar ketertinggalannya dari bangsa-bangsa lain. Gizi perlu menjadi indikator keberhasilan pembangunan yang tidak terlepas dari program pengentasan kemiskinan.

Masalah gizi adalah permasalahan unik, pemecahannya tidak mungkin hanya dipecahkan oleh *nutritionist* (ahli gizi), bukan pula oleh penggunaan obat yang intensif seperti penyembuhan penyakit AIDS. Masalah gizi merupakan interrelasi beragam intervensi seperti ekonomi, budaya, pengetahuan, dan perilaku.

Terdapat tiga alasan mengapa suatu negara perlu melakukan intervensi di bidang gizi. *Pertama*, perbaikan gizi memiliki keuntungan ekonomi (*economic returns*) yang tinggi; *kedua*, intervensi gizi terbukti mendorong pertumbuhan ekonomi; dan *ketiga*, perbaikan gizi membantu menurunkan tingkat kemiskinan melalui perbaikan produktivitas kerja, pengurangan jumlah hari sakit, dan pengurangan biaya pengobatan.

Gizi merupakan salah satu input penting untuk menentukan kualitas SDM. Salah satu indikator yang menentukan kualitas gizi anak adalah tinggi badan mereka. Lebih dari 36,1 persen anak usia prasekolah di Indonesia tergolong pendek. Prevalensi anak pendek ini semakin meningkat dengan bertambahnya umur dan gambaran ini ditemukan baik pada jenis kelamin laki-laki maupun perempuan.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) RANPG adalah singkatan dari
 - A. Rancangan Aksi Nasional Pangan dan Gizi
 - B. Rencana Aksi Nasional Pendidikan Gizi
 - C. Rancangan Aksi Nasional Pendidikan Gizi
 - D. Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi

- 2) Yang termasuk faktor langsung penyebab masalah gizi kurang adalah
 - A. faktor sosial ekonomi
 - B. pola asuh anak
 - C. penyakit infeksi
 - D. faktor budaya

- 3) Seseorang yang tidak mempunyai kemampuan untuk mengakses segala kebutuhan pokok hidupnya berarti mengalami
 - A. kemiskinan relatif
 - B. kemiskinan absolut
 - C. kemiskinan superlatif
 - D. kemiskinan hiperaktif

- 4) Faktor sebab-akibat kemiskinan yang saling terkait disebut
 - A. lingkaran spiriral
 - B. lingkaran setan
 - C. lingkaran biru
 - D. lingkaran masalah

- 5) KEK adalah singkatan dari
 - A. kurang energi kronik
 - B. kurang ekonomi kronik
 - C. katalis energi kronik
 - D. katalis ekonomi kronik

- 6) Anak bergizi buruk mempunyai risiko kehilangan IQ
 - A. 10-15 poin
 - B. 70-85 poin
 - C. 50-65 poin
 - D. 1-5 poin

- 7) RDA adalah singkatan dari
 - A. Recommendation of Dietary Allowances
 - B. Recommended Dietary Allowances
 - C. Recommendation of Diet Allocation
 - D. Recommendation of Dietary Allocation

- 8) Prevalensi anak pendek menurut Riset Kesehatan Dasar terakhir adalah sekitar
 - A. 16 persen
 - B. 26 persen

- C. 36 persen
D. 46 persen
- 9) Dalam rentang hidup manusia terdapat dua masa puncak pertumbuhan tinggi badan yaitu pada usia
A. prasekolah dan pubertas
B. sekolah dan dewasa
C. prasekolah dan lansia
D. sekolah dan pubertas
- 10) Provinsi yang mempunyai persentase BBLR tertinggi adalah
A. NTT
B. Maluku
C. Papua
D. NTB

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Zat Gizi Makro: Karbohidrat, Protein, dan Lipid

☉ Pada Kegiatan Belajar 2 ini akan dibahas topik-topik tentang definisi ilmu gizi, penggolongan dan fungsi zat gizi, karbohidrat, protein, dan lipid. Topik-topik tersebut merupakan materi dasar yang harus dipahami apabila ingin mempelajari ilmu gizi.

A. DEFINISI ILMU GIZI

Profesor Soekirman mengatakan istilah gizi atau ilmu gizi di Indonesia baru mulai dikenal sekitar tahun 1950. Istilah gizi tersebut merupakan terjemahan dari bahasa Inggris *nutrition*. Kata gizi itu sendiri sebenarnya berasal dari bahasa Arab *ghidza* yang berarti makanan. Menurut dialek Mesir, kata *ghidza* dibaca gizi. Pada tahun 1960-1979, ada pula sebagian orang tertentu yang menerjemahkan kata *nutrition* menjadi nutrisi.

Tampaknya, kata *nutrition* baru digunakan sebagai ilmu pengetahuan pada tahun 1898. Dengan demikian, ilmu gizi tergolong ilmu yang masih muda usia. Ilmu gizi memang tidak mungkin lahir lebih dini karena perkembangan ilmu ini tergantung pada perkembangan ilmu-ilmu yang lain, terutama ilmu faal dan kimia.

Pada awalnya, ilmu gizi didefinisikan sebagai suatu cabang ilmu yang mempelajari hubungan antara makanan yang dimakan dengan kesehatan yang diakibatkannya. Dengan definisi seperti itu seolah-olah ilmu gizi hanya berhubungan dengan bidang kesehatan saja. Sudah sejak lama diketahui ada misteri hubungan antara makanan dan kesehatan, sejalan dengan sejarah peradaban manusia. Pada awalnya filosof Yunani yang bernama Hippocrates (460-359 SM) yang mengaitkan gizi dengan makanan. Beliau membuat pernyataan bahwa “orang yang gemuk akan lebih cepat meninggal jika dibandingkan dengan orang yang kurus....”. Meskipun pernyataan beliau tanpa didasari dengan suatu penelitian ilmiah, tetapi evidensi pada masa kini menunjukkan bahwa pernyataan tersebut benar adanya.

Dalam kenyataannya pada masa kini terlihat bahwa permasalahan gizi tidak bisa dipecahkan hanya dengan penanganan bidang kesehatan (kedokteran)

karena menyangkut masalah kesehatan masyarakat, tetapi harus melibatkan bidang-bidang lainnya seperti pertanian, kemasyarakatan dan kebudayaan, ekonomi, dan lain-lain. Hal ini karena permasalahan gizi dapat berakar pada bidang-bidang lain tersebut.

Oleh karena itu definisi ilmu gizi lebih berkembang lagi. Sekarang, ilmu gizi didefinisikan sebagai suatu cabang ilmu yang mempelajari hubungan antara makanan yang dimakan dengan kesehatan tubuh yang diakibatkannya, serta *faktor-faktor yang mempengaruhinya*. Dengan demikian adanya tambahan pada definisi ilmu gizi masa sekarang dibandingkan dengan definisi masa lalu, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, maka jelas terlihat bahwa sifat ilmu gizi adalah multidisiplin. Keadaan ini tidak jarang menyebabkan para ahli dari disiplin ilmu lain yang berkaitan dengan ilmu gizi membuat batasan pengertian tentang ilmu gizi yang berbeda-beda.

Dengan semakin berkembangnya penelitian gizi, maka ilmu gizi memiliki cabang-cabang ilmu yang lebih khusus lagi, yaitu:

1. gizi manusia;
2. gizi masyarakat;
3. gizi klinik;
4. teknologi pangan dan gizi;
5. gizi hewan.

Lantas, apa yang dipelajari dalam ilmu gizi? Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Makanan yang dikenal atau dimakan oleh seseorang atau sekelompok orang biasanya dikenalkan atau diajarkan secara turun-temurun sesuai dengan adat kebiasaannya. Misalnya orang Maluku biasa makan sagu sebagai makanan pokok dan ikan sebagai pakan hewannya, orang Jawa makan nasi, dan lain-lain. Makanan yang dimakan tersebut memberikan zat-zat gizi bagi tubuh kita. Sejak makanan masuk ke dalam mulut sampai ke usus, ia sudah dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil, melalui pengunyahan oleh gigi atau pemecahan oleh enzim pencernaan yang terdapat dalam pankreas, lambung dan usus. Selain itu, zat gizi tersebut diserap masuk ke dalam darah dan dibawa ke hati, selanjutnya dikirim ke jaringan-jaringan tubuh yang membutuhkannya. Di dalam jaringan tubuh inilah, misalnya otot, glukosa dengan bantuan oksigen dipecah menjadi energi (tenaga), sehingga kita dapat bergerak. Apabila makanan atau zat-zat gizi yang masuk dalam tubuh terlalu sedikit atau terlalu berlebihan, maka kesehatan tubuh kita dapat terganggu atau menjadi sakit.

Rangkaian kejadian yang ditimbulkan oleh makanan yang masuk ke dalam tubuh, dan keadaan-keadaan kesehatan yang terjadi di dalam tubuh sebagai akibat masuknya makanan tersebut, serta faktor-faktor yang mempengaruhi makanan dan keadaan yang diakibatkannya, secara khusus dipelajari ilmu gizi. Dengan kata lain, ilmu gizi selain mempelajari keadaan-keadaan (termasuk kesehatan) yang ditimbulkan oleh masuknya makanan ke dalam tubuh, kebiasaan makan seseorang atau sekelompok orang, cara mengolah makan, cara-cara untuk mencegah terjadinya kekurangan zat-zat gizi, serta berbagai faktor yang dapat menyebabkan seseorang tidak dapat memperoleh kecukupan zat-zat gizi yang diperlukan.

B. PENGGOLONGAN DAN FUNGSI ZAT GIZI

1. Penggolongan

Zat-zat gizi didefinisikan sebagai senyawa atau unsur-unsur kimia yang terkandung dalam makanan dan diperlukan untuk metabolisme di dalam tubuh secara normal. Metabolisme tubuh tersebut termasuk pembentukan dan pemanfaatan energi, pertumbuhan, memperbaharui jaringan, reproduksi, dan laktasi (menyusui). Zat-zat gizi dapat digolongkan menjadi 6 kelompok utama, yaitu karbohidrat, lipid (lemak), protein, vitamin, mineral, dan air.

Paling sedikit terdapat 50 jenis zat gizi dari 6 kelompok utama zat gizi tersebut yang diperlukan oleh tubuh manusia. Zat-zat gizi tersebut ada yang esensial dan tidak esensial. Zat gizi esensial didefinisikan sebagai 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 disajikan pada Tabel 1.1.

2. Fungsi Zat Gizi

Ada tiga fungsi umum zat gizi di dalam tubuh. Fungsi umum zat gizi tersebut adalah untuk:

- a. sumber energi;
- b. pertumbuhan dan mempertahankan jaringan-jaringan tubuh;
- c. mengatur proses-proses dalam tubuh.

Tabel 1.1.
Zat-zat Gizi Esensial (Guthrie, 1986; Eastwood,2003)

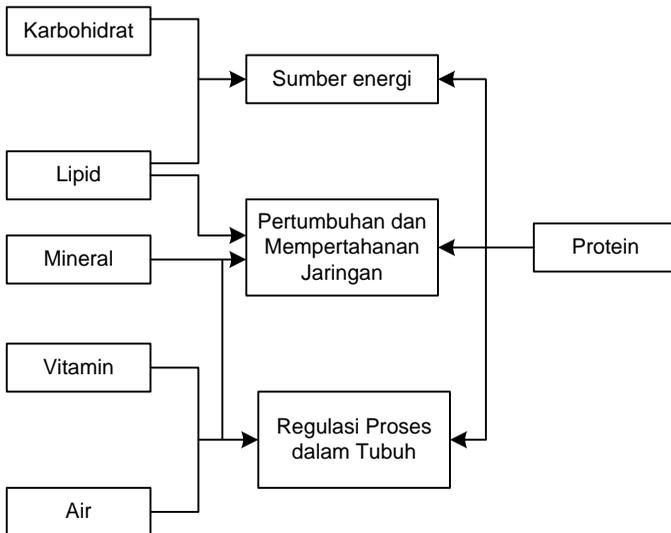
Zat Gizi Utama	Zat Gizi Esensial
Karbohidrat	Serat, glukosa *)
Lipid	Asam lemak: asam linoleat, asam α -linolenat, asam arachidonat jika prekursornya (asam linoleat) tidak mencukupi.
Protein	Asam amino: Ieusin, isoleusin, lisin, methionin, treonin, triptofan, valin, fenilalanin, histidin (untuk anak-anak), arginin (mungkin)
Vitamin	Vitamin larut lemak: vitamin A**), D, E, K Vitamin larut air: thiamin***), niacin, riboflavin, biotin, folat, vitamin B6, vitamin B12, asam pantothenat, vitamin C
Mineral	Mineral Makro: Kalsium (Ca), phosphor (P), chlor (Cl), natrium (Na), kalium (K), sulfur (S), magnesium (Mg). Mineral Mikro: Besi (Fe)**), mangan (Mn), seng (Zn)***) selenium (Se)***), tembaga (Cu), cobalt (Co), molybdenum (Mo), iodium (I**), chromium (Cr), vanadium (V), timah (Sn), nikel (Ni), silikon (Si), fluor (F)
Air	Air

Keterangan: *) Esensial bagi jaringan/organ tubuh tertentu

**) Masalah gizi utama di Indonesia

***) Potensial masalah gizi di Indonesia

Berdasarkan fungsi tersebut, keenam jenis zat gizi utama juga dapat dikelompokkan seperti terlihat pada Gambar 1.2. Pada Gambar 1.2 terlihat bahwa 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. Sedangkan zat gizi utama yang berfungsi untuk mengatur proses-proses di dalam tubuh adalah protein, vitamin, mineral dan air.



Gambar 1.2.
Zat Gizi dan Fungsi Utamanya

C. KARBOHIDRAT

Karbohidrat merupakan kimia organik yang paling banyak terdapat di bumi. Karbohidrat asalnya pada tanaman berdaun hijau. Melalui proses yang dikenal dengan fotosintesis, tanaman dapat menangkap energi yang berasal dari matahari dan menyimpannya sebagai energi kimia dalam karbohidrat. Proses fotosintesis terjadi melalui reaksi karbondioksida (CO_2) yang berasal dari udara bergabung dengan air (tanah) dalam sel-sel daun tanaman yang mengandung klorofil untuk menangkap energi dari matahari membentuk karbohidrat. Karbohidrat ini kemudian disimpan dalam tanaman sebagai pati atau gula, yang

pada akhirnya memberikan energi bagi hewan dan manusia yang memakan tanaman. Diduga sekitar 100 milyar ton karbondioksida dibentuk setiap tahun melalui fotosintesis.

Pada beberapa tanaman seperti kentang, gandum, dan padi, karbohidrat disimpan dalam bentuk pati. Pada tanaman lainnya, seperti pisang dan tebu, karbohidrat disimpan dalam bentuk gula. Pada sayuran seperti jagung, kacang polong, karbohidrat yang pada awalnya disimpan dalam bentuk gula akan diubah menjadi pati ketika bijinya sudah masak. Inilah yang menyebabkan mengapa rasa manis wortel semakin menurun dengan bertambahnya umur wortel; gula dalam akar (wortel) dikonversi menjadi pati. Pada bagian lain, pati dalam buah yang tidak masak seperti pisang dan apel dikonversi menjadi gula selama proses pemasakan untuk menghasilkan produk yang lebih manis dan enak (palatable). Pada pemasakan lebih lanjut, gula tersebut berubah menjadi asam, seperti ditemukan pada buah yang lewat masak, atau difermentasi menjadi alkohol.

1. Sifat Karbohidrat

Beberapa sifat karbohidrat adalah:

- a. karbohidrat digolongkan dalam polisakarida, disakarida dan monosakarida;
- b. pati tidak larut dalam air dingin, tetapi bila dipanaskan ia membentuk suatu zat seperti gelatin yang mudah dicerna;
- c. jika karbohidrat dibakar dalam tubuh, ia mengeluarkan energi CO_2 dan air;
- d. beberapa karbohidrat dapat disintesis dalam tubuh dari lemak dan protein yang tersimpan di situ;
- e. sedikit karbohidrat dapat disimpan dalam tubuh di dalam hati dan jaringan otot sebagai glikogen;
- f. jika sebagian besar karbohidrat yang diserap tubuh tidak segera digunakan, ia diubah menjadi lemak dan disimpan sebagai jaringan lemak untuk memenuhi kebutuhan energi saat diperlukan nanti;
- g. biasanya bahan makanan yang kaya karbohidrat tampaknya berukuran besar dan minim sekali zat-zat gizi lainnya.

2. Klasifikasi

Karbohidrat dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama, yaitu *monosakarida*, *disakarida*, dan *polisakarida*. Mono dan di-sakarida dikenal juga sebagai gula-gula sederhana; sedangkan polisakarida dikenal sebagai

karbohidrat kompleks, termasuk pati, selulosa atau serat, dan beberapa senyawa yang berhubungan.

3. Monosakarida

Bentuk karbohidrat yang paling sederhana disebut monosakarida. Monosakarida yang paling penting dalam pangan dan dalam metabolisme tubuh adalah heksosa, yaitu glukosa, fruktosa, galaktosa, dan mannososa. Semuanya merupakan gula ber-atom karbon 6, yang mempunyai formula empiris yang sama, $C_6H_{12}O_6$. Strukturnya berbeda, mempunyai pengaruh sifat-sifat fisiknya, termasuk kelarutan dan kemanisan. Tiga gula pertama, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa merupakan unit pembentuk disakarida.

a. Glukosa

Glukosa juga disebut dektrosa, gula darah, gula anggur, dan gula jagung. Glukosa secara alamiah banyak terdapat pada beberapa buah-buahan, seperti anggur, oranye, dan beberapa sayuran, termasuk jagung dan wortel segar. Glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang bersirkulasi dalam darah, yang digunakan oleh sel-sel untuk energi.

b. Sorbitol

Sorbitol merupakan produk pemanis (disebut gula alkohol), yang diturunkan dari glukosa. Tergantung pada jumlah yang diberikan, sorbitol menambah jumlah kemanisan yang kurang lebih sama dengan kemanisan dektrosa, juga membakar jumlah kalori yang sama. Manfaat sorbitol adalah dapat diserap secara pelan-pelan.

c. Fruktosa

Gula ini (juga dikenal sebagai levulosa) ditemukan secara alamiah dalam madu dan buah-buahan. Fruktosa merupakan gula yang paling manis di antara monosakarida, dan merupakan produk dari pencernaan sukrosa. Fruktosa dapat dibuat dari glukosa, yang berarti bahwa produk yang mengandung fruktosa mungkin dihasilkan dari produk biji-bijian.

d. Galaktosa

Gula 6-karbon yang lain adalah galaktosa, yang tidak ditemukan dalam keadaan bebas di alam, tetapi merupakan hasil dari pencernaan laktosa (gula

susu). Walaupun sumber utama galaktosa adalah susu, kacang-kacangan juga mengandung beberapa galaktosa. Secara fisiologi, ia merupakan bahan pengisi jaringan syaraf dan diproduksi dari glukosa selama laktasi pada sintesis laktosa.

e. Mañosa

Gula ini tidak ditemukan dalam keadaan bebas di dalam pangan, tetapi diturunkan dari beberapa kacang-kacangan. Mannitol, yang diturunkan dari mannosa, ditemukan dalam pangan. Karena kemajuan teknologi, mannitol merupakan pemanis kalori yang diperoleh dari pengolahan khusus gula invert. Produksinya mahal, dan bila dikonsumsi secara berlebihan mempunyai efek laktasif.

f. Xylitol

Xylitol merupakan pemanis dengan tingkat kemanisan dan nilai kalornya hampir sama dengan gula. Ia ditemukan secara alamiah dalam buah-buahan dan sayuran (wortel, strawberi). Penyerapannya yang jelek menyebabkan efek laktasif.

g. Pentosa

Gula 5-karbon, yang disebut pentosa, adalah ribosa, xylosa, dan arrabinosa. Pentosa yang masuk tubuh tidak digunakan tetapi dibuang di urin dan feses. Tubuh mensintesis gula-gula pentosa dari karbohidrat lain, apabila dibutuhkan di dalam sel. Secara fisiologi, ribosa penting sebagai bahan pembentuk asam ribonukleat (RNA), asam deoksiribonukleat (DNA), dan riboflavin vitamin B.

h. Gula-gula lain

Raffinosa, suatu trisakarida, dan stachyosa, satu tetrasakarida, tidak dapat dihidrolisis oleh tubuh manusia. Keberadaannya dalam kacang yang kering mungkin menyebabkan perut kembung.

i. Disakarida

Dua molekul gula heksosa yang bergabung bersama disebut disakarida. Disakarida tidak penting dalam metabolisme manusia karena ia hanya berperan dalam fungsi tubuh setelah dicerna. Semua disakarida dihidrolisis pada saat pencernaan menjadi monosakarida pembentuknya untuk penyerapan:

Sukrosa = glukosa + fruktosa

Maltosa = glukosa + glukosa

Laktosa = glukosa + galaktosa

j. Sukrosa

Butiran gula meja dimurnikan dari gula tebu dan gula bit untuk memisahkan sukrosa dari bagian-bagian tanaman yang tidak dapat dicerna. Sukrosa juga ditemukan dalam molase, sirup maple, dan gula maple. Beberapa buah-buahan dan sayuran (apricot, melon, bit, wortel, jagung, dan ubi jalar) secara alamiah mengandung jumlah sukrosa yang lebih besar daripada glukosa atau fruktosa.

Sukrosa dapat diolah untuk menghasilkan rasio 50:50 dari monosakarida glukosa dan fruktosa. Gula cair ini dikenal sebagai gula invert. Gula ini memiliki rasa yang lebih manis daripada sukrosa.

k. Laktosa

Gula yang ditemukan dalam susu adalah laktosa, yang mengandung dua monosakarida, yaitu glukosa dan galaktosa. Laktosa adalah unik bagi mamalia, kadarnya 4,5 persen pada susu sapi dan 7,5 persen pada susu manusia (ASI). Pada fermentasi susu, beberapa laktosa dikonversi menjadi asam laktat, yang memberikan flavor khas pada mentega dan yoghurt.

l. Maltosa

Juga disebut gula kecambah (malt), maltosa tidak terdapat secara alamiah. Maltosa dihasilkan melalui fermentasi biji-bijian dan terdapat dalam bir dan beberapa sereal yang diolah dan makanan bayi. Maltosa juga digabungkan dengan dektrin dalam formula bayi. Sebelum diserap di tubuh maltosa dihidrolisis menjadi dua molekul glukosa.

4. Polisakarida

Karbohidrat kompleks, juga disebut polisakarida, terdiri dari banyak monosakarida. Rantainya sangat besar, kadang-kadang berisi lebih dari 1500 gula sederhana. Rantai-rantai tersebut mempunyai struktur yang berbeda, dan dapat bercabang atau lurus.

Beberapa polisakarida mempunyai peranan dalam penyimpanan energi dan dapat dicerna. Kelompok lain, yang umumnya tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim dalam usus manusia disebut serat makanan (*dietary fiber*) (Gambar 1.3).

keperluan energinya sendiri. Jagung yang baru dipetik berasa lebih manis daripada jagung yang dipetik setelah beberapa hari, karena gula sederhana secara terus menerus berubah menjadi pati. Jumlah pati dalam buah-buahan menurun jika dimasak, dalam hal ini karbohidrat kompleks dipecah pada proses pemasakan menjadi gula sederhana.

Butiran pati tidak dapat larut dalam air dingin. Pati dibungkus dalam dinding sel yang disebut selulosa. Pemasakan membantu proses pencernaan, yaitu dengan menyebabkan butiran menjadi bengkak, yang memecahkan dinding sel, sehingga enzim-enzim pencernaan dapat menjangkau pati di dalam dinding sel.

b. Dekstrin

Produk antara enzim-enzim pencernaan terhadap molekul pati adalah sebagai berikut:

Pati → Dektrin → Maltosa → Glukosa

Dektrin juga dihasilkan apabila pati diberikan pemanasan kering (seperti pemanggangan roti).

c. Polimer glukosa

Suplemen karbohidrat yang diproduksi secara industri terdiri dari glukosa, maltosa, dan dekstrin. Suplemen karbohidrat tersebut digunakan untuk meningkatkan konsumsi kalori pada seseorang yang mengalami peningkatan kebutuhan kalori atau orang yang tidak dapat mengkonsumsi kalori dalam jumlah cukup dari menu sehari-hari mereka. Produk ini dengan mudah dapat dicampur dengan pangan dan minuman lain tanpa membuat makanan dan minuman tersebut berasa sangat manis.

d. Glikogen

Energi pada manusia dan hewan disimpan sebagai polisakarida rantai bercabang yang sangat besar, yang disebut dengan glikogen. Glikogen disimpan dalam otot dan hati, dan merupakan bentuk simpanan yang mudah tersedia sebagai sumber glukosa dan energi. Karbohidrat sering dikonsumsi melebihi kebutuhan energi. Kelebihan glukosa ini dikonversi menjadi glikogen sampai kapasitas simpanan glikogen yang terbatas tersebut terisi penuh. Secara bersamaan dan setelah simpanan glikogen diisi, glukosa juga dikonversi menjadi lemak dan disimpan sebagai jaringan adiposa. Glikogen kecil perannya sebagai

sumber karbohidrat makanan karena ia dengan cepat dipecah menjadi asam laktat apabila hewan-hewan disembelih/dipotong.

e. Polisakarida Struktural

Senyawa-senyawa makanan yang berkontribusi terhadap serat makanan tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim gastrointestinal manusia. Polisakarida struktural ini, atau serat makanan, bukanlah berwujud kimia tunggal tetapi campuran beberapa jenis polisakarida yang berbeda dan lignin, yang bergabung dalam dinding sel tanaman (Tabel 1.2). Setiap jenisnya memberikan peranan fisiologis yang berbeda.

Tabel 1.2.
Klasifikasi Serat , Sumber, dan Efek Fisiologi

Kategori	Komponen	Pangan Sumber Utama	Efek Fisiologi
Tidak dapat larut Non-karbohidrat Karbohidrat	Lignin Selulosa Hemiselulosa	Sayuran Gandum Serealia, sayuran	Tidak tentu Meningkatkan volume feses Menurunkan waktu transit fases di usus
Larut Karbohidrat	Pektin Gum	Buah jeruk Kacang-kacangan, Gandum	Menunda pengosongan lambung, memperlambat penyerapan glukosa, menurunkan kolesterol darah

f. Selulosa

Polisakarida yang paling berlimpah ditemukan dalam tanaman adalah selulosa. Walaupun selulosa tidak dicerna oleh enzim-enzim pencernaan manusia, ia berperan sebagai substrat bagi fermentasi mikroba dan mempunyai kemampuan hidrolitik untuk mengikat air, sehingga memungkinkan fungsi usus lebih efisien.

g. Hemiselulosa

Hemiselulosa terdiri dari berbagai gula, termasuk xylosa, glukosa, dan mannososa. Hemiselulosa menyerap dan mempertahankan air dalam usus tetapi

hanya sedikit efeknya pada ukuran feses. Bakteri usus dapat mencerna hemiselulosa.

h. Pektin

Pektin merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna yang membentuk gel dengan air. Pektin digunakan dalam penyiapan jam dan jelly buah-buahan untuk membentuk gel air dalam suatu jaringan yang saling berhubungan.

i. Lignin

Lignin merupakan bahan berkayu, yang erat hubungannya dengan selulosa pada tanaman. Walaupun lignin hanya berupa serat nonkarbohidrat, lignin dikelompokkan dalam polisakarida. Serat-serat lignin kurang dapat dicerna oleh bakteri usus dibandingkan dengan polisakarida lainnya. Lignin bergabung dengan asam empedu untuk mencegah penyerapannya.

j. Gum, Mucilage, dan Polisakarida algal

Semua polisakarida yang larut air ini merupakan komponen serat makanan. Mucilage ditemukan dalam endosperm biji-bijian. Polisakarida algal (*alginate dan carageenan*) mempunyai kemampuan untuk menyerap air, pengental, dan pengemulsi. Semua produk-produk ini sering digunakan sebagai *additive*, khususnya pada produk susu seperti es krim.

5. Fungsi Gula

Gula yang diserap dapat digunakan dalam satu dari enam cara berikut:

- a. Sumber energi. Peranan utama gula yang diserap adalah untuk memberikan energi bagi tubuh dan panas untuk mempertahankan suhu badan. Sistem syaraf pusat dan lensa mata hanya dapat menggunakan energi dari glukosa, sedangkan jaringan-jaringan lain dapat juga menggunakan lemak. Dari proses glikolisis, setiap gram karbohidrat, baik yang berasal dari gula atau pati, memberikan 4 kkal.
- b. Disimpan sebagai glikogen. Kelebihan glukosa dikonversi menjadi glikogen, yang disimpan dalam otot, dan dibebaskan sebagai energi apabila dibutuhkan. Glikogen juga disimpan di dalam hati dan dibebaskan untuk mempertahankan gula darah. Glikogenesis di hati sebagian tergantung pada menu sehari-hari. Pada keadaan puasa, hati mengandung glikogen dalam jumlah kecil; setelah makan, 4 atau 5 persen berat hati merupakan glikogen.

- Jumlah totalnya secara nyata relatif kecil-hanya cukup untuk memenuhi permintaan energi selama kurang dari satu hari.
- c. Dikonversi menjadi Trigliserida dan disimpan sebagai Lemak. Proses ini, yang disebut lipogenesis, terjadi apabila sejumlah besar karbohidrat dimakan. Gula-gula darah menjamin pengisian kembali simpanan glikogen; tetapi, jumlah yang berlebihan menyebabkan lebih sedikit lemak yang dioksidasi dan karbohidrat dikonversi menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak.
 - d. Dikonversi menjadi Karbohidrat lain. Monosakarida merupakan salah satu bahan pembentuk banyak senyawa yang mengatur metabolisme, seperti asam glukoronat, immunopolisarida, DNA, RNA, dan lain-lain.
 - e. Dikonversi menjadi Asam Amino Nonesensial. Hati dapat menggunakan kerangka karbon dari molekul gula dan gugus amine yang berasal dari pemecahan suatu asam amino untuk menghasilkan asam-asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh.
 - f. Dibuang di urin. Apabila taraf glukosa darah melebihi 160-190 mg/dl, maka ginjal tidak dapat menyerap kembali semua gula, dan gula tersebut dibuang melalui urin. Hal ini dikenal dengan ambang ginjal. Kadar normal glukosa urin sekitar 1-15 mg/dl.

6. Fungsi Karbohidrat Makanan

Seperti dibahas di atas, peran karbohidrat adalah sebagai:

- a. sumber energi;
- b. bahan pembentuk banyak senyawa-senyawa tubuh;
- c. bahan pembentuk asam amino esensial.

Fungsi lainnya:

- a. Metabolisme normal lemak. Oksidasi lemak membutuhkan keberadaan beberapa karbohidrat. Jika konsumsi karbohidrat rendah, tubuh akan mengandalkan sebagian besar energinya dari lemak. Lemak dimetabolisme lebih cepat dari kemampuan tubuh mengoksidasinya, sehingga menghasilkan produk antara yang disebut badan-badan keton (*keton bodies*). *Ketois* merupakan akumulasi produk oksidasi lemak yang tidak sempurna. Ketois dapat dicegah dengan pemberian 50 gram karbohidrat.
- b. Menghemat protein. Karbohidrat, melalui pemenuhan energi di dalam menu, dikatakan menghemat protein. Energi merupakan kebutuhan utama tubuh. Dengan konsumsi karbohidrat yang tidak cukup, tubuh membakar

protein untuk energi. Apabila konsumsi karbohidrat cukup, protein dapat digunakan untuk membangun dan memperbaiki jaringan. Konsumsi karbohidrat dan protein dalam makanan yang sama dapat meningkatkan utilitasi protein.

- c. Meningkatkan pertumbuhan bakteri usus. Laktosa, dengan bertahan lebih lama dalam saluran usus daripada disakarida lain, dapat mendorong pertumbuhan bakteri yang mensintesis vitamin tertentu (vitamin B-komplek dan vitamin K).
- d. Mempertahankan gerak usus. Peranan serat dalam saluran usus mempunyai beberapa fungsi. Serat cenderung menormalisasi waktu transit di usus meningkatkannya pada orang-orang yang waktu transisinya lambat dan menurunkannya pada orang-orang yang waktu transisinya cepat. Kemampuan untuk mengikat air dalam usus dan meningkatkan volume dari bahan-bahan yang tidak dapat dicerna menyebabkan penurunan waktu transit melalui saluran makanan. Sehingga, lamanya kontak jaringan tubuh dengan produk buangan nitrogen yang menyebabkan kanker semakin menurun. Manfaat lainnya adalah feses lebih lembut yang membantu mencegah *konstipasi* (sulit buang air besar). Serat yang tidak larut dalam air, khususnya selulosa dan hemiselulosa, berperan sebagai substrat bagi fermentasi mikroba, yang menghasilkan asam-asam lemak yang dapat digunakan oleh bakteri usus untuk pertumbuhan. Serat-serat tersebut meningkatkan volume feses, melatih otot saluran pencernaan dengan meningkatkan volume feses, melatih otot saluran pencernaan dengan meningkatkan radius usus dan mencegah otot berkontraksi secara kronis. Oleh karena itu, tekanan otot dipertahankan, dan usus dapat menghalangi pengembungan ke dalam kantong yang sering dilihat pada penyakit *diverticulosis*. Serat-serat yang larut dalam air seperti pektin, gum, mucilage, dan polisakarida algal, secara fisiologis penting bagi kemampuannya membentuk gel. Pektin meningkatkan viskositas kime (cairan usus) dalam usus, sehingga menunda penyerapan glukosa dan zat gizi lain. Keadaan ini dapat mengikat asam-asam empedu dan diklasifikasikan sebagai hipokolesterolemik (efek menurunkan kolesterol). Lignin dapat mengikat empedu, elektrolit, dan banyak obat-obatan. Manfaat lain adalah pangan kaya serat tidak padat energi dan mungkin membantu seseorang (yang sedang *diet*) untuk mengkonsumsi sejumlah energi yang lebih rendah.

- e. Meningkatkan konsumsi protein, mineral, dan vitamin B. Konsumsi karbohidrat secara normal diikuti oleh zat gizi lain. Pati secara khusus penting dalam menyumbang protein, mineral, dan vitamin B. Produk biji-bijian sangat penting karena selain seratnya, juga kaya zat-zat gizi lain.

7. Pangan Sumber Karbohidrat

Pangan yang kaya dengan karbohidrat komplek adalah beras, ubi jalar, singkong, kentang, pisang, sagu dan gandum. Di samping itu banyak pula yang mengandung gula-gula dan serat, seperti apel, pisang, kacang-kacangan dan tepung terigu. Gula juga banyak terdapat pada gula meja, sirup, jelly, jam, dan madu. Gula tertentu, terutama glukosa dan fruktosa, juga banyak terdapat pada serealialia dan biji-bijian. Selulosa banyak terdapat pada pucuk, akar, daun, dan biji tanaman, buah-buahan mentah dan sayuran daun. Kacang-kacangan merupakan sumber serat makanan. Pektin terdapat pada sayuran dan buah-buahan. Pangan sumber karbohidrat dan gula serta serat dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3.
Karbohidrat Umum dalam Pangan (g/100 g bahan yang dapat dimakan)

Jenis Pangan	Monosakarida dan Gula Pereduksi	Laktosa	Sukrosa	Pati	Serat makan total	Polisakarida non-selulosa	Selulosa	Lignin
(gram)								
Apel (segar)	15,0	----	3,1	0,6	1,42	0,94	0,48	0,01
Pisang	8,4	----	8,9	1,9	1,72	1,12	0,37	0,26
Anggur	3,2	----	2,9	----	0,44	0,34	0,04	0,55
Buah persik	6,2	----	6,6	----	2,28	1,46	0,20	0,62
Strawberi	4,9	----	1,4	----	2,12	0,98	0,33	0,81
Brokoli	----	----	----	1,3	4,10	2,92	0,85	0,03
Kol kembang	----	----	----	----	1,80	0,67	1,13	kecil
Selada	1,4	----	0,2	----	1,53	0,47	1,06	kecil
Bawang merah	5,4	----	2,9	----	2,10	1,55	0,55	kecil
Kentang	1,0	----	----	17,0	3,51	2,49	1,02	kecil
Es krim (14,5%) krim	----	3,6	16,6	----	----	----	----	----
Susu penuh	----	4,9	----	----	----	----	----	----
Yoghurt	----	3,8	----	----	----	----	----	----
Kacang tanah	0,2	----	4,5	4,0	9,30	6,40	1,69	1,21
Keju kacang tanah	0,9	----	5,9	----	7,55	5,64	1,91	kecil
Tepung terigu	2,0	----	----	68,8	3,15	2,52	0,60	0,03

Sumber: Burtis, Davis, and Martin (1988)

D. LIPID

Lemak dalam makanan biasanya juga disebut lipid. Lipid, seperti halnya karbohidrat juga mengandung unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Tetapi, lipid mengandung lebih sedikit proporsi oksigen dibandingkan dengan karbon dan hidrogen. Karena strukturnya, metabolisme lipid membutuhkan lebih banyak oksigen dan membebaskan lebih banyak energi dibandingkan dengan karbohidrat atau asam amino. Strukturnya juga mengharuskannya disimpan secara padat dengan sedikit atau tanpa air. Pada umumnya, protein dan karbohidrat memerlukan lebih banyak ruang untuk menyimpan sejumlah energi yang sama. Jika tubuh tidak mampu menyimpan lemak, kita akan menjadi lebih besar dan lebih berat.

Lipid dapat dibedakan menurut ketidaklarutannya dalam air dan kelarutannya dalam pelarut organik seperti ether dan chloroform.

1. Sifat Lipid

Beberapa sifat lipid adalah:

- a. dalam berat yang sama, lemak menghasilkan energi lebih dari dua kali lipat dibanding dengan karbohidrat dan protein;
- b. lemak lebih lambat dicernakan daripada karbohidrat dan protein;
- c. lemak merupakan alat pembawa vitamin yang larut dalam lemak;
- d. tidak semua lemak tubuh berasal dari lemak pangan yang dikonsumsi, beberapa lemak tersebut disintesis dalam tubuh dari protein dan karbohidrat yang tidak digunakan;
- e. jika lemak dibakar dalam tubuh untuk energi, molekul lemak memberikan CO_2 dan air.

2. Klasifikasi Lipid

Lipid dapat dibagi ke dalam dua kelas, yaitu: 1) lipid yang terdapat dalam pangan dan tubuh; dan 2) lipid struktural atau kompleks yang dihasilkan dalam tubuh untuk membentuk bagian struktur membran, untuk mentranspor lemak, atau untuk mensintesis hormon-hormon atau katalis lipid. Lemak-lemak yang terdapat dalam pangan yang dapat digunakan oleh tubuh adalah trigliserida, asam lemak, fosfolipid, dan kolesterol. Lipid yang hanya ditemukan dalam tubuh adalah lipoprotein dan glikolipid.

Berdasarkan bentuknya lemak dapat digolongkan dalam *lemak padat*, misalnya mentega, lemak hewan, dan *lemak cair* (minyak), misalnya minyak

kelapa, minyak kelapa sawit. Kemudian, menurut penampakkannya, lemak digolongkan menurut *lemak kentara*, seperti lemak pada daging sapi (berwarna putih), dan *lemak tak kentara*, seperti lemak dalam telur.

3. Struktur Kimia

a. *Trigliserida*

Trigliserida, yang juga disebut *lemak netral*, merupakan lemak yang paling umum yang ditemukan dalam pangan (asal hewani dan nabati). Unit struktur dasar dari lemak adalah tiga molekul asam lemak yang berkaitan dengan satu molekul gliserol. Mono-dan di-gliserida merupakan satu atau dua asam lemak yang berkaitan dengan satu molekul gliserol. Mono-dan di-gliserida ditemukan dalam usus halus dan merupakan hasil hidrolisis trigliserida selama pencernaan. Masing-masing dari tiga asam lemak dalam trigliserida dapat berbeda-panjang atau pendek, jenuh atau tidak jenuh. Sifat-sifat fisiknya dipengaruhi oleh sekitar 20 asam-asam lemak yang berbeda yang sering ditemukan dalam pangan. Asam lemak merupakan rantai lurus dari sejumlah atom karbon (umumnya rangkap dua). Asam-asam lemak rantai pendek mengandung 4-6 atom karbon; asam lemak rantai sedang mengandung 8-12 karbon; asam lemak rantai panjang mengandung lebih dari 12 atom karbon. Meskipun asam lemak rantai pendek dan sedang lebih mudah untuk dicerna dan diserap, kebanyakan lemak yang terdapat dalam pangan (khususnya lemak sayuran) mengandung sebagian besar asam lemak rantai panjang (16-18 atom karbon). Kejenuhan asam lemak tergantung pada banyaknya atom hidrogen yang berkaitan dengan atom karbon. Asam-asam lemak rantai panjang diklasifikasikan menurut derajat kejenuhannya.

b. *Asam lemak jenuh (saturated fatty acids)*

Ikatan antara atom karbon menentukan kejenuhan lemak. Asam-asam lemak jenuh hanya berisi ikatan tunggal, setiap atom karbon memiliki dua atom karbon yang berkaitan dengan sesamanya. Asam palmitat dan stearat merupakan asam lemak jenuh yang paling banyak ditemukan pada lemak hewani, keju, mentega, minyak kelapa, dan coklat.

c. *Asam lemak tidak jenuh tunggal (monounsaturated fatty acids)*

Apabila dua atom karbon yang berdampingan digabung oleh suatu ikatan rangkap karena dua atom hidrogen dibuang, maka asam lemaknya disebut tidak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acids*), dalam hal ini hanya ada satu ikatan

rangkap. Asam lemak tidak jenuh tunggal yang banyak adalah asam oleat, yang ditemukan pada minyak kacang tanah.

d. Asam lemak tidak jenuh poli (poliunsaturated fatty acids)

Apabila dua atau lebih karbon dihubungkan oleh ikatan rangkap, maka asam lemak tersebut adalah tidak jenuh poli (*poliunsaturated*); dalam hal ini ada empat atau lebih atom hidrogen dibuang. Lemak yang terdapat pada tanaman umumnya mengandung asam lemak tidak jenuh poli (PUFA). Asam-asam linoleat merupakan PUFA paling banyak dan asam lemak paling dominan dalam minyak biji bunga matahari, minyak jagung, minyak kedelai. Asam lemak linoleat merupakan asam lemak esensial karena tubuh tidak dapat membuatnya.

Asam-asam lemak omega-6, dalam hal ini asam linoleat dan arachidonat yang umumnya terdapat dalam minyak sayuran, memiliki ikatan rangkap pertamanya pada ujung (*omega*) dari molekul. Asam-asam lemak omega-3, asam eicosapentaenoat (EPA) dan asam docosahexaenoat (DHA), adalah unit, di mana ikatan rangkap pertamanya terletak pada atom karbon nomor tiga dari ujung (*omega*) molekul. Asam-asam lemak omega-3 ini, yang terdapat pada minyak ikan (dari laut dalam), memiliki banyak manfaat kesehatan. Walaupun tubuh dapat mengkonversi asam linoleat (suatu asam lemak omega-3) menjadi EPA dan DHA, tetapi prosesnya sangat lambat, khususnya dalam keberadaan sejumlah besar asam linoleat.

e. Rasio P/S (rasio poliunsaturated fatty acids/ saturated fatty acids)

Jumlah PUFA dibandingkan dengan jumlah asam lemak jenuh menentukan rasio P/S nya. Trigliserida mempunyai asam lemak campuran, tetapi pangan yang secara dominan mengandung lemak jenuh disebut jenuh. Jika PUFA melebihi asam lemak jenuh, pangan diklasifikasikan tidak jenuh. Dalam kenyataannya tidak ada trigliserida yang terdapat di alam sepenuhnya jenuh atau tidak jenuh. Meskipun asam lemak tidak jenuh tunggal sudah dibuktikan mempunyai efek menurunkan lipid, tetapi efeknya pada kesehatan belum benar-benar terbukti.

4. Sifat-sifat Asam Lemak

Panjang rantai karbon dan derajat kejenuhan menentukan berbagai sifat lemak, termasuk titik cair, flavor, dan kekerasan.

a. *Kekerasan*

Suhu saat lemak menjadi cair (titik cair) menentukan kekerasannya. Asam lemak yang lebih pendek (12 atom karbon atau kurang) dan asam lemak tidak jenuh bersifat cair pada suhu kamar dan disebut minyak. Lemak hewani umumnya mengandung lemak jenuh dan bersifat padat pada suhu kamar. Pada umumnya lemak herbivora lebih keras daripada lemak carnivora, lemak dari hewan daratan lebih keras daripada hewan perairan, dan lemak kerbau dan sapi lebih keras daripada lemak babi dan ayam. Susu mengandung sejumlah besar asam lemak jenuh, tetapi banyak merupakan lemak rantai pendek.

b. *Hidrogenasi*

Hidrogen dapat ditambahkan ke dalam lemak pada ikatan rangkap dengan adanya katalis untuk mengkonversi minyak sayuran tidak jenuh poli menjadi lemak jenuh, yang meningkatkan titik didihnya sehingga minyak menjadi lebih padat pada suhu ruang. Hal ini dilakukan secara komersial untuk menghasilkan mentega.

c. *Ketengikan*

Apabila lemak terkena udara dan cahaya, ia menjadi tengik, suhu tinggi meningkatkan proses oksidatif ini. Lemak dengan proporsi asam lemak tidak jenuh lebih rentan karena oksigen dapat menyerang ikatan rangkap. Peroksida yang dibentuk mungkin akan beracun bila jumlahnya besar. Tetapi karena rasa dan baunya yang tidak enak biasanya mencegah orang untuk memakannya. Vitamin E, suatu vitamin yang larut dalam lemak, merupakan antioksidan, sampai derajat tertentu dapat melindungi minyak jadi tengik.

d. *Penyabunan*

Apabila asam-asam lemak dipisahkan dari molekul gliserol, maka asam lemak bebasnya dapat bergabung dengan suatu elektrolit, seperti kalsium, untuk membentuk suatu sabun yang tidak larut. Apabila penyabunan ini terjadi di usus, sabun tersebut dibuang di feses, suatu keadaan yang disebut steatorrehea.

e. *Gliserol*

Apabila asam lemak dibebaskan dari trigliserida, maka fraksi alkohol yang tersisa merupakan gliserol. Gliserol tidak larut dalam air dan dapat digunakan oleh tubuh untuk membuat glukosa.

5. Senyawa Lipid

Gliserol dan asam lemak bergabung dengan senyawa-senyawa karbohidrat, fosfat, dan atau nitrogen disebut *senyawa lipid*; dalam hal ini fosfolipid, glikolipid dan lipoprotein. Senyawa lipid terdapat dalam pangan dan dihasilkan dalam tubuh.

a. Fosfolipid.

Di samping asam lemak dan alkohol, fosfolipid mengandung fosfor dan basa nitrogen. Fosfolipid umumnya terdapat pada lemak tak kentara yang terdapat pada pangan nabati dan hewani. Secara komersial, fosfolipid digunakan sebagai *additive* pada produk-produk untuk membantu dalam emulsifikasi.

b. Lipoprotein

Lipoprotein mengandung trigliserida, fosfolipid, dan kolesterol yang bergabung dengan protein. Lipoprotein dihasilkan di hati dan mukosa usus untuk mentransport lemak-lemak yang tidak larut. Beberapa jenisnya terdapat dalam tubuh adalah: *high-density lipoprotein* (HDL), *low-density lipoprotein* (LDL), dan *very low-density lipoprotein* (VLDL). Senyawa-senyawa ini berperan dalam penyakit jantung.

c. Kolesterol

Kolesterol merupakan lipid yang berhubungan dengan lemak dengan struktur cincin yang kompleks yang disebut *sterol*. Kolesterol hanya ditemukan dalam jaringan hewan, seperti telur, daging, dan lemak susu. Hati dan usus dapat mensintesis semua kolesterol yang diperlukan tubuh tanpa mengkonsumsi kolesterol dari luar.

6. Fungsi Lemak Dalam Menu

Lemak mempunyai banyak peranan penting dalam menu sehari-hari, yaitu:

a. Sebagai sumber padat energi

Lemak dalam menu merupakan sumber energi yang padat bagi tubuh, mengisi 9 kkal/gram.

b. Menghemat protein dan thiamin

Sebagai sumber energi, lemak juga dapat menghemat protein, karena dengan adanya lemak maka protein dapat digunakan untuk fungsi penting lainnya (membangun dan memperbaiki jaringan tubuh).

- c. **Membuat rasa kenyang lebih lama**
Lemak merupakan hal penting dalam menu karena sifatnya yang membuat rasa kenyang lebih lama. Karena lemak menekan sekresi getah lambung, dan menghambat waktu pengosongan lambung, maka ia dapat menunda rasa lapar.
- d. **Membuat rasa makanan tambah enak**
Lemak berperan dalam membuat rasa dan flavor makanan lebih enak dan disukai.
- e. **Memberikan zat gizi lain yang dibutuhkan**
Lemak berperan penting karena ia memberikan asam lemak esensial, seperti asam linoleat. Vitamin yang larut dalam lemak umumnya juga ditemukan dalam pangan yang mengandung lemak. Penyerapan vitamin ini dibantu dengan adanya lemak dalam saluran usus.

7. Fungsi Lemak dalam Tubuh

Fungsi lemak dalam tubuh adalah sebagai berikut.

- a. **Penyimpanan lemak.** Jaringan adiposa mempunyai beberapa peranan: ia merupakan sumber padat energi, yang melindungi organ tubuh, dan mempertahankan suhu tubuh.
- b. **Sumber asam lemak esensial.** Asam linoleat merupakan asam lemak esensial (EFA). Ia dapat disintesis oleh tubuh dan harus dipasok dari sumber makanan. Asam erachidonat juga merupakan EFA, tetapi tubuh dapat menghasilkannya dari asam linoleat yang jumlahnya cukup. EFA diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan kulit. Di samping itu asam lemak juga merupakan sumber dari asam lemak omega-6 dan omega-3 yang penting bagi kesehatan, terutama mencegah terjadinya penyakit jantung koroner.
- c. **Sebagai precursor dari prostaglandin.** Prostaglandin berperan dalam mengatur tekanan darah, denyut jantung, dan lipolisis.

8. Pangan Sumber Lemak

Pangan yang tinggi kandungan asam-asam lemak jenuh, tidak jenuh tunggal dan tidak jenuh poli disajikan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4.
Contoh Pangan Sumber Lemak

<p>Asam lemak jenuh Daging sapi, babi, keju kuning keras, yoghurt, susu skim, mentega, minyak kelapa, dan minyak sayur yang dihidrogenasi</p> <p>Asam lemak tidak jenuh tunggal Itik, telur, daging ayam, dan minyak kacang tanah</p> <p>Asam lemak tidak jenuh poli Ikan, kerang-kerangan, salmon, tuna, minyak jagung, minyak biji kapas, minyak kedelai, dan minyak biji bunga matahari</p>

E. PROTEIN

Istilah protein berasal dari bahasa Yunani, yang berarti yang menduduki tempat pertama, diperkenalkan pertama kali oleh Gerardus Mulder, seorang ahli kimia Belanda (1802-1880), pada tahun 1838. Dia mendefinisikan protein sebagai senyawa dalam pangan yang mengandung nitrogen dan dipercayainya merupakan suatu senyawa yang sangat penting bagi berfungsinya tubuh, yang tanpa senyawa ini, kehidupan tidak mungkin terjadi. Sekarang tentu sulit untuk mempertahankan pendapat bahwa protein lebih penting daripada zat gizi lain.

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, dan sisanya terdapat dalam jaringan-jaringan lain dan cairan tubuh. Semua enzim merupakan protein. Asam nukleat di dalam inti sel, yang bertanggung jawab bagi transmisi informasi genetik pada reproduksi sel, sering terdapat berkombinasi dengan protein sebagai nukleoprotein. Hanya urin dan empedu yang dalam keadaan normal tidak mengandung protein.

1. Sifat-sifat Protein

Beberapa sifat protein adalah sebagai berikut.

- a. Selama pencernaan, protein dipecah menjadi asam-asam amino.
- b. Kekurangan, dalam banyaknya dan jumlah jenis asam amino esensial yang terkandung dalam pangan, seringkali dapat diatasi dengan melengkapi susunan makanan dengan bahan makanan dari kelompok pangan lain yang

juga mengandung protein dengan jenis dan jumlah asam amino yang berbeda-beda.

- c. Peningkatan aktivitas fisik biasanya tidak meningkatkan kebutuhan protein tubuh, akan tetapi pertumbuhan (termasuk kehamilan), laktasi, infeksi dan penyakit lainnya dapat meningkatkan kebutuhan protein tubuh.

2. Klasifikasi Asam Amino

Berdasarkan aspek fungsional, asam-asam amino diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu esensial (harus ada dalam makanan) dan non esensial (tidak harus ada dalam makanan). Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh dalam jumlah cukup untuk memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan dan mempertahankan jaringan tubuh. Pada Tabel 1.5 terlihat 9 dari 20 asam amino merupakan asam amino esensial yang harus diberikan oleh makanan. Sebelumnya histidin masih dipertimbangkan esensial hanya untuk bayi tetapi tidak esensial untuk orang dewasa. Tetapi, sekarang kita tahu bahwa orang dewasa tidak mampu menghasilkan histidin dalam jumlah cukup untuk memenuhi kebutuhannya selama periode waktu tertentu dan harus mengandalkan dari makanan. Jika nitrogen cukup tersedia, tubuh dapat mensintesis tujuh asam amino lainnya (non esensial) yang dibutuhkan untuk membangun protein tubuh. Nitrogen yang harus ada (*indispensable*) adalah nitrogen yang dibutuhkan tubuh untuk mensintesis asam-asam amino yang tidak diberikan oleh makanan. Nitrogen tersebut yang digunakan dalam sintesis asam amino non esensial mungkin berasal dari asam-asam amino non esensial lainnya atau dari kelebihan asam-asam amino esensial. Seperti pada kebanyakan hewan, tubuh manusia juga dapat menggunakan porsi nitrogen (secara terbatas) yang diberikan oleh nitrogen non protein seperti urea.

Karena asam-asam amino dari pangan dapat berperan sebagai sumber nitrogen bagi sintesis asam-asam amino lain, maka asam-asam amino tersebut harus melakukan transaminasi. Pada proses ini, gugus asam amino ditransfer ke senyawa lainnya, seperti karbohidrat, untuk membentuk asam-asam amino yang dibutuhkan. Karena tubuh harus memperoleh nitrogen ini dari makanan, maka beberapa nitrogen dari asam amino non esensial sekarang dipertimbangkan esensial.

Tabel 1.5.
Asam Amino dalam Pangan dan Jaringan Tubuh

Klasifikasi	Asam Amino
Asam amino yang terdapat secara alamiah Esensial bagi manusia	Isoleusin Leusin Lysin Methionin Fenilalanin Threonin Tryptofan Valin Histidin
Asam amino yang terdapat secara alamiah Non esensial	Gliserin Asam glutamat Arginin Asam aspartat Prolin Alanin Serin Tyrosin Sistein Asparigin Glutamin
Senyawa yang berhubungan yang kadang-kadang diklasifikasikan sebagai asam amino	Asam hidroksiglutamat Hidroksilin Tiroksin Norleusin Sistin Taurin Carnatin

Sumber: Guthrie (1986); Eastwood, (2003)

3. Mutu Protein

Mutu protein ditentukan oleh jenis dan proporsi asam-asam amino yang dikandungnya. Klasifikasi yang didasarkan pada kandungan asam amino

memberikan dasar-dasar sederhana untuk mengevaluasi mutu protein. Protein yang mengandung semua asam amino esensial dalam proporsi yang mampu untuk memberikan pertumbuhan secara optimal apabila ia merupakan sumber protein tunggal dalam menu disebut protein lengkap, protein bermutu baik, atau protein dengan nilai biologi tinggi. Kebanyakan protein lengkap tersusun dari sepertiga asam amino esensial dan dua pertiga asam amino nonesensial. Semua protein hewani kecuali gelatin, yang mempunyai asam amino pembatas triptofan dan lisin, merupakan protein lengkap.

Pola asam amino pada protein hewani merupakan yang terbaik untuk memenuhi kebutuhan manusia karena polanya menyerupai pola kebutuhan asam amino manusia. Oleh karena itu jika pangan hewani digunakan sebagai sumber protein tunggal dalam jumlah memenuhi kebutuhan manusia, maka ia memberikan semua asam amino esensial dalam jumlah cukup. Kelebihan asam-asam amino esensial dapat digunakan untuk mensintesis asam-asam amino nonesensial.

Protein tidak lengkap, juga dikenal sebagai protein bermutu jelek atau protein dengan nilai biologi rendah, merupakan protein yang tidak memiliki atau memiliki namun dalam jumlah terbatas satu atau lebih asam-asam amino esensial. Pada protein ini biasanya seperempat dari asam-asam aminonya adalah esensial. Berlawanan dengan protein lengkap, jika protein bermutu rendah ini digunakan sebagai sumber protein tunggal dalam menu, maka ia tidak mampu memberikan pertumbuhan yang optimal. Kebanyakan protein nabati, kecuali kedelai, adalah protein tidak lengkap.

Esensial, tetapi relatif kecil jumlah salah satunya, mempunyai asam-asam amino yang cukup untuk memperbaiki jaringan tubuh tetapi tidak cukup untuk memberikan pertumbuhan yang optimal. Keberadaan asam amino dalam jumlah yang terkecil dibandingkan dengan jumlah asam amino yang dibutuhkan untuk pertumbuhan disebut asam amino pembatas. *Methionin* merupakan asam amino pembatas pada kacang-kacangan, dan *lysin* pada protein sereal.

Dengan menggabungkan dua protein yang terbatas pada asam amino yang berbeda, maka akan dihasilkan protein yang lebih baik mutunya. Misalnya makanan sereal dan kacang-kacangan.

4. Fungsi Protein

Beberapa fungsi protein adalah sebagai berikut.

a. *Untuk pertumbuhan dan mempertahankan jaringan tubuh*

Sebelum sel-sel tubuh dapat mensintesis beberapa protein baru, sel harus mempunyai semua asam amino esensial yang tersedia secara bersamaan ditambah dengan gugus amino (NH₂) dan nitrogen yang cukup untuk membentuk asam-asam amino nonesensial. Pertumbuhan atau meningkatkan massa otot hanya terjadi kalau tersedia asam amino melebihi kebutuhan untuk mempertahankan jaringan tubuh.

b. *Membentuk senyawa-senyawa esensial tubuh*

Hormon-hormon yang dihasilkan di dalam tubuh, seperti insulin, epinephrin, dan tiroksin, merupakan protein. Begitu pula hemoglobin, yang mengangkut oksigen dan karbon dioksida dalam darah, dan enzim-enzim, yang berperan dalam reaksi kimia di dalam tubuh, adalah senyawa-senyawa protein. Triptofan serotonin, suatu *neurotransmitter* yang bertanggung jawab untuk membawa pesan-pesan dari sel syaraf ke sel-sel lainnya.

c. *Mengatur keseimbangan air*

Cairan dalam tubuh terdapat dalam tiga kompartemen, yaitu: intraselular, ekstraselular (atau interselular), dan intravaskular. Kompartemen-kompartemen ini dipisahkan satu dari yang lainnya oleh membran sel. Penyebaran cairan di antara ketiganya harus dipertahankan seimbang. Keseimbangan ini dicapai melalui sistem pengaturan yang kompleks yang melibatkan protein dan elektrolit.

d. *Mempertahankan kenetralan (asam-asam) tubuh*

Protein dalam darah berperan sebagai buffer-senyawa yang mampu bereaksi dengan asam atau basa untuk menetralkan darah. Hal ini merupakan fungsi yang sangat penting karena kebanyakan jaringan tubuh tidak dapat berfungsi apabila pH, atau kadar ion hidrogen (tinggi=alkali, rendah=asam), dalam keadaan tidak normal.

e. *Pembentukan antibodi*

Kemampuan tubuh untuk melawan penyakit infeksi tergantung pada kemampuannya untuk menghasilkan antibodi bagi organisme penginfeksi tertentu atau bahan-bahan dari luar yang masuk ke dalam tubuh. Karena tubuh

harus menghasilkan suatu antibodi khusus bagi setiap organisme atau bahan dari luar, maka kebutuhan protein untuk tujuan ini mungkin cukup besar dan beragam.

f. Mentranspor zat gizi

Protein memainkan suatu peranan penting dalam mentranspor zat gizi dari usus melewati dinding usus ke dalam darah, dari darah ke jaringan, dan melewati membran sel untuk masuk ke dalam sel. Kebanyakan senyawa-senyawa yang membawa zat gizi merupakan protein. Protein pembawa ini mungkin spesifik terhadap zat gizi tertentu, seperti retinol-binding protein yang hanya membawa vitamin A; atau mungkin ia mampu membawa beberapa zat gizi yang berbeda seperti besi dan mangan, yang masing-masing berkompetisi satu dengan lainnya untuk dibawa oleh transferin.

5. Pangan sumber protein

Pangan sumber protein hewani adalah daging, ayam, ikan, telur, susu dan produk olahannya. Pangan nabati yang banyak mengandung protein adalah kedelai, kacang tanah, kacang hijau, dan kacang-kacangan lainnya. Sebagian kecil protein juga terdapat dalam sayuran dan buah-buahan. Pada Tabel 1.6 disajikan jenis pangan sumber protein dan kandungan gizinya.

Tabel 1.6.
Jenis Pangan Sumber Protein dan Kandungan Proteinnya

Jenis pangan sumber protein	Kandungan protein (g/100 g bahan)
Daging sapi	18.8
Daging domba	17.1
Daging ayam	18.2
Telur ayam	12.8
Telur bebek	13.1
Ikan bandeng	20.0
Ikan gabus segar	25.2
Tempe kedelai	18.3
Tahu	7.8



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan apa yang dimaksud dengan ilmu gizi pada masa lampau dan masa sekarang!
- 2) Sebutkan 5 cabang ilmu gizi!
- 3) Apa definisi dari istilah berikut.
 - a. Zat gizi.
 - b. Zat gizi esensial.
- 4) Sebutkan 6 kelompok utama zat gizi!
- 5) Jelaskan 3 fungsi utama zat gizi!
- 6) Sebutkan tiga macam gula pembentuk sakarida!
- 7) Sebutkan senyawa-senyawa dari serat tanaman yang tidak dapat larut dan yang dapat larut, kemudian sebutkan pula sumber pangan utamanya!
- 8) Jelaskan fungsi serat makanan bagi tubuh!
- 9) Jelaskan perbedaan lemak tidak jenuh dengan lemak jenuh!
- 10) Sebutkan fungsi lemak dalam makanan!
- 11) Jelaskan apa yang dimaksud dengan ketosis! Mengapa ketosis bisa terjadi di dalam tubuh?
- 12) Jelaskan apa yang dimaksud dengan protein yang lengkap dan protein tidak lengkap! Berikan contoh pangannya!
- 13) Jelaskan fungsi protein bagi tubuh manusia!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Pengertian ilmu gizi.
- 2) Penggolongan dan fungsi zat gizi.
- 3) Karbohidrat.
- 4) Lipid.
- 5) Protein.



Ilmu gizi didefinisikan sebagai suatu cabang ilmu yang mempelajari hubungan antara makanan yang dimakan dengan kesehatan tubuh yang diakibatkannya, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Dengan semakin berkembangnya penelitian gizi, maka ilmu gizi memiliki cabang-cabang ilmu yang lebih khusus lagi, yaitu:

1. gizi manusia;
2. gizi masyarakat;
3. gizi klinik;
4. teknologi pangan dan gizi;
5. gizi hewan.

Zat gizi digolongkan ke dalam 6 (enam) kelompok utama, yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan air. Zat gizi ada yang esensial dan tidak esensial. Fungsi umum zat gizi di dalam tubuh adalah:

1. untuk sumber energi;
2. untuk pertumbuhan dan mempertahankan jaringan-jaringan tubuh;
3. untuk mengatur proses-proses di dalam tubuh.

Tiga kelompok utama karbohidrat adalah monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Tiga macam monosakarida yang merupakan pembentuk disakarida adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Tiga macam disakarida adalah sukrosa, maltosa, dan laktosa. Sedangkan polisakarida yang umum adalah pati, dekstrin, glikogen, serta polisakarida struktural (sering disebut serat tanaman).

Fungsi karbohidrat adalah sebagai sumber energi; bahan pembentuk berbagai senyawa tubuh; bahan pembentuk asam amino esensial; metabolisme normal lemak; menghemat protein; meningkatkan pertumbuhan bakteri usus; mempertahankan gerak usus; meningkatkan konsumsi protein, mineral, dan vitamin B.

Lipid dapat dibagi ke dalam dua kelas, yaitu: 1) lipid yang terdapat dalam pangan dan tubuh; 2) lipid struktural atau kompleks yang dihasilkan dalam tubuh untuk membentuk membran, untuk menstabilkan lemak, atau untuk mensintesis hormon-hormon atau katalis lipid.

Berdasarkan bentuknya lemak digolongkan ke dalam lemak padat (misal mentega, lemak hewan) dan lemak cair atau minyak (misal minyak sawit, minyak kelapa). Sedangkan berdasarkan penampakan, lemak digolongkan ke dalam lemak kentara (misal mentega, lemak pada daging sapi) dan lemak tak kentara (misal lemak pada telur, lemak pada alpukat, lemak susu).

Klasifikasi asam lemak menurut panjang rantai karbon adalah asam lemak rantai pendek (4-6 atom karbon), asam lemak rantai sedang (8-12 atom karbon), dan asam lemak rantai panjang (lebih dari 12 atom karbon). Asam lemak rantai panjang diklasifikasikan menurut derajat kejenuhannya, yaitu: asam lemak jenuh, asam lemak tidak jenuh tunggal, dan asam lemak tidak jenuh poli.

Fungsi lemak dalam menu adalah sumber energi padat; menghemat protein dan thiamin; membuat rasa kenyang lebih lama; membuat rasa makanan tambah enak; memberikan zat gizi lain yang dibutuhkan tubuh. Sedangkan fungsi lemak tubuh adalah sebagai simpanan lemak; sumber asam lemak esensial; precursor dari prostaglandin dan senyawa-senyawa tubuh lainnya.

Protein dibentuk dari unit-unit pembentuknya yang disebut asam amino. Dua golongan asam amino adalah asam amino esensial dan asam amino nonesensial. Asam-asam amino esensial adalah isoleusin, leusin, lysin, methionin, fenilalalin, threonin, triptofan, valin, dan histidin. Protein dapat diklasifikasikan menurut mutunya (kelengkapan asam aminonya) ke dalam protein lengkap dan protein tidak lengkap. Protein berfungsi untuk pertumbuhan dan mempertahankan jaringan; membentuk senyawa-senyawa esensial tubuh; mengatur keseimbangan air; mempertahankan kenetralan (asam-basa) tubuh; membentuk antibodi; mentranspor zat gizi.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Istilah gizi baru dikenal di Indonesia pada sekitar tahun
 - A. 1980
 - B. 1965
 - C. 1950
 - D. 1945

- 2) Dahulu, ilmu gizi didefinisikan suatu cabang ilmu yang mempelajari hubungan antara makanan yang dimakan dengan
 - A. kesejahteraan masyarakat
 - B. kemakmuran masyarakat
 - C. kesehatan masyarakat
 - D. kesehatan tubuh

- 3) Ilmu gizi memiliki cabang-cabang ilmu yang lebih khusus lagi, yaitu
 - A. gizi manusia
 - B. gizi masyarakat
 - C. gizi klinik
 - D. Jawaban A, B, dan C benar

- 4) Ilmu gizi merupakan ilmu yang tergolong
 - A. monodisiplin
 - B. multidisiplin
 - C. multifaktor
 - D. monofaktor

- 5) Berikut ini merupakan zat gizi yang esensial bagi tubuh, *kecuali*
 - A. asam linoleat
 - B. besi
 - C. valin
 - D. Jawaban A, B, dan C semuanya benar

- 6) Zat gizi ialah senyawa atau unsur-unsur kimia yang terkandung dalam makanan dan diperlukan untuk metabolisme di dalam tubuh secara
 - A. normal
 - B. optimal
 - C. sempurna
 - D. rasional

- 7) Enam kelompok utama zat gizi adalah
 - A. karbohidrat, asam amino, lemak, vitamin, mineral, dan air
 - B. karbohidrat, protein, asam lemak, vitamin, mineral, dan air
 - C. karbohidrat, asam amino, lemak, biotin, mineral, dan air
 - D. karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air

- 8) Zat gizi utama yang dapat berfungsi sebagai sumber energi adalah
 - A. karbohidrat, lemak dan air
 - B. karbohidrat, protein dan lemak
 - C. karbohidrat, biotin dan protein
 - D. lemak

- 9) Zat gizi utama yang dapat berfungsi untuk pertumbuhan dan mempertahankan jaringan tubuh adalah
 - A. karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan air
 - B. karbohidrat, protein, vitamin, mineral, dan lemak

- C. karbohidrat, protein, air, vitamin, dan mineral
 - D. lemak, protein, mineral, air dan vitamin
- 10) Zat gizi utama yang dapat berfungsi untuk mengatur proses-proses di dalam tubuh adalah
- A. karbohidrat, lemak, protein, dan air
 - B. protein, vitamin, mineral dan lemak
 - C. protein, vitamin, mineral dan air
 - D. lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin
- 11) Tiga kelompok utama karbohidrat, yaitu
- A. monosakarida, disakarida, dan oligosakarida
 - B. monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida
 - C. disakarida, oligosakarida, dan polisakarida
 - D. monosakarida, disakarida, dan polisakarida
- 12) Senyawa yang tergolong serat tanaman yang dapat larut adalah
- A. pektin, gum, dan lignin
 - B. lignin, selulosa, dan gum
 - C. lignin, selulosa, dan hemiselulosa
 - D. selulosa, pektin, dan gum
- 13) Sukrosa merupakan disakarida yang dibentuk dari dua molekul monosakarida, yaitu
- A. glukosa + glukosa
 - B. glukosa + fruktosa
 - C. fruktosa + galaktosa
 - D. glukosa + galaktosa
- 14) Karbohidrat umumnya merupakan sumber energi bagi manusia, *kecuali* jenis berikut ini
- A. glukosa
 - B. pati
 - C. sukrosa
 - D. selulosa
- 15) Unit struktur dasar dari lemak adalah
- A. 3 molekul asam lemak + 1 molekul gliserol
 - B. 1 molekul asam lemak + 3 molekul gliserol
 - C. 2 molekul asam lemak + 2 molekul gliserol
 - D. 1 molekul asam lemak + 2 molekul gliserol

- 16) Contoh asam lemak jenuh adalah
- A. asam palmitat
 - B. asam linoleat
 - C. asam linolenat
 - D. asam arachidonat
- 17) Pangan sumber asam lemak tidak jenuh poli adalah
- A. daging sapi
 - B. ikan tuna
 - C. mentega
 - D. minyak kelapa
- 18) Asam amino terdiri dari atom karbon yang berikatan dengan
- A. gugus karboksil, atom hidrogen, gugus amino, dan fosfor
 - B. gugus karboksil, atom hidrogen, gugus amino, dan nitrogen
 - C. gugus karboksil, atom hidrogen, gugus amino, dan mineral
 - D. gugus karboksil, atom hidrogen, gugus amino, dan radikal asam amino
- 19) Asam amino di bawah ini merupakan asam amino esensial, *kecuali*
- A. alanin
 - B. leusin
 - C. valin
 - D. threonin
- 20) Lysin merupakan asam amino pembatas pada pangan berikut ini
- A. telur
 - B. sereal
 - C. daging sapi
 - D. kacang-kacangan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3**Zat Gizi Mikro: Vitamin dan Mineral**

☉ Pada Kegiatan Belajar 3 ini akan dibahas topik-topik tentang vitamin dan mineral. Topik-topik tersebut merupakan materi dasar yang harus dipahami apabila ingin mempelajari ilmu gizi.

A. VITAMIN

Vitamin didefinisikan sebagai bahan-bahan organik, yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah sangat sedikit, yang melakukan paling sedikit satu fungsi metabolik spesifik dan harus diberikan dalam makanan. Vitamin yang esensial bagi suatu spesies yang tidak dapat mensintesisnya di dalam tubuh mungkin merupakan vitamin yang esensial bagi spesies lain yang dapat mensintesisnya. Sebagai contoh, vitamin C harus diberikan dalam makanan pada manusia dan kera; tetapi vitamin C dapat disintesis oleh tikus, kelinci, anjing, atau hewan lain, sehingga vitamin tersebut tidak perlu harus ada dalam makanannya. Tanaman dapat membuat vitamin dari unsur-unsur yang tersedia bagi pembentukan vitamin yang terdapat dalam tanah.

Istilah *vitamin* dikenal oleh Casimir Funk pada tahun 1912. Pada penelitiannya terhadap senyawa yang terdapat pada kulit padi (lapisan luar beras) yang mempunyai kekuatan untuk mengobati penyakit beri-beri, dia membenarkan hipotesis bahwa penyakit beri-beri mungkin disebabkan oleh kekurangan sesuatu dalam makanan. Dia sangat percaya senyawa tersebut merupakan sesuatu yang penting bagi kehidupan (*vita*), dan paling sedikit dalam kasus faktor anti beri-beri, mengandung nitrogen (*amine*); sehingga istilah *vitamine* dikenalkan. Dia juga menunjukkan, dan terbukti benar, bahwa ada vitamin spesifik lain yang akan melindungi melawan penyakit pellagra, scurvi, dan riketsia. Pekerjaan selanjutnya menunjukkan bahwa banyak vitamin ditemukan. Tetapi, karena hanya beberapa vitamin saja yang mengandung *amine*, maka akhiran *e* dihilangkan, sehingga istilahnya hanyalah vitamin.

Segera setelah Funk muncul dengan hipotesis vitaminnya, dua kelompok pekerja independen melaporkan adanya senyawa tersembunyi yang belum teridentifikasi di dalam lemak yang penting bagi pertumbuhan dan reproduksi pada hewan. Mereka menandai senyawa ini A yang *larut dalam lemak* untuk

membedakan dengan B yang larut dalam air, yang sudah ditemukan terdahulu yang dapat mencegah dan mengobati beri-beri.

Dari awal yang sederhana ini, daftar vitamin berkembang memasukkan 4 vitamin larut lemak dan 7 vitamin larut air. Karena pengetahuan tentang sifat-sifat fisik dan kimia serta peranan setiap vitamin sudah meningkat, maka penandaan seperti vitamin B₁, B₂, dan B₆, yang berimplikasi pada fungsi umum, dihilangkan. Mereka menggantinya dengan istilah thiamin, ribovlafin, piridoksin, folacin, dan kobalmin, yang lebih cocok menandai komposisi atau strukturnya. Dengan demikian, jelaslah bahwa ada dua golongan vitamin, yaitu *vitamin larut dalam lemak* dan *vitamin larut dalam air*. Vitamin yang larut dalam lemak adalah vitamin A,D,E, dan K; sedangkan vitamin yang larut dalam air adalah vitamin B kompleks dan C.

1. Sifat Umum Vitamin

Walaupun setiap vitamin dari golongan yang larut lemak dan larut air mempunyai fungsi sendiri-sendiri, tetapi beberapa sifat umum dapat membedakan kedua golongan tersebut. Sifat-sifat umum tersebut diringkan dalam Tabel 1.7.

Tabel 1.7.
Sifat-sifat Umum Vitamin

Vitamin Larut Air	Vitamin Larut Lemak
01. Larut dalam air	01. Larut dalam lemak dan pelarut lemak
02. Simpanan dari kelebihan konsumsi sangat minimal	02. Kelebihan konsumsi disimpan dalam tubuh
03. Diekskresi di urin	03. Sejumlah kecil di ekskresi di empedu
04. Harus ada dalam menu setiap hari	04. Tidak mutlak harus ada dalam menu setiap hari
05. Gejala defisiensi cepat berkembang	05. Gejala defisiensi lambat berkembang
06. Umumnya tidak mempunyai precursor	06. Umumnya tidak mempunyai precursor
07. Mengandung unsur C, H, O, N dan beberapa kasus juga ada Co dan S	07. Mengandung unsur C, H, O, N dan beberapa kasus juga ada Co dan S
08. Diserap ke dalam darah melalui vena porta	08. Diserap ke dalam darah melalui vena porta
09. Dibutuhkan oleh organisme sederhana dan kompleks	09. Dibutuhkan oleh organisme sederhana dan kompleks
10. Beracun hanya pada taraf mega dosis (lebih dari 10 kali RDA)	10. Beracun hanya pada taraf mega dosis (lebih dari 10 kali RDA)

2. Fungsi Umum Vitamin

Beberapa fungsi umum vitamin adalah sebagai berikut.

- a. Sebagai bagian dari suatu enzim atau coenzim yang penting dalam berbagai reaksi di dalam tubuh.
- b. Mempertahankan fungsi berbagai jaringan, seperti ephitel.
- c. Membantu proses pertumbuhan dan pembentukan sel-sel baru.
- d. Membantu pembuatan senyawa tertentu dalam tubuh.

3. Senyawa Yang Berhubungan

Pada vitamin dikenal pula antivitamin, yang kerjanya dapat merusak struktur vitamin, dan antagonis vitamin, yang kerjanya dapat berkompetisi dengan vitamin. Contoh antivitamin adalah thiaminase (antihiamin), lipoksigenase (anti vitamin A), antivitamin D, antivitamin E, antivitamin K, antiriboflavin, antiniacin, dan antipiridoksin. Sedangkan contoh antagonis vitamin adalah antagonis thiamin, seperti pirithiamin, oksithiamin, dan oksipirithiamin.

4. Fungsi, Sumber, dan Sifat Masing-masing Vitamin

Setiap vitamin mempunyai fungsi, sumber pangan, dan sifat sendiri-sendiri. Oleh karena itu, pada Tabel 1.8 disajikan fungsi, sumber dan sifat masing-masing vitamin.

Tabel 1.8.
Fungsi, Sumber dan Sifat Vitamin

Jenis Vitamin	Fungsi	Defisiensi	Sumber
Vitamin Larut Lemak Vitamin A	Proses penglihatan; pemeliharaan kornea, sel epitelial, membran mukosa, dan kulit; pertumbuhan tulang dan gigi; reproduksi; kekebalan tubuh, sehingga mengurangi angka kesakitan dan kematian.	Buta senja, Xerophthalmia, pertumbuhan terhambat, kulit terganggu, gangguan kekebalan tubuh.	Minyak ikan, hati, mentega, susu, keju, sayuran daun hijau tua, sayuran dan buah berwarna kuning (wortel, pepaya, mangga, dll)
Vitamin D	Mineralisasi tulang, dengan menaikkan penyerapan Ca dan P dari usus; mempengaruhi	Rakhitis pada anak; osteomalasia pada orang dewasa.	Minyak ikan, susu, sterol aktif. Sedikit pada mentega, hati,

Jenis Vitamin	Fungsi	Defisiensi	Sumber
Vitamin E	<p>pemeliharaan P oleh ginjal. Bentuk aktifnya: 1:25 dihidroksil oleh kalsiferol</p> <p>Antioksidan (stabilisasi membran sel, regulasi reaksi-reaksi oksidasi, perlindungan asam lemak tidak jenuh poli [PUFA] dan vitamin A).</p>	Pecahnya sel darah merah, sehingga terjadi anemia karena vitamin E, kerusakan syaraf.	<p>kuning telur. Dapat pula diperoleh dengan berjemur di bawah sinar matahari, dimana sinar matahari mengubah prekursor di kulit menjadi vitamin D.</p> <p>Jaringan tumbuh-tumbuhan, minyak gandum, lembaga padi, biji kapas; sayuran berdaun hijau, kacang-kacangan, susu, telur, daging, ikan</p>
Vitamin K	Sintesis protein penggumpal darah (untuk aktivitas faktor anti pembekuan darah) dan protein tulang.	Hipotrombinemia dengan akibat masa pembekuan darah lebih panjang; pendarahan yang tidak dapat diatasi pada bayi baru lahir.	Daun hijau, seperti bayam, kubis, hati. Sintesis dalam usus oleh aktivitas mikroorganisme
Vitamin Larut Air Vitamin C	Pembentukan kollagen (memperkuat dinding pembuluh darah, membentuk jaringan parut, memberi matriks untuk pertumbuhan tulang), antioksidan, sintesis hormon tiroksin, metabolisme asam amino, memperkuat resintensi terhadap infeksi, membantu penyerapan Fe.	Ringan: pendarahan petechia Berat: plak ateroscelosis, gigi rontok, luka-luka pada gusi, luka sukar sembuh, tulang mudah patah, degenerasi otot jantung, depresi, sering sakit infeksi, skorbut	Buah jeruk, tomat, arbei, kangkung, kentang, cabe hijau, selada hijau, jambu biji.
Thiamin	Unsur sistem enzim jaringan terutama dalam hubungannya dengan dekarboksilasi (misal asam piruvat dan	Defisiensi mempengaruhi sistem syaraf perifer, saluran usus, sistem	Hati, jantung, ginjal; ragi bir, lembaga gandum, kedelai, kacang tanah, kacang-

Jenis Vitamin	Fungsi	Defisiensi	Sumber
	ketoglutarat)	kardiiovaskuler. Defisiensi: anoreksia, beri-beri (termasuk polineuritis, pembesaran jantung, gagal jantung dan odem)	kacangan dan susu.
Riboflavin Vitamin B ₆ (piridoksin)	Bagian dari koenzim FMN (flavin mononukleotida) dan FAD (flavin adenin dinukleotida) yang digunakan dalam metabolisme energi. Piridoksil fosfat adalah gugus prostetik enzim yang melakukan dekarboksilasi tiroksin, asam glutamat, dan asam amino tertentu lainnya. Penting untuk transulfurasi dan dalam perubahan triptofan menjadi niasin; juga sebagai koenzim dalam transaminasi. Beberapa dalam metabolisme as, lemak esensial. Penting dalam sintesis porifin (misal hem untuk hemoglobin dan sitokrom)	Keilosis,dermatitis seboroika pada muka, lidah magenta, gangguan fungsional dan organik pada mata. Anemia hipokrom makrositer; lesi susunan syaraf pusat ditandai oleh serangan epileptiform dan perubahan ensefalografik, terutama pada bayi	Susu, hati, ginjal, jantung, telur, sayuran daun hijau, ragi kering Lembaga ganum; daging, hati, ginjal; tepung gandum, kacang tanah,jagung, ubi. Sintesis oleh aktivitas mikroorganisme
Niasin	Unsur 2 koenzim (NAD, NADP) yang bekerja sebagai zat pemindah H dan elektron dalam metabolisme energi. Triptofan dalam keadaan normal menambah suplai niasin (60mg triptofan ekivalen dengan 1 mg niasin)	Pellagra, dengan perubahan usus, kulit dan neurologik	Hati, ginjal, daging, ikan, ayam, sayuran daun hijau, tomat, kacang tanah. Buah-buahan dan sayuran sedikit mengandung niasin
Asam pantothenat	Unsur koenzim A yang berperan dalam metabolisme energi, sintesis dan pemecahan	Gejala-gejala usus, kulit, anemia, gangguan neurologi, insomnia, kelelahan,	Hati, ginjal, daging sapi, kuning telur, kacang tanah,

Jenis Vitamin	Fungsi	Defisiensi	Sumber
	asam lemak, sintesis kolesterol dan hormon-hormon steroid, pemakaian piruvat dan stearat, reaksi-reaksi asetilasi, metabolisme beberapa asam amino, sintesis hem untuk hemoglobin. & sitokrom.	depresi, gangguan fungsi korteks adrenal	brokoli, kubis, dedak tepung, susu skim, buah-buahan
Asam folat	Bagian dari koenzim THF (tetrahydrofolate) Dan DHF (dihydrofolate) yang digunakan dalam sintesis DNA dan karena itu penting dalam pembentukan sel baru. Berperan dalam transfer dan pemakaian gugus satu karbon, sehingga mengkonversi vitamin B12 membentuk suatu koenzim, mensintesis DNA, dan membentuk asam amino metionin dari homosistein.	Anemia makrositer; glositis; lesi usus; diare; dan meabsropsi usus	Hati, ginjal; ragi, sayuran daun hijau; kembang kol. Sintesis oleh aktivitas mikroorganisme usus
Vitamin B ₁₂	Bagian dari koenzim metilcobalamin dan deoxyadenosylcobalamin yang digunakan dalam sintesis sel baru; membantu mempertahankan sel-sel syaraf; membentuk koenzim folat; membantu memecah beberapa asam lemak dan asam amino; membantu sintesis asam nukleat (DNA) dan RNA, pematangan sel darah merah.	Anemia makrositer atau anemia pernisiiosa dengan perubahan degeneratif pada mukosa lambung, lesi khas pada sistem syaraf. Bau badan, berkeringat, mengeluarkan air liur, laju pertumbuhan menurun, tekanan darah rendah, kerusakan hati.	Hati, ginjal, daging, telur, susu, keju. Sedikit pada tumbuh-tumbuhan. Sintesis dalam susu oleh mikroorganisme. Susu, hati, telur, kacang tanah.
Kolin	Dibutuhkan untuk sintesis neurotransmitter acetylcholine dan	Depresi, halusinasi, mati rasa di lengan dan kaki; ruam	Hati, kuning telur, kedelai, ikan, biji-bijian, dan dari

Jenis Vitamin	Fungsi	Defisiensi	Sumber
Biotin	lecithin fosfolipid. Bagian dari koenzim yang digunakan dalam metabolisme energi, sintesis lemak, metabolisme asam amino, dan sintesis glikogen.	kemerahan di sekitar mata, hidung dan mulut; kerontokan rambut.	yang dihasilkan oleh bakteri usus.
Inositol	Diperlukan oleh berbagai spesies hewan tetapi kegunaannya bagi manusia masih dipertanyakan. Bila ternyata diperlukan, jumlah yang diperlukan sangat sedikit dan mungkin dapat disintesis dalam jaringan atau disediakan oleh flora usus.		

Sumber : Whitney dan Rolfes (2013)

B. MINERAL

Jumlah mineral yang kecil (renik) tidak berarti mineral tersebut tidak penting. Walaupun mineral mikro dibutuhkan dalam jumlah yang kecil, mereka sama pentingnya bagi fungsi tubuh dengan mineral yang dibutuhkan dalam jumlah lebih tinggi. Sebagai contoh, konsekuensi defisiensi iodium, yang keberadaannya di tubuh hanya 1 bagian per 80 juta berat tubuh, mungkin lebih berat dan luas pengaruhnya daripada defisiensi kalsium, yang jumlahnya 2 persen dari berat tubuh.

Komposisi kimia tubuh disajikan pada Tabel 1.9. Kalau air tidak dimasukkan, maka komposisi kimia tubuh terlihat seperti pada Tabel tersebut, yaitu unsur karbon merupakan komponen terbesar dari tubuh, kemudian diikuti oleh oksigen, hidrogen dan nitrogen.

Tabel 1.9.
Perkiraan Komposisi Tubuh Manusia

Mineral	Persen
Karbon (C)	50
Oksigen (O)	20
Hidrogen (H)	10

Mineral	Persen
Nitrogen (N)	8,5
Kalsium (Ca)	4,0
Fosfor (P)	2,5
Kalium (K)	1,0
Sulfur (S)	0,8
Natrium (Na)	0,4
Klor (Cl)	0,4
Magnesium (Mg)	0,1
Besi (Fe)	0,01
Mangan (Mn)	0,001
Iodium (I)	0,00005

Sumber: Linder (1992)

5. Fungsi Umum Mineral

Fungsi mineral secara umum adalah:

- a. Mempertahankan keseimbangan asam-basa. Unsur pembentuk asam adalah chlor, sulfur, fosfor; sedangkan unsur pembentuk basa adalah natrium, kalium, dan magnesium.
- b. Sebagai katalis bagi reaksi-reaksi biologi.
- c. Sebagai komponen esensial bagi senyawa tubuh
- d. Mempertahankan keseimbangan air tubuh
- e. Untuk mentransmisi impuls syaraf.
- f. Pengaturan kontraksi otot.
- g. Pertumbuhan jaringan tubuh.

6. Fungsi, Defisiensi, Sumber Pangan Mineral

Setiap jenis mineral mempunyai fungsi, sumber pangan, dan akibat defisiensinya sendiri-sendiri. Pada Tabel 1.10 disajikan fungsi, sumber pangan dan akibat defisiensi dari setiap jenis mineral yang esensial.

Tabel 1.10.
Fungsi, Sumber dan Defisiensi Mineral

Jenis Mineral	Fungsi	Defisiensi	Sumber
Mineral Makro Kalsium	Unsur utama tulang dan gigi. Penting untuk kontraksi dan relaksasi otot, irama jantung normal, dan kepekaan syaraf, penggumpalan darah, serta tekanan darah. Pengaktif beberapa enzim. Unsur mineral yang terbanyak dalam tubuh.	Mineralisasi tulang dan gigi terganggu, tulang mudah patah, pertumbuhan terhenti, rakhitis pada anak-anak, osteoporosis pada orang dewasa.	Susu, lobak china, kangkung, tiram, udang, salem, kijing
Fosfor	Unsur utama mineralisasi tulang dan gigi; bagian dari setiap sel; penting dalam bahan genetik; bagian dari fosfolipid, yang digunakan dalam transfer (metabolisme) energi dan sistem buffer yang mempertahankan keseimbangan asam basa.	Mineralisasi tulang terganggu, pertumbuhan terhambat, rakhitis, osteomalasia	Susu, keju, kuning telur, daging, ikan, unggas, kacang-kacangan
Natrium	Mempertahankan keseimbangan elektrolit dan cairan agar tetap normal; membantu transmisi (penghantaran) impuls syaraf dan kontraksi otot.	Mual, diare, kejang otot, dehidrasi, kehilangan nafsu makan.	Garam dapur, daging, ikan, unggas, susu, telur
Khlor	Mempertahankan keseimbangan elektrolit dan cairan agar tetap normal; bagian dari getah lambung (asam hidriklorat), yang penting untuk proses pencernaan.	Jarang terjadi dalam keadaan normal.	Garam dapur, daging, susu, telur

Jenis Mineral	Fungsi	Defisiensi	Sumber
Sulfur	Pembentuk asam amino sistein dan metionin; pembentuk protein rambut; bagian dari vitamin biotin dan thiamin dan hormon insulin.	Jarang terjadi	Susu, telur, keju, daging, kacang-kacangan.
Magnesium	Unsur tulang, gigi, dan banyak jaringan lainnya, mempengaruhi kepekaan otot dan syaraf, bekerja pada beberapa enzim, khususnya enzim-enzim glikolisis.	Defisiensi karena makanan tidak ditemukan. Defisiensi pada alkoholisme dengan sirosis dan penyakit ginjal yang berat	Tepung gandum, kakao, kacang-kacangan, daging, makanan dari laut, susu.
Besi	Unsur hemoglobin, mioglobin, dan beberapa enzim oksidatif. Terdapat pada semua sel tubuh, tetapi disimpan sebagai ferritin dalam hati, limpa dan sumsum tulang, dan terutama dalam jaringan retikuloendotelial.	Anemia defisiensi besi; gangguan fungsional tubuh, baik mental dan fisik.	Hati, daging, kuning telur, sayuran berdaun hijau tua, tiram, udang, salem, kijing
Mangan	Mengaktifkan (kofaktor) beberapa enzim, seperti forfatase darah dan tulang, organisme, karbosilase dan kolinesterase	Jarang terjadi	Tepung gandum, kacang-kacangan, daging, ikan, ayam, sayuran berdaun hijau. Banyak dalam makanan
Tembaga	Penting untuk sintesis hemoglobin dan untuk pekerjaan enzim-enzim tertentu (misal: sitokrom oksidase, tirosinase, katalase, urikase, asam askorbat oksidase, monoamin oksidase). Mungkin berperan dalam pembentukan	Menghambat pembentukan hemoglobin; anemia	Hati, tiram, daging, ikan, kacang-kacangan, tepung gandum

Jenis Mineral	Fungsi	Defisiensi	Sumber
Seng	<p>tulang dalam mempertahankan mielin</p> <p>Berperan dalam bekerjanya lebih dari 200 jenis enzim. Sebagai antioksidan dan berperan dalam fungsi membran. Berhubungan dengan hormon insulin; terlibat dalam pembuatan bahan genetik dan protein; reaksi-reaksi kekebalan; transport vitamin A; tanggap rasa; pengobatan luka; pembuatan sperma; dan perkembangan normal pada janin.</p>	<p>Perubahan terhambat, daya kekebalan tubuh menurun, penundaan kematangan seksual, kerontokan rambut, luka pada kulit dan mata, kehilangan nafsu makan.</p>	<p>Tiram, makanan laut, hati, lembaga gandum, ragi, daging, telur, unggas, ikan</p>
Iodium	<p>Komponen dari hormon tiroksin dan triiodotironin yang membantu mengatur pertumbuhan, perkembangan dan laju metabolik.</p>	<p>Gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI), berupa gangguan fisik dan mental, gondok, kretin, dan lain-lain</p>	<p>Garam beriodium, makanan laut</p>
Selenium	<p>Sebagai bagian dari enzim antioksidan; mengatur hormon tiroid.</p>	<p>Aktivitas enzim glutation peroksidase terhambat, kekebalan tubuh menurun, gangguan jantung (penyakit Keshan).</p>	<p>Ikan laut, kerang-kerangan, kadarnya dalam pangan nabati tergantung pada kandungan selenium dalam tanah tempat tanaman tersebut tumbuh</p>
Fluor	<p>Mempertahankan kesehatan tulang dan gigi.</p>	<p>Karies dentis. Membantu mencegah osteoporosis.</p>	<p>Air minum yang cukup kandungan fluornya, bila berlebihan akan mengganggu kesehatan gigi.</p>
Kromium	<p>Kromium merupakan mineral esensial yang</p>	<p>Keadaan seperti diabetes.</p>	<p>Daging (terutama hati), biji-bijian</p>

Jenis Mineral	Fungsi	Defisiensi	Sumber
	berperan dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Fungsi utamanya adalah meningkatkan kerja insulin dan memperbaiki toleransi glukosa.		utuh, ragi bir.
Molibdenum	Kofaktor dari beberapa enzim	Tidak diketahui	Kacang-kacangan, roti, sayuran berdaun hijau, susu, dan hati.
Unsur-unsur lain	Terdapat dalam jumlah sedikit dalam jaringan hewan (misalnya kobalt dalam thiamin)		

Sumber: Whitney dan Rolfes (2013)



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa definisi vitamin?
- 2) Apa yang dimaksud dengan antivitamin dan antagonis vitamin?
- 3) Sebutkan nama penyakit akibat defisiensi vitamin berikut ini:
 - a. vitamin D
 - b. vitamin C
 - c. thiamin
 - d. niacin
 - e. asam folat
 - f. vitamin B₁₂
- 4) Bagaimana cara mempertimbangkan satu unsur mineral tergolong esensial bagi manusia?
- 5) Sebutkan 7 fungsi umum mineral!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Vitamin
- 2) Mineral



RANGKUMAN

Ada dua golongan vitamin, yaitu vitamin larut lemak dan vitamin larut air. Vitamin yang larut lemak adalah vitamin A, D, E, dan K. Sedangkan vitamin yang larut air adalah thiamin, riboflavin, niacin, piridoksin, asam pantothenat, asam folat, biotin, vitamin B₁₂, choline, inositol, dan vitamin C. Kedua golongan vitamin tersebut mempunyai sifat umum sendiri-sendiri. Fungsi umum vitamin adalah sebagai bagian dari enzim atau koenzim; mempertahankan fungsi berbagai jaringan; membantu proses pertumbuhan dan pembentukan sel-sel baru; serta membantu pembuatan senyawa dalam tubuh.

Ada beberapa senyawa yang berhubungan dengan vitamin, yaitu anti vitamin, yang kerjanya dapat merusak struktur vitamin, dan antagonis vitamin, yang kerjanya dapat berkompetisi dengan vitamin.

Mineral esensial diklasifikasikan ke dalam mineral makro dan mineral mikro. Yang termasuk mineral makro adalah kalsium, fosfor, kalium, sulfur, natrium, chlor, dan magnesium. Sedangkan yang termasuk mineral mikro adalah besi, seng, selenium, mangan, tembaga, iodium, molybdenum, cobalt, chromium, silikon, vanadium, nikel, arsen, dan fluor.

Fungsi umum mineral adalah mempertahankan keseimbangan asam-basa; sebagai katalis bagi reaksi-reaksi biologis; sebagai komponen esensial senyawa tubuh; mempertahankan keseimbangan air tubuh; mentransmisi impuls syaraf; mengatur kontraksi otot; serta untuk pertumbuhan jaringan tubuh.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Vitamin yang disebut di bawah ini merupakan vitamin yang larut dalam lemak, *kecuali*
 - A. Vitamin A
 - B. Vitamin C
 - C. Vitamin E
 - D. Vitamin K

- 2) Vitamin yang disebut di bawah ini merupakan vitamin yang larut dalam air, *kecuali*
- A. Vitamin D
 - B. Thiamin
 - C. Biotin
 - D. Asam folat
- 3) Senyawa yang merupakan antagonis vitamin adalah
- A. thiaminase
 - B. lipoksigenase
 - C. pirithiamin
 - D. antiriboflavin
- 4) Penyakit akibat defisiensi vitamin A adalah
- A. anemia
 - B. rakhitis
 - C. pellagra
 - D. xerophthalmia
- 5) Sebelum mineral dipertimbangkan menjadi unsur yang esensial bagi manusia, maka mineral tersebut harus terbukti
- A. dapat melakukan fungsi yang vital bagi kehidupan
 - B. pertumbuhan
 - C. reproduksi
 - D. jawaban A,B dan C benar
- 6) Unsur yang termasuk mineral makro adalah
- A. kalsium
 - B. besi
 - C. seng
 - D. tembaga
- 7) Unsur yang termasuk mineral mikro adalah
- A. kalsium
 - B. magnesium
 - C. besi
 - D. fosfor
- 8) Penyakit akibat defisiensi besi adalah
- A. beri-beri
 - B. anemia

- C. rakhitis
D. osteomalasia
- 9) Unsur berikut ini paling banyak terdapat dalam tulang
A. kalium
B. magnesium
C. kalsium
D. khlorida
- 10) Penyakit akibat defisiensi fluor adalah
A. anemia
B. karies dentis
C. rakhitis
D. pellagra

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 4. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 4

Air dan Elektrolit

Pada Kegiatan Belajar 4 ini akan dibahas topik-topik tentang air dan elektrolit. Topik-topik tersebut merupakan materi dasar yang harus dipahami apabila ingin mempelajari ilmu gizi.

A. AIR

Manusia dapat hidup berminggu-minggu atau bahkan bertahun-tahun tanpa vitamin dan mineral esensial, tetapi manusia hanya akan bertahan beberapa hari tanpa air. Waktu terpanjang tanpa air pada manusia yang pernah diketahui adalah 17 hari, tetapi batas tanpa air biasanya 2 atau 3 hari. Karena kebutuhan air sangat kritis bagi tubuh, maka tubuh biasanya mempunyai mekanisme penghematan air apabila suplai air ke dalam tubuh sangat terbatas.

Air merupakan komponen kimia utama dalam tubuh, dan separuh dari berat badan seseorang terdiri dari air. Pada waktu lahir tubuh terdiri dari 74 persen air, ketika dewasa persentasenya turun menjadi 55-60 persen pada laki-laki dan 45-55 persen pada wanita. Pada orang sehat normal, volume air tubuh total lebih kurang tetap, fluktuasi kurang dari 1 persen berat badan per hari, dan keseimbangan ini dipertahankan walaupun terdapat variasi besar konsumsi air. Konsumsi dan keluaran air harian rata-rata pada suatu penelitian adalah 2750 ml. Terdapat variasi individual yang luas dalam konsumsi dan keluaran total air minum, air yang terdapat dalam makanan, dan air oksidatif (hasil reaksi oksidasi molekular). Sedangkan air yang dikeluarkan dapat melalui urin, kulit, paru-paru, dan feses.

Sekitar 60 persen dari berat tubuh terdiri dari air. Ada tiga komponen air tubuh, yaitu: air intraseluler pada membran sel, air intravaskuler, dan air interstitial atau ekstraseluler pada dinding kapiler. Dua komponen air yang terakhir disebut juga cairan ekstraseluler. Pada intrasel perbandingan Na:K adalah 1:10, sedangkan pada ekstraseluler 28:1. Pada orang dewasa dengan berat badan 70 kg memiliki total air tubuh sebanyak 45 liter. Dari 45 liter air tersebut, 30 liter terdapat dalam cairan intraseluler, dan 15 liter dalam cairan ekstraseluler. Air sebanyak 15 liter dalam cairan ekstraseluler ini tersebar di intravaskuler sebanyak 3 liter dan di ekstraseluler (interstitial) sebanyak 12 liter.

1. Fungsi Air

Fungsi air bagi tubuh adalah:

a. *Pelarut zat gizi*

Zat-zat gizi mulai dari tahapan dicerna sampai dengan dimetabolisme memerlukan air sebagai pelarut dalam berbagai reaksi yang terjadi selama proses tersebut. Air di dalam pembuluh darah (3 – 5 liter) adalah pelarut berbagai zat gizi penting, seperti glukosa, asam amino, lipoprotein, vitamin dan mineral. Air membawa zat gizi ini bersama dengan hormon ke dalam sel agar sel memperoleh zat gizi yang cukup sehingga sel dapat berfungsi dengan baik. Air juga melarutkan berbagai sisa metabolisme, seperti karbon dioksida dan urea, menuju ke organ-organ yang akan membuang zat-zat tersebut keluar tubuh. Air yang terdapat dalam jaringan interstitial menangkap zat gizi, hormon, dan sisa metabolisme yang keluar dari sel melalui membran sel. Di dalam sel, air mempunyai fungsi melarutkan berbagai zat yang ada dalam sel dan membawa zat-zat tersebut masuk ke organel dalam sel, seperti mitokondria, lisosom, inti sel, dan lain sebagainya.

b. *Fasilitator pertumbuhan*

Pada proses pertumbuhan air sangat diperlukan sebagai fasilitator yang membantu proses pertumbuhan.

c. *Sebagai katalis reaksi biologi*

Dalam berbagai reaksi biologis di dalam tubuh, air juga diperlukan sebagai katalis, yaitu mempercepat suatu reaksi biologis di dalam tubuh. Sebagai contoh, dalam saluran pencernaan dan lambung terjadi proses pencernaan makanan yang memerlukan cairan untuk katalisator proses enzimatik dalam saluran pencernaan.

d. *Sebagai pelumas*

Semua cairan mempunyai sifat sebagai pelumas, yang berfungsi untuk mempermudah pelepasan bahan-bahan padat menjadi bahan lain yang diperlukan tubuh. Pada sendi terdapat cairan sendi yang disebut cairan sinovial yang memudahkan sendi berfungsi dengan baik tanpa menimbulkan rasa sakit.

e. *Sebagai pengatur suhu tubuh*

Air adalah penghantar panas ke seluruh tubuh. Panas yang dihasilkan dari metabolisme energi dihantarkan oleh cairan tubuh sehingga suhu tubuh tetap

dalam batas normal (37°C). Bila produksi energi berlebihan seperti pada pekerja berat dan atlet, suhu tubuh naik melebihi batas normal. Tubuh akan menurunkan suhu sampai normal agar tidak mengalami cedera. Penurunan suhu tubuh tersebut dilakukan dengan cara radiasi dan penguapan keringat dari permukaan tubuh. Keluarnya keringat yang berlebihan akan meningkatkan kebutuhan air tubuh.

f. Sebagai sumber mineral

Selain terdiri dari hidrogen dan oksigen, air yang kita minum juga mengandung mineral seperti kalsium, magnesium, natrium, kalium, chlor, seng dan fluor.

2. Sumber Air Tubuh

Ada tiga sumber air bagi tubuh, yaitu air yang berasal dari minuman, air yang terdapat dalam makanan yang kita makan, serta air yang berasal dari hasil metabolisme di dalam tubuh. Kebutuhan air tubuh berasal dari ketiga sumber air tersebut. Asupan air biasanya dipengaruhi oleh suhu lingkungan, aktivitas, menu dan kesehatan.

Air metabolik (hasil metabolisme) dihasilkan melalui oksidasi (pembakaran) karbohidrat, protein dan lemak. Setiap 1 gram pati akan menghasilkan 0,60 gram air, 1 gram protein menghasilkan 0,41 gram air, 1 gram lemak menghasilkan 1,07 gram air.

3. Keseimbangan Air Tubuh

Setiap hari sebanyak 4,7-17 liter air dapat bersirkulasi dalam tubuh manusia. Keseimbangan air, yang juga sering disebut keseimbangan cairan, dapat dicapai melalui dua cara, yaitu: 1) mengontrol asupan cairan dengan adanya rasa haus, 2) mengontrol kehilangan cairan melalui ginjal. Bila cairan terlalu banyak hilang dari dalam tubuh, maka kadar elektrolit terutama natrium dalam cairan ekstraseluler meningkat. Hal ini menyebabkan air diserap dari saliva dan mulut akan terasa kering sehingga tubuh terangsang untuk menambah cairan melalui minum. Begitu pula hipotalamus di dalam otak akan merespon kadar natrium yang tinggi dalam darah melalui dua cara, yaitu 1) menambah stimulasi rasa haus, 2) menstimulasi kelenjar pituitari untuk melepaskan hormon anti-diuretik (ADH). Hormon tersebut akan ke ginjal dan meningkatkan re-absorpsi (penyerapan kembali) air di ginjal. Jadi, meningkatnya kadar natrium darah 1 persen dapat menstimulasi rasa haus dan mensekresi hormon ADH,

sehingga asupan cairan dan re-absorpsi air pada ginjal meningkat. Keadaan demikian akan mempercepat keseimbangan cairan.

Bila asupan air melebihi kebutuhan, kadar elektrolit dalam cairan ekstraseluler turun di bawah normal. Tidak terjadi rasa haus dan tidak ada stimulasi pelepasan ADH dari pituitari. Re-absorpsi air pada ginjal turun dan kehilangan air dalam urin lebih banyak. Kombinasi menurunnya asupan air dan meningkatnya kehilangan air akan menyebabkan keseimbangan cairan menjadi normal.

Keseimbangan cairan dapat terganggu dengan adanya dehidrasi dan overhidrasi. Dehidrasi adalah kehilangan cairan dalam jumlah banyak dan menyebabkan gejala haus, kehilangan nafsu makan, menurunnya kencing, rusaknya penampakan fisik, pusing, rusaknya pengaturan suhu tubuh, sakit otot, meningkatnya denyut nadi dan respirasi berkurang. Overhidrasi adalah asupan air dalam jumlah banyak tanpa diimbangi dengan asupan elektrolit yang cukup sehingga terjadi intoksikasi air. Kadar elektrolit dalam cairan ekstrasel menurun tajam yang menyebabkan air dari ekstrasel masuk ke dalam sel, sehingga kalium meninggalkan sel. Hal ini akan menyebabkan gejala kram otot, tekanan darah rendah, dan lemah. Intoksikasi air pada otak menyebabkan sawan, koma, dan mati karena gagal pernapasan. Pada bayi hal ini dapat terjadi bila makanannya mengandung banyak cairan tapi rendah elektrolit.

B. ELEKTROLIT

1. Natrium (Na)

Natrium merupakan ion positif yang dominan dalam cairan ekstraseluler dan terlibat dalam tekanan osmotik cairan. Artinya ion natrium (Na^+) merupakan partikel yang larut, yang apabila tidak ada keseimbangan menyebabkan air keluar dari sel dan masuk ke dalam cairan ekstraseluler dengan cara osmosis. Tekanan osmotik ekstraseluler dilawan oleh tekanan osmotik intraseluler. Dalam sel, ion kalium (K^+) merupakan partikel yang larut dan menyebabkan air dari ekstraseluler masuk ke dalam sel. Karena itu kadar natrium ekstraseluler dan kalium intraseluler harus dijaga pada level yang dapat menjaga keseimbangan cairan. Dengan demikian jelaslah bahwa volume cairan ekstraseluler diatur dengan cara mengatur osmosis cairan, yaitu mengatur kadar Na dan Cl. Mekanisme pengaturan volume cairan ekstraseluler disebut homeostasis. Proses *homeostasis* ini terjadi bila ada perubahan kadar Na dan Cl, dibantu oleh hormon-hormon renin, angiotensin, aldosteron dan adanya

perubahan-perubahan ion di dalam sel. Ion natrium juga menjaga pH normal dalam cairan ekstraseluler karena akan mengikat ion hidroksida (OH^-).

Sebanyak 30 persen dari 120 mg natrium tubuh terdapat pada permukaan kristal tulang. Natrium tersebut dapat dilepaskan ke dalam aliran darah bila kadar natriumnya rendah. Sisa natrium tubuh terdapat dalam cairan ekstraseluler, terutama plasma, jaringan syaraf dan otot. Dari jumlah kation dalam darah, sebanyak 93 persen merupakan natrium. Jadi ion natrium merupakan yang terbanyak dalam darah dibandingkan kation lainnya.

Fungsi

1. Membantu mempertahankan keseimbangan air, asam dan basa dalam cairan ekstraseluler.
2. Sebagai bahan penyusun dari cairan (getah) pankreas, empedu dan keringat.
3. Peranan penting dalam kontraksi otot dan fungsi syaraf.
4. Memainkan peranan khusus dalam penyerapan karbohidrat.

Akibat Defisiensi dan Kelebihan

Biasanya asupan natrium mencapai 3000-6000 mg perhari yang melebihi kebutuhan minimal. Namun apabila simpanan natrium tubuh turun dengan cepat akan menyebabkan kelesuan, mual, muntah, lekas marah, pusing, kehilangan nafsu makan, penurunan pertumbuhan, kehilangan berat badan karena kehilangan cairan tubuh, berkurangnya produksi susu pada ibu yang menyusui, diare, kram otot. Kadar natrium dalam darah yang turun di bawah normal disebut *hiponatremia*. Bila defisiensi berkepanjangan menyebabkan koma dan kematian.

Garam dapat beracun bila: 1) asupannya tinggi yang diikuti dengan asupan air yang rendah, 2) tubuh diadaptasikan dengan menu rendah garam secara kronis, dan 3) diberi makan pada bayi atau orang lain yang ginjalnya tidak dapat mengekskresi kelebihan garam diurin.

Kelebihan natrium menyebabkan kadarnya dalam darah meningkat yang disebut hipernatremia. Kelebihan natrium berkaitan dengan hipertensi. Bila asupan natrium melebihi kapasitas ginjal untuk mengekskresi maka kadar natrium darah meningkat dan mengakibatkan volume darah juga meningkat karena kelebihan air dalam darah akibat osmosis. Peningkatan volume darah menyebabkan meningkatnya tekanan darah dan meningkatnya kerja jantung untuk memompa volume darah yang lebih banyak dengan tekanan yang lebih

tinggi. Hipertensi pada akhirnya mengakibatkan stroke, penyakit jantung, gagal ginjal ataupun kematian.

Sumber

Natrium dalam makanan terbagi atas tiga, yaitu 1) natrium yang secara alamiah terdapat dalam makanan, 2) natrium yang ditambahkan pada saat proses atau pemasakan, dan 3) natrium yang ditambahkan pada saat akan mengkonsumsi hidangan (garam meja).

Natrium paling banyak terdapat pada garam (natrium khlorida), karena 40 persen dari berat garam merupakan natrium. Natrium juga terdapat dalam jaringan hewan dan tanaman. Pada hewan kadar natrium lebih tinggi daripada tanaman. Biasanya penyumbang terbesar garam adalah berasal dari makanan yang diproses atau dimasak yang ditambahkan garam. Di alam, natrium terdapat pada produk susu, air, makanan laut, daging, telur, unggas dan ikan. Buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan dan sereal sedikit mengandung natrium jika tidak ditambahkan garam saat pemasakan.

2. Kalium (K)

Sama dengan natrium, kalium juga merupakan ion alkali. Namun perbedaan fisiologi keduanya adalah natrium terkonsentrasi di luar sel, sedangkan kalium terkonsentrasi di dalam sel. Keaktifan pemompaan natrium keluar sel dan kalium masuk sel menjaga keseimbangan rasio Na^+/K^+ pada 1:10 dalam intraseluler dan 28:1 dalam ekstraseluler. Kalium juga menjaga pH dengan meningkatkan kadarnya dalam cairan bila terlalu asam dan menurunkan kadarnya bila terlalu alkali. Inilah yang disebut dengan peran kalium dalam menjaga keseimbangan asam-basa.

Kalium dalam makanan dan dalam tubuh ditemukan dalam bentuk ion K^+ , baik dalam larutan ataupun dalam bentuk garam. Seperti natrium, ion kalium juga membentuk ion alkali. Perbedaannya dengan ion natrium adalah ion natrium terkonsentrasi diluar sel, sedangkan ion kalium terkonsentrasi di dalam sel. Sebanyak 98 persen kalium terdapat dalam intraseluler. Kadar kalium tubuh yang bersirkulasi 45 meq/kg berat badan. Kadar kalium serum normal berkisar 3,1-4,5 meq/liter. Bila kadar kalium dalam serum turun di bawah 3 meq/liter akan terjadi gangguan jantung. Bila kadarnya meningkat menjadi 7-8 meq/liter seperti pada penderita gagal ginjal kronis, maka akan mengakibatkan otot jantung tidak bekerja dengan baik, bahkan dapat mengakibatkan terjadinya gagal jantung.

Fungsi

- a. Merupakan bagian integral dan esensial tiap sel dan dibutuhkan untuk pertumbuhan sel.
- b. Dalam sel kalium membantu banyak reaksi biokimia seperti pelepasan energi dari makanan, sintesis glikogen dan protein.
- c. Mengatur tekanan osmotik dalam sel dan mengontrol distribusi air antara cairan intraseluler dan ekstraseluler.
- d. Menjaga keseimbangan asam-basa.
- e. Penting dalam transmisi impuls syaraf.
- f. Ikut dalam pelepasan insulin dari pankreas.
- g. Bersama magnesium (Mg^{2+}) penting dalam relaksasi otot yang merupakan lawan dari stimulasi otot oleh Ca^{2+} .
- h. Rasio Na/K lebih penting daripada jumlah absolut natrium. Rasio 1:1 antara Na/K dapat menjaga efek asupan natrium yang tinggi.

Akibat Defisiensi dan Kelebihan

Defisiensi kalium bisa terjadi bila asupan dibawah normal. Pada bayi defisiensi kalium dapat disebabkan oleh diare karena makanan melewati saluran cerna begitu cepat sehingga kalium tidak terserap, dan re-absorpsi pada sekresi pencernaan juga menurun. Muntah, penggunaan diuretik, kurang energi-protein dapat menyebabkan defisiensi kalium. Kadar kalium yang rendah dalam darah disebut hipokalemia. Gejala defisiensi kalium adalah pusing, muntah, diare, lemah otot, lemah otot pernapasan, kembung, denyut jantung cepat dan tidak beraturan.

Kelebihan kalium menyebabkan tingginya kadar kalium dalam darah, yang disebut hiperkalemia. Hiperkalemia ini akan menyebabkan gangguan jantung. Hiperkalemia dapat terjadi terutama pada orang tua yang mengalami gangguan fungsi ginjal dan menyebabkan sulitnya ekskresi kelebihan kalium.

Sumber

Kalium ditemukan banyak dalam makanan, terutama pada buah-buahan dan sayuran. Kalium banyak terdapat dalam bayam, pisang, jamur, brokoli, susu, daging, tomat, jeruk, kol, asparagus, dan lain-lain.

3. Klor (Cl)

Ion klor merupakan ion negatif (Cl^-) dan bersifat asam, yang merupakan tandingan dari ion natrium dan kalium yang bersifat alkali. Ion klor dapat

menjaga keseimbangan asam basa tubuh dengan cara berikatan dengan ion alkali seperti natrium dan kalium.

Ion Cl merupakan anion yang paling banyak terdapat dalam cairan ekstraseluler. Di dalam tubuh terdapat sekitar 0,15 persen (\pm 1,9 gram per kg berat badan). Cairan cerebrospinal dan lambung mengandung Cl lebih banyak. Otot dan syaraf kandungannya rendah. Sebanyak 88 persen ditemukan dalam cairan ekstraseluler dan 12 persen dalam cairan intraseluler. Dalam darah terdapat 450-600 mg per 100 ml. Klorida bergabung dengan natrium dan air dalam makanan, sekresi tubuh, cairan, jaringan dan ekskresi.

Fungsi

- a. Memainkan peranan penting dalam regulasi tekanan osmotik, keseimbangan air, dan keseimbangan asam-basa.
- b. Dibutuhkan untuk produksi asam HCl di lambung; asam ini penting untuk penyerapan vitamin B12 dan Fe, untuk mengaktifkan enzim yang memecah pati (karbohidrat), dan untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme yang masuk lambung bersama-sama dengan makanan dan minuman.

Akibat Defisiensi dan Kelebihan

Defisiensi klorida jarang terjadi karena asupan Cl yang berasal dari makanan biasanya melebihi kebutuhan. Defisiensi Cl bisa terjadi bila terjadi muntah dan diare berkepanjangan. Gejala defisiensi Cl adalah lesu, lemah, kehilangan nafsu makan (anoreksia), kram otot, bernafas pelan, kejang, dan gagal tumbuh pada anak-anak.

Kelebihan Cl dibuang melalui urin, kulit dan saluran cerna. Toksisitas Cl tidak mungkin terjadi apabila ginjal seseorang berfungsi dengan baik.

Sumber

Ion Cl banyak terdapat dalam garam (NaCl), substitusi garam kalium klorida (KCl), dan makanan yang diproses (karena penambahan garam NaCl). Selain itu, klorida juga terdapat dalam pangan hewani, yaitu daging, hati, telur, makanan laut, serta dalam pangan nabati.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan tiga komponen utama air tubuh!
- 2) Jelaskan enam fungsi air bagi tubuh!
- 3) Sebutkan tiga jenis sumber air bagi tubuh!
- 4) Jelaskan fungsi natrium bagi tubuh!
- 5) Jelaskan fungsi kalium bagi tubuh!
- 6) Jelaskan gejala-gejala defisiensi klorida!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Air.
- 2) Elektrolit.



RANGKUMAN

Air merupakan komponen kimia utama dalam tubuh. Ada tiga komponen air tubuh, yaitu: air intraseluler pada membran sel, air intravaskuler, dan air interseluler atau ekstraseluler pada dinding kapiler. Dua komponen air yang terakhir disebut juga cairan ekstraseluler.

Fungsi air bagi tubuh adalah :1) pelarut zat gizi, 2) fasilitator pertumbuhan, 3) sebagai katalis reaksi biologis, 4) sebagai pelumas, 5) sebagai pengatur suhu tubuh, dan 6) sebagai sumber mineral bagi tubuh.

Ada tiga sumber air bagi tubuh, yaitu air yang berasal dari minuman, air yang terdapat dalam makanan yang kita makan, serta air yang berasal dari hasil metabolisme di dalam tubuh. Kebutuhan air tubuh berasal dari ketiga sumber air tersebut.

Keseimbangan air tubuh dapat dicapai melalui dua cara, yaitu : 1) mengontrol asupan cairan dengan adanya rasa haus, 2) mengontrol kehilangan cairan melalui ginjal.

Natrium merupakan ion positif yang dominan dalam cairan ekstraseluler. Volume cairan ekstraseluler diatur keseimbangannya melalui mekanisme homeostasis. Fungsi natrium bagi tubuh adalah : 1) membantu mempertahankan keseimbangan air, asam dan basa dalam cairan ekstraseluler; 2) sebagai bahan penyusun dari cairan (getah) pankreas,

empedu, keringat; 3) peranan penting dalam kontraksi otot dan fungsi syaraf; dan 4) memainkan peranan khusus dalam penyerapan karbohidrat. Gejala defisiensi natrium adalah kelesuan, mual, muntah, lekas marah, pusing, kehilangan nafsu makan, penurunan pertumbuhan, kehilangan berat badan karena kehilangan cairan tubuh, berkurangnya produksi susu pada ibu yang menyusui, diare, kram otot. Kadar natrium dalam darah yang turun di bawah normal disebut *hiponatremia*.

Kalium dalam makanan dan dalam tubuh ditemukan dalam bentuk ion K^+ , baik dalam larutan ataupun dalam bentuk garam. Fungsi kalium bagi tubuh adalah: 1) merupakan bagian integral dan esensial tiap sel dan dibutuhkan untuk pertumbuhan sel; 2) dalam sel kalium membantu banyak reaksi biokimia seperti pelepasan energi dari makanan, sintesis glikogen dan protein; 3) mengatur tekanan osmotik dalam sel dan mengontrol distribusi air antara cairan intraseluler dan ekstraseluler; 4) menjaga keseimbangan asam-basa; 5) penting dalam transmisi impuls syaraf; 6) ikut dalam pelepasan insulin dari pankreas; 7) bersama magnesium (Mg^{2+}) penting dalam relaksasi otot yang merupakan lawan dari stimulasi otot oleh Ca^{2+} ; 8) rasio 1:1 antara Na/K dapat menjaga efek asupan natrium yang tinggi.

Gejala defisiensi kalium adalah pusing, muntah, diare, lemah otot, lemah otot pernapasan, kembung, dan denyut jantung cepat dan tidak beraturan. Kalium ditemukan banyak dalam makanan, terutama pada buah-buahan dan sayuran. Kalium banyak terdapat dalam bayam, pisang, jamur, brokoli, susu, daging, tomat, jeruk, kol, apsparagus, dan lain-lain.

Ion Cl merupakan anion yang paling banyak terdapat dalam cairan ekstraseluler. Didalam tubuh terdapat sekitar 0,15 persen ($\pm 1,9$ gram per kg berat badan). Cairan cerebrospinal dan lambung mengandung Cl lebih banyak. Dalam otot dan syaraf kandungannya rendah.

Fungsi khlorida bagi tubuh adalah : 1) memainkan peranan penting dalam regulasi tekanan osmotik, keseimbangan air, dan keseimbangan asam-basa; 2) dibutuhkan untuk produksi asam HCl di lambung. Asam ini penting untuk penyerapan vitamin B12 dan Fe, untuk mengaktifkan enzim yang memecah pati (karbohidrat), dan untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme yang masuk lambung bersama-sama dengan makanan dan minuman. Gejala defisiensi Cl adalah lesu, lemah, kehilangan nafsu makan (anoreksia), kram otot, bernafas pelan, kejang, dan gagal tumbuh pada anak-anak. Ion Cl banyak terdapat dalam garam (NaCl), substitusi garam kalium khlorida (KCl), dan makanan yang diproses (karena penambahan garam NaCl). Selain itu, khlorida juga terdapat dalam pangan hewani, yaitu daging, hati, telur, makanan laut, serta dalam pangan nabati.

**TES FORMATIF 4**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Air dapat dikeluarkan melalui organ berikut, *kecuali*
 - A. urin
 - B. perut
 - C. kulit
 - D. feses

- 2) Air intravaskuler dan air interstitial disebut juga cairan
 - A. ekstraseluler
 - B. intraseluler
 - C. ekstraseluler
 - D. ekstraseluler

- 3) Fungsi air yang membantu mempercepat suatu reaksi biologis di dalam tubuh disebut fungsi
 - A. pelarut zat gizi
 - B. fasilitator pertumbuhan
 - C. sebagai pelumas
 - D. sebagai katalis

- 4) Setiap pembakaran 1 gram protein akan menghasilkan
 - A. 0,41 gram air
 - B. 0,60 gram air
 - C. 1,07 gram air
 - D. 0,80 gram air

- 5) Asupan air tubuh biasanya dipengaruhi oleh
 - A. aktivitas
 - B. suhu lingkungan
 - C. kesehatan
 - D. jawaban A,B dan C benar

- 6) Bila cairan terlalu banyak hilang dari dalam tubuh, maka kadar elektrolit, terutama natrium dalam cairan ekstraseluler
 - A. menurun
 - B. tetap
 - C. meningkat
 - D. berkurang

- 7) Unsur ion positif yang paling dominan dalam cairan ekstraseluler adalah
- A. kalium
 - B. natrium
 - C. magnesium
 - D. klorida
- 8) Kelebihan kalium menyebabkan tingginya kadar kalium dalam darah, yang disebut dengan
- A. hipokalsemia
 - B. hiperkalsemia
 - C. hiperkalemia
 - D. hipokalemia
- 9) Ion Cl merupakan ion negatif yang paling dominan dalam cairan
- A. plasma
 - B. darah
 - C. intraseluler
 - D. ekstraseluler
- 10) Kehilangan cairan dalam jumlah banyak dan menyebabkan gejala haus, kehilangan nafsu makan, menurunnya kencing, rusaknya penampakan fisik, pusing, rusaknya pengaturan suhu tubuh, sakit otot, meningkatnya denyut nadi dan respirasi berkurang disebut dengan
- A. overhidrasi
 - B. dehidrasi
 - C. re-absorpsi
 - D. rehidrasi

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 4 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 4.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 4, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

<i>Tes Formatif 1</i>	<i>Tes Formatif 2</i>	<i>Tes Formatif 3</i>	<i>Tes Formatif 4</i>
1) D	1) C	1) B	1) B
2) C	2) D	2) A	2) A
3) B	3) D	3) C	3) D
4) B	4) B	4) D	4) A
5) A	5) D	5) D	5) D
6) A	6) A	6) A	6) C
7) B	7) D	7) C	7) B
8) C	8) B	8) B	8) C
9) A	9) D	9) C	9) D
10) C	10) C	10) B	10) B
	11) D		
	12) C		
	13) D		
	14) B		
	15) A		
	16) A		
	17) B		
	18) D		
	19) A		
	20) B		

Daftar Pustaka

- Aries M. (2006). *Kerugian Ekonomi Akibat Status Gizi Buruk pada Balita serta Biaya Penanggulangannya melalui Program PMT*. Skripsi Departemen Gizi Masyarakat, FEMA, IPB. Bogor.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2007). *Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi 2006-2010*. <http://bappeda.jabarprov.go.id> [19 Juni 2012]
- Berg A. (1986). *Peranan Gizi dalam Pembangunan Nasional*. Noer D. Z., penerjemah. Jakarta: CV Rajawali. Terjemahan dari *Nutrition Factor, its Role in National Development*.
- Burtis, G.,J. Davis, and Martin, S. (1988). *Applied Nutrition and Diet Therapy*, W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Depkes RI. (2008). *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2007*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia. www.litbang.depkes.go.id [19 Juni 2012]
- Direktorat Gizi Masyarakat-Depkes RI. (2005). *Perkembangan Program Perbaikan Gizi Masyarakat*. <http://gizi.depkes.go.id>. [20 Juni 2012]
- Eastwood, M. (2003). *Principles of Human Nutrition*. Second Edition. London : Blackwell Science.
- Gani A. (1992). *Pangan, Gizi, Kesehatan dan Pembangunan Sosial Ekonomi*. Di dalam Prosiding Semiloka: PENGEMBANGAN JARINGAN KEPEMIMPINAN Kesehatan untuk Semua (KESUMA) di Perguruan Tinggi Pertanian. Kerjasama IPB dan DEPKES RI, Bogor 12 September 1992.
- Gibney, M.J, Vorster, H.H., and Kok, F.J. (2002). *Introduction to Human Nutrition*. London: Blackwell Science.

- Guthrie, H.A. (1986). *Introductory Nutrition*. Sixth Edition. Toronto: Times Mirror/Mosby College Publishing.
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2010*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Khomsan A. (2003). *Dimensi dan Exit Strategy Kemiskinan*. Kompas 13 Maret.
- Khomsan A. (2011). *Indikator Gizi Bangsa*. Suara Pembaruan 9 Desember.
- LIPI. (2005). *Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII : Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi*. Jakarta : LIPI,.
- Soekirman. (1989). *Perkembangan Ilmu Gizi dan Institusi Gizi di Indonesia*. Gizi Indonesia 14(1): 60-68,
- Soekirman. (tanpa tahun). *Perlu Paradigma Baru untuk Menanggulangi Masalah Gizi Makro di Indonesia*. <http://gizi.depkes.go.id> [19 Juni 2012]
- Suhardjo dan Kusharto, C.M. (1988). *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Syarif H, Nasoetion A, dan Rustiawan A. (1996). *Strategi Integrasi Gizi dan Kesehatan dalam Pembangunan Pertanian*. Khomsan A & Sulaeman A (Editor). Gizi dan Kesehatan dalam Pembangunan Pertanian. IPB Press, Bogor.
- Whitney E and Rolfes SR. (2013). *Understanding Nutrition. Thirteenth Edition*. Belmont: Wadsworth Cengage Learning.